

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO

FABRICIO BONA PASSINI

Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycines max.*) na cultura do
feijão (*Phaseolus vulgaris*)

PONTA GROSSA

2007

FABRICIO BONA PASSINI

Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycines max.*) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia..

Orientador: Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho

PONTA GROSSA - PR
2007

**A minha esposa Michele,
pelo amor carinho incentivo e companheirismo,
pois sem ela nada teria dado certo.
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo o destino traçado de minha vida, por sempre colocar as pessoas certas nas horas certas.

Ao meu grande amigo, orientador, mestre, conselheiro, pai e professor David, por ter acreditado, respeitado e confiado em mim durante todo esse tempo de trabalho e prazerosa convivência.

A minha querida e amada escola de Agronomia (UEPG), por ter sido o meu segundo berço e moradia durante sete anos de minha vida e por dar a honra de poder dizer ser “Sou Agrônomo e Mestre pela Universidade Estadual de Ponta Grossa”.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Aos amigos estagiários do laboratório de Fitopatologia, (Joelcio, Ana, Ecli, Rafael Fonseca, Rafael, Edilaine, Alexander, Raquel) pelo companheirismo e ajuda prestada.

As amigas do Laboratório de Fitopatologia (Lúciane, Zima e Dalva) da UEPG, por toda a ajuda prestada, pelas tantas risadas e fofocas em todo este tempo.

As minhas grandes amigas e funcionárias da Universidade (Lucia, Zeni, Irene, Lurdina, Sofia e Edite).

Ao coordenador do curso do mestrado (Prof. Dr. Ricardo Ayubi), por todos os auxílios prestados.

A secretaria do Mestrado (Nilcelia) por estar sempre disposta a ajudar.

A todos os funcionários da Fazenda Escola Capão da Onça e em especial ao Eloir Moresco e Sergio Bonamigo, por toda ajuda prestada nos experimentos de campo.

Aos meus familiares, por todo o amor e incentivo de toda minha vida.

A meu sogro e minha sogra, por sempre estarem prontos a ajudar em qualquer situação.

Ao Eng. Agro. Taurino Alexandrino Loiola, Enio Rosas, Airton Pazzinato e Antonio Wesguerber.

Aos motoristas da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A todos os professores do mestrado em especial a professora Dra. Maristela Dalla Pria, por ter prontamente aceitado o convite de participar da banca de minha dissertação e ter me mostrado a ciência da epidemiologia de doenças de plantas.

A todos os amigos da Impar, pela compressão incentivo e apoio durante este tempo de trabalho.

Ao Robson de Paula , pelo incentivo amizade e ensinamentos.

Ao Dr. Marco Kamikoga (FT sementes), Dr. Marco Antonio Lolato (IAPAR) e ao MSc Adriano Stephan Nascente (Embrapa), pelo envio das sementes para a instalação dos ensaios.

Sofremos com o pouco que nos falta e não aproveitamos o muito que temos
(Shakespeare)

RESUMO

Nesta pesquisa três trabalhos foram desenvolvidos: a elaboração e validação de uma escala diagramática para avaliação da ferrugem asiática na cultura do feijão; a verificação dos níveis de resistência à ferrugem asiática das cultivares de feijão freqüentemente utilizadas no estado do Paraná; e a influência de épocas de semeadura do feijão em relação à severidade da ferrugem asiática. Para elaborar a escala diagramática, foram coletados 50 folíolos das cultivares JALO PRECOCE e RADIANTE. Com o programa *Quant* foram determinados os níveis de severidade máxima (77,10%) e mínima (1,02%) encontradas no campo e através da “lei do estímulo visual de Weber e Fechner” foram determinados mais seis níveis intermediários de severidade (2,3)-(5,11)-(10,97)-(21,99)-(39,19)-(59,58). Para determinação da severidade real foram coletados aleatoriamente 50 folíolos de feijão com diferentes níveis de severidade. Dos 10 avaliadores participantes, apenas cinco possuíam experiência em quantificação de doenças de plantas. Primeiramente, a avaliação dos 50 folíolos foi realizada sem a escala e posteriormente com o auxílio desta. Os avaliadores não apenas melhoraram sua precisão, como também apresentaram, ao utilizar a escala, erros absolutos inferiores a 10%. Sete dos dez avaliadores foram considerados acurados. Objetivando avaliar os níveis de resistência de cultivares à ferrugem asiática, sob condições naturais de infecção, 23 cultivares de feijão dos grupos PRETO, CARIOCA e MANTEIGÃO foram avaliadas. Com base nos resultados, percebe-se que cultivares do grupo MANTEIGÃO (JALO PRECOCE e RADIANTE) apresentaram alta severidade da doença, com níveis de até 40% de severidade, enquanto feijões dos grupos CARIOCA e PRETO demonstraram níveis variando de resistentes a suscetíveis. Dentre as cultivares, os menores níveis de severidade foram encontrados nas cultivares IPR-31 (2,6%), FT-BONITO (3,7%) e IPR-CHOPIM (3,8%). Quanto ao ciclo das cultivares, observou-se que as mais precoces foram aquelas que apresentaram maiores níveis de severidade à ferrugem asiática. Conclui-se que os níveis de resistência das cultivares de feijão à ferrugem asiática variaram de resistentes a suscetíveis. As cultivares do grupo MANTEIGÃO foram as que apresentaram maiores níveis de resistência à ferrugem asiática. A fim de avaliar o comportamento quanto à ferrugem asiática, de duas cultivares de feijão (IPR SARACURA e IPR-UIRAPURU), semeadas em 10 diferentes épocas realizou-se o experimento. A primeira época foi semeada no dia 04/10/2005 e outras nove épocas com intervalo de 15 dias, até o dia 15/02/2006. Foram realizadas avaliações de severidade em todos os estádios fenológicos em cada uma das épocas de semeadura. Quanto aos resultados, percebe-se que somente na sétima época, quando as plantas de feijão encontravam-se no estágio fenológico R8, a presença da ferrugem asiática foi confirmada. Houve diferenças estatísticas entre as épocas de semeadura, entretanto não foram observadas diferenças significativas nas nove primeiras épocas entre as cultivares em relação à porcentagem de severidade e na área abaixo da curva do progresso da doença. Contudo, na décima época a severidade da ferrugem asiática na cultivar IPR-SARACURA foi superior estatisticamente a cultivar IPR-UIRAPURU. Pode-se concluir que quanto mais tarde se realiza a semeadura, mais cedo se manifesta a ferrugem asiática no feijão. Conclui-se, ainda, que a ferrugem asiática influenciou negativamente na produtividade de grãos das cultivares de feijão, sendo que o componente do rendimento afetado foi o peso de 1000 grãos.

Palavras-chave: escala diagramática, resistência de cultivares, época de semeadura, ferrugem asiática e feijão.

ABSTRACT

This dissertation reports three researches carried out at Ponta Grossa State University. The elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess Asian rust severity in common bean crops; the verification of commonly used cultivars in Paraná resistance levels to Asian rust disease; and the sowing date influence on Asian rust severity levels. To elaborate the diagrammatic scale, fifty leaflets from JALO PRECOCE and RADIANTE cultivars were collected. Based on the *Quant* program, the maximum severity levels were determined (77,10%) as well as the minimum levels (1,02%) and through the “Weber and Fechner’s stimulus law” six other intermediate severity levels were obtained (2,3%)-(5,11%)-(10,97%)-(21,99%)-(39,19%)-(59,58%). The real severity determination was done through the randomly collection of fifty leaflets with different severity levels. Scale validation was performed by ten raters only five of them were experienced in phytopathology. The leaflets assessment was firstly carried out without the scale and later with the use of it. As a result, they not only improved their precision, as well as presented absolute errors levels lower than 10% when supported by the scale, agreeing with Nutter’s data. Seven among the ten raters were accurate. Aiming at assessing cultivars resistance levels to Asian rust disease, under natural infection conditions, twenty-three common bean cultivars were submitted to assessment, PRETO, CARIOCA and MANTEIGÃO. Based on the results, it may be seen that the cultivars from MANTEIGÃO group (JALO PRECOCE and RADIANTE) presented a high severity level to the disease with severity levels of 40%, while CARIOCA and PRETO group cultivars demonstrated levels varying from resistant to susceptible. Among the cultivars, the lowest severity levels were found in the IPR-36 (2,6%), FT-BONITO (3,7%) and IPR-CHOPIM (3,8%) cultivars. Concerning to the cultivars cycle, it could be observed that the earliest mature were the ones which presented the highest severity levels to Asian rust. In conclusion, it may be affirmed that the common bean resistance levels to Asian rust vary from resistant to susceptible. The MANTEIGÃO group cultivars presented the highest resistance levels to the disease. In order to assess two common bean cultivars response to Asian rust (IPR SARACURA e IPR-UIRAPURU), sowed in ten different dates, an experiment was conducted. The first season was sowed on 04/10/2005 and the nine others followed a fifteen-day break until the last one sowed on 15/02/2006. Severity assessments were carried out in all phenological stages in each sowing date. The results show that only in the seventh season, when the common bean plants were in the R-8 phenological stage, the Asian rust presence could be confirmed. There were statistics differences among the sowing date, however no meaningful differences could be observed in the first nine seasons among the cultivars according to the severity percentage or to the AACPD. The IPR-SARACURA cultivar was, nevertheless, statistically higher to IPR-UIRAPURU in the tenth season. In conclusion, the later the sowing is done, the earlier the Asian rust is found in the beans crop. In addition, Asian rust negatively influenced on the cultivars bean yield potential, considering that the weight of 1000 bean was the only component to be affected.

Keywords: diagrammatic scale, cultivar resistance, sowing date, Asian rust and common bean.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO	9
INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL	3
2.1 FERRUGEM DA CULTURA DO FEIJÃO (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	3
2.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	5
2.2.1 Histórico	5
2.3 ETIOLOGIA	8
2.4 SINTOMATOLOGIA	10
2.5 TEMPERATURA E MOLHAMENTO FOLIAR	12
2.6. DISSEMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA	13
2.8 PERDA E CUSTO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA	14
2.9 DIFERENÇAS EPIDEMIOLÓGICAS ENTRE <i>Phakopsora pachyrhizi</i> E <i>Uromyces appendiculatus</i> .	17
CAPÍTULO I	18
ELABORAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA FERRUGEM ASIÁTICA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) NA CULTURA DO FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO	20
2 MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 Elaboração da escala diagramática	22
2.2 Validação da escala diagramática	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4 CONCLUSÃO	32

CAPÍTULO II	33
REAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i>) À FERRUGEM ASIÁTICA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), EM CONDIÇÕES NATURAIS DE INFECÇÃO.	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4 CONCLUSÕES	45
 CAPÍTULO III	 46
INFLUÊNCIA DE ÉPOCAS DE SEMEADURA EM 2 CULTIVARES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i>) QUANTO À SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ	46
RESUMO	46
ABSTRACT	47
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4 CONCLUSÃO	61
 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	 62
 ANEXO I (DADOS CLIMATOLÓGICOS)	 68

INTRODUÇÃO GERAL

O feijão é um alimento básico para o brasileiro, chegando a ser um componente quase que obrigatório na dieta da população rural e urbana. O cultivo desta leguminosa (Fabaceae) é bastante difundido em todo o território nacional, gerando empregos e renda principalmente as classes menos favorecidas. É reconhecida como cultura de subsistência em pequenas propriedades, muito embora tenha havido, nos últimos anos, um crescente interesse de produtores que dispõem de alta tecnologia em cultivar feijão.

O Brasil se destaca no cenário mundial como o maior produtor e consumidor de feijão. Na última safra a produção foi de 3,54 milhões de toneladas, com uma área plantada de 4,21 milhões de hectares e produtividade de 840 quilogramas por hectares (CONAB, 2007). Devido a este contexto de baixa produtividade, há necessidade de importação de grãos, que em sua maioria é feita de países como a Argentina e o Chile.

O consumo *per capita* do feijão no Brasil em 2005, segundo Faostat (2006), foi de 16,3 quilogramas, enquanto em 1970 era de 20,4 quilogramas. Os principais fatores para este decréscimo no consumo *per capita* são: (a) substituição por fontes de proteína animal; (b) êxodo rural; (c) mudança de hábitos alimentares com o advento do *fast food* (comidas rápidas); (d) flutuação de oferta de preços; (e) falta de praticidade para o preparo.

Quanto às causas da baixa produtividade nas lavouras de feijão, fatores como: temperatura, déficit hídrico, deficiência nutricional, pragas, plantas daninhas e doenças são os mais importantes. Dentre as doenças fúngicas que atacam a cultura, destacam-se a antracnose, mancha angular, ferrugem comum e mofo branco.

Comumente observada na cultura da soja e facilmente disseminada pelo ar, a ferrugem asiática é uma doença policíclica, que se desenvolve com molhamento foliar e temperatura amena, causando redução de área fotossintética e desfolha precoce (JACCOUD FILHO et. al., 2005c). Por isso, vem sendo considerada por pesquisadores como a principal doença da cultura da soja. Até o presente momento, considerando diminuição de produtividade e gastos extras com fungicidas, a ferrugem asiática causou um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de reais na cultura da soja (EMBRAPA 2007).

A primeira detecção do agente etiológico da ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, (Sydow & P. Sydow) em lavouras comerciais de feijão no Brasil foi observada por Jaccoud Filho et. al. (2005b), em levantamentos realizados na região dos Campos Gerais do Paraná.

Tendo em vista a grande extensão dos danos já causados pela ferrugem asiática em lavouras de soja, bem como a grande importância da cultura do feijão como fonte de alimentação no Brasil, o monitoramento das áreas de produção dessa cultura apresenta-se como uma importante estratégia (JACCOUD FILHO et al., 2005d).

2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1 FERRUGEM DA CULTURA DO FEIJÃO (*Uromyces appendiculatus*)

Tradicionalmente a ferrugem que ataca o feijão tem como agente etiológico é o fungo *Uromyces appendiculatus* (PERS. UNGER). Esse patógeno causa perdas de até 53%, quando em condições climáticas favoráveis (DALLA PRIA et al., 1999). Os danos na produção acontecem principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Por ser o florescimento o estágio em que a planta apresenta-se mais suscetível ao ataque do patógeno, esta fase deve demandar maior atenção (SARTORATO; RAVA; RIOS, 1996).

Nos últimos anos, com a expansão das áreas irrigadas, o feijão comum vem sendo cultivado durante o ano todo, inclusive em épocas favoráveis à ocorrência da ferrugem comum. Com isso, há elevação não apenas do risco de danos de produção causado por essa doença, como também aumento do custo de produção na tentativa de controlá-la.

Os sintomas ocorrem nas hastes, vagens, e principalmente nas folhas, que são a parte mais atacada (DALLA PRIA et al., 1999). Dentre os sintomas mais evidentes deve-se ressaltar a presença de pústulas nas folhas, circundadas por um halo amarelo, (JACCOUD FILHO et al. 2005a) (Figura 1). Em genótipos muito suscetíveis costumam aparecer pústulas secundárias e terciárias (menores) em torno das primeiras (SARTORATO; RAVA; RIOS, 1996).

A umidade representa um dos fatores mais significativos, influenciando consideravelmente no desenvolvimento das doenças em plantas (CANTERI; BERGAMIM

FILHO, 1999). É medida em termos de quantidade e duração, e é fundamental para que haja infecção pela maioria dos fungos e bactérias, agentes causais de doenças. A alta umidade relativa e o molhamento foliar são essenciais ao fungo *U. appendiculatus*, pois juntamente com a virulência do patógeno e a suscetibilidade do hospedeiro, constituem os fatores que garantem o estabelecimento da doença.

Ao utilizarem a cultivar suscetível (CARIOCA 1034), e avaliarem a esporulação e a frequência de infecção e a porcentagem de tecido lesionado. Vale et al., (1999) determinaram as condições climáticas que favorecem o desenvolvimento desta doença. Como resultado, eles observaram que a esporulação, assim como a frequência de infecção e a porcentagem de tecido lesionado foram favorecidos quando as temperaturas variaram de 16 a 21°C e o período de molhamento de 8 a 10 horas.



Figura 1 - Sintoma da ferrugem comum em folha de feijão, causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus*. (Fonte: Jaccoud Filho, 2005)

2.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)

2.2.1 Histórico

A princípio a ferrugem foi descrita como *Uredo sojae*. Seu primeiro relato foi em 1902 no Japão, por Nakanishiki. Posteriormente, em 1903, a amostra foi enviada para Europa a fim de confirmar a identificação, as quais resultaram na comprovação da espécie *U. sojae* por Hennings. Já em 1906 Sydow e Butler, durante um trabalho na Índia, encontraram os teliosporos da ferrugem e então, mudaram o nome do fungo de *Uromyces sojae* para *P. pachyrhizi*. Em 1908 Kawakami e Miura, devido a sua tentativa frustrada de achar os teliosporos da ferrugem asiática no Japão, sugeriram que o fungo *Uromyces sojae* deveria ser usado na descrição do isolado da ferrugem, a fim de distingui-lo da *P. pachyrhizi*. Em 1919, Fujikuro encontrou ambos uredosporos e teliosporos nas mesmas folhas infectadas por ferrugem na soja em Taiwan. Ele concordou com Sydow e Butler ao classificar este fungo como *P. pachyrhizi*. Considerou, ainda, que os uredosporos obtidos previamente no Japão deveriam ser idênticos aos coletados em Taiwan. Em 1931, Sawada descobriu um tipo de ferrugem parasitando lavouras de soja no Japão. Ele então a nomeou *Phakopsora. sojae*. Entretanto, estudos posteriores realizados por Hiratsuka em 1932, demonstraram que este fungo era morfológicamente idêntico a *P. pachyrhizi*. Neste mesmo ano, Hiratsuka finalmente concluiu haver apenas um único fungo causador da doença da ferrugem na soja: *P. pachyrhizi*. Todos os outros nomes citados anteriormente são, portanto, sinônimos de *P. pachyrhizi*.

Segundo, Sinclair (1977) (Tabela 1), o fungo *P. pachyrhizi* foi mais frequentemente encontrado no hemisfério ocidental, no ano de 1913. Isso se deve ao fato da ilha de Porto Rico ter sido visitada por pesquisadores de vários países.

Tabela 1 – Hospedeiros da *Phakopsora pachyrhizi* reportados no hemisfério ocidental (adaptado de Sinclair 1977).

Ano	Hospedeiro	País
1913	<i>Teramnus uncinatus</i>	Porto Rico
1916	<i>Dolichos lablab</i>	Costa Rica
1917	<i>Phaseolus lunatus</i>	Porto Rico
1922	<i>Glycine max</i>	USA
1940	<i>Crotalaria spp</i>	Brasil
1963	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Porto Rico

De acordo com a Tabela 2, (adaptada de Yang, 1977) nota-se a evolução do fungo *P. pachyrhizi* no hemisfério oriental.

Tabela 2 – Distribuição geográfica e cronológica *Phakopsora. Pachyrhizi* no hemisfério oriental (adaptação de Yang 1977)

Ano	País
1902	Japão
1906	Índia
1914	Taiwan
1934	Austrália
1935	Coreia
1940	China

Segundo Bromfield, (1980) em 1914 a ferrugem foi descrita em diversos países do continente Asiático como sendo uma epidemia severa a qual acometeu o sudoeste do continente. A doença foi relatada no continente Africano somente na década de 90 (LEVY, 2005).

Na década de 70, Deslandes relatou ter encontrado o fungo *P. pachyrhizi* na cultura da soja (*Glycine Max* L.) em áreas de pesquisa da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Lavras:

“Trata-se de uma forma de ferrugem das folhas, diferente das ferrugens comuns entre nós, e que poderia ser distinguida com o nome de ferrugem parda. Já está comprovado que ela é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*”

A partir deste relato, Deslandes (1979) fez um levantamento da incidência deste fungo em mais de 700 propriedades, envolvendo um total de 200 cidades. Nesta pesquisa o autor encontrou o fungo em 22 propriedades de 18 municípios. Os hospedeiros da *P. pachyrhizi* em ocorrência natural foram: lab-lab (*Dolichos lablab*) e o feijão fava (*Phaseolus lunatus*). Em áreas experimentais da atual Universidade Federal de Lavras, Deslandes (1979) diagnosticou a *P. pachyrhizi* além das Fabacea já citadas, em *Phaseolus bracteolatus*, *Macrotilium lathyroides*, *Phaseolus vulgaris*, Caupi (*Vigna sinesis*), e *Desmodium* sp.

Foi no ano de 2001 que a ferrugem asiática constituiu danos severos em lavouras comerciais da cultura da soja no Brasil. Os primeiros relatos foram realizados por Jaccoud Filho et al. (2001), na região dos Campos Gerais do Paraná e por Yorinori (2001) que relatou a epidemia na região oeste do Paraná e no Paraguai.

Em abril de 2004, PREEZ; RIJ; LAWRENCE, (2005) observaram dois tipos de ferrugem em áreas experimentais de feijão na África do Sul. Uma delas foi classificada como ferrugem comum do feijoeiro, enquanto a outra como uma ferrugem desconhecida. Posteriormente, por meio de comparação das características morfológicas dos uredosporos e por teste de PCR, comprovaram como sendo *P. pachyrhizi*.

No Brasil, na região dos Campos Gerais do Paraná, Jaccoud et al. (2006e) observaram lavouras de feijão com sintomas de ataque de outro tipo de ferrugem, as quais se diferenciavam dos sintomas da ferrugem comum do feijoeiro pelas seguintes características:

“Em lavouras de feijão dos tipos CARIOCA e PRETO na região dos Campos Gerais do Paraná, observaram-se nas folhas baixeiras, sintomas de pequenas lesões marrom claras a marrom escuras, delimitadas pelas nervuras. Com a evolução dos sintomas, as folhas tornavam-se cloróticas e secas, com queda prematura. Exames das estruturas morfológicas do fungo em questão e, por meio da técnica do PCR demonstraram tratar-se de *Phakopsora pachyrhizi* o agente da ferrugem asiática da soja”.

No trabalho realizado por Jaccoud Filho et al. (2006d) com o objetivo de mapear a evolução da *P. pachyrhizi* em lavouras comerciais de feijão (*P. vulgaris* L.), foram coletadas amostras de folhas em 52 lavouras comerciais de feijão (*P. vulgaris* L.) de diferentes regiões produtoras. As regiões visitadas no Sul de São Paulo foram Taquarituba, Avaré, Itapeva, Capão Bonito, Itararé e Itaberá, enquanto no Paraná, Wenceslau Braz, Castro, Ponta Grossa, Palmeira, Irati, Mauá-da-Serra e Cambira. Os pesquisadores relataram que 12% das amostras coletadas encontravam-se no estágio fenológico R5, enquanto 35% no estágio R6, 37% no estágio R7, e finalmente 17% delas no estágio R8. Foi detectada a presença da ferrugem asiática em aproximadamente 10% das amostras analisadas, nos estádios fenológicos R7 e R8, 4% e 6% respectivamente.

2.3 ETIOLOGIA

A ferrugem da soja é causada pelo fungo pertencente ao gênero *Phakopsora*, filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes, ordem Uredinales e família *Phakopsoraceae*. Trata-se de um parasita biotrófico, ou seja, que necessita de uma célula hospedeira viva para sobreviver. Duas espécies do gênero *Phakopsora* são descritas como causadoras da ferrugem na soja, *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. e *Phakopsora. meibomiae* Arthur.

A *P. meibomiae*, causadora da ferrugem americana, ocorre em regiões de temperaturas mais amenas e raramente causa perda econômicas; *P. pachyrhizi*, no Brasil, desde de 2001, esta causando sérios danos e em países onde ocorre a mais tempo a perda vêm se acentuando, podendo causar reduções de até 80% na produtividade. (SINCLAIR; HARTMAN 1999).

Por não haver estudos suficientes que relatassem a incidência de *P. meibomiae* na cultura da soja até 1992, toda ferrugem encontrada na soja era atribuída como sendo causada pela espécie *P. pachyrhizi*. Após o trabalho desenvolvido por Ono et al. (1992) é que se constatou a existência das duas espécies do fungo *Phakopsora* na cultura da soja.

A diferenciação das espécies foi realizada através de análise morfológica de teliosporos de amostras herborizadas procedentes de diferentes países. As principais diferenças morfológicas entre as duas espécies estão nos teliosporos, já que a *P. pachyrhizi* apresenta teliosporos organizados de duas a sete camadas, enquanto as paredes dos esporos possuem coloração marrom amarelado pálido, com espessura relativamente uniforme de 1mm podendo apresentar-se levemente engrossadas e, com até 3mm de espessura nas células das camadas apicais, a *P. meibomiae*, por outro lado, apresenta teliosporos organizados de uma a quatro camadas, raramente cinco, enquanto os esporos possuem paredes cuja coloração pode variar de canela a castanho claras, com 1,5 a 2,0 mm de espessura. Entretanto suas células da camada apical tem espessura de até 6 mm (CARVALHO JUNIOR; FIGUEIREDO, 2000).

Apesar das diferenças morfológicas e sintomatológicas entre as duas espécies de *Phakopsora*, a identificação precisa das espécies só foi possível com a utilização das técnicas moleculares específicas para a diferenciação e identificação das espécies *P. pachyrhizi* e *P. meibomiae* (FREDERICK et al. 2002).

2.4 SINTOMATOLOGIA

Na cultura da soja os sintomas são observados em toda a parte aérea da planta (Figura 2), todavia são mais comumente observados nas folhas do terço inferior da planta (BALARDIN; DALLANGNOL; DIDONE, 2006)

Os sintomas iniciais são caracterizados por minúsculos pontos mais escuros que a folha, de coloração esverdeada a cinza-esverdeada (JULIATTI et al. 2004). Na face inferior da folha pode se observar uma ou mais urédias que se rompem, liberando os uredosporos. As lesões geralmente possuem formato angular, podendo atingir de 2 a 5 mm de diâmetro e aparecem nos pecíolos, vagens ou caules (SINCLAIR; HARTMAN 1999). Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação, o enchimento de vagens bem como o peso final dos grãos (YANG et al. 1991).

Quanto à coloração, as lesões podem ser de castanha (Tan) a marrom-avermelhada (Reddish brown - RB), com manchas que podem apresentar uma ou mais urédias (pústulas), que encerram os uredosporos. As pústulas são mais abundantes nas folhas, principalmente na face abaxial. Com a evolução da doença ocorre o amarelecimento das folhas e posteriormente sua queda precoce, impedindo a completa formação dos grãos (YORINORI et al, 2002).



Figura 2- Sintoma da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, em folhas de soja. (Fonte: Jaccoud Filho 2007)

Segundo Jaccoud Filho e Dabul (2006), os sintomas da *P. pachyrhizi* em lavouras de feijão, apresentam-se inicialmente nas folhas baixas e posteriormente nas folhas do terço médio e terço superior. Trata-se de lesões marrom claras que com a evolução da doença passam a marrom escuras. Na face inferior, nos locais das lesões, é possível se observar o desenvolvimento de urédias que liberam uredosporos, muito semelhantes a “cristais de açúcar” (Figura 3). Com a evolução dos sintomas as folhas tornam-se cloróticas, secas e posteriormente caem.



Figura 3 - Sintoma da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, em folhas de feijão. (Fonte: Jaccoud Filho, 2005)

2.5 TEMPERATURA E MOLHAMENTO FOLIAR

A temperatura e o molhamento foliar, quando ocorrem simultaneamente, constituem fatores essenciais para a infecção por *P. pachyrhizi*. Com a associação destes dois fatores, há a germinação dos uredosporos, a formação do apressório e a penetração do fungo na superfície foliar. Vale, Zambolim e Chaves (1990), em ensaio realizado com a cultura da soja, em câmara de crescimento, sob condições de temperaturas controladas, concluíram que temperaturas na faixa de 16 a 24°C propiciam o aparecimento de um maior número de lesões por cm², podendo chegar até 34 lesões por cm². Quanto ao molhamento, os autores constataram que 16 horas resultaram no maior número de lesões por cm².

Segundo Juliatti (2004) temperaturas em torno de 15 a 20°C e umidade relativa do ar (UR%) em torno de 75% a 80% com períodos prolongados de orvalho, constituem condições ideais para o desenvolvimento do fungo na cultura da soja.

Yorinori et al (2004), em condições de casa de vegetação, observou os primeiros sintomas de ferrugem asiática em planta de soja 48 horas após a inoculação em plantas sadias. Os uredosporos germinam após uma hora em temperatura ambiente de 17 a 27 °C . Contudo, sabe-se que a penetração nos tecidos da folha pode ocorrer em temperaturas variando de 8 a 28 °C. Sob condições favoráveis, as primeiras lesões podem ser visíveis em quatro ou cinco dias após a inoculação, enquanto as primeiras frutificações podem aparecer de 6 a 7 dias após a inoculação.

2.6. DISSEMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA

Facilmente carregados pelo vento, os uredosporos podem ser transportados a longas distâncias através de massas de ar. Yorinori et al. (2003) inferiram que os esporos do fungo tenham chegado ao Brasil atravessando o oceano atlântico, vindo dos países do sul da África em 2001.

P. pachyrhizi por ser um parasita obrigatório, não sobrevive em restos culturais ou na ausência de hospedeiro. Sua sobrevivência na entressafra ocorre em hospedeiros alternativos tais como plantas voluntárias e cultivos de soja sob irrigação. Segundo Yorinori et al (2004), o esporo pode sobreviver até 50 dias sem a presença do hospedeiro.

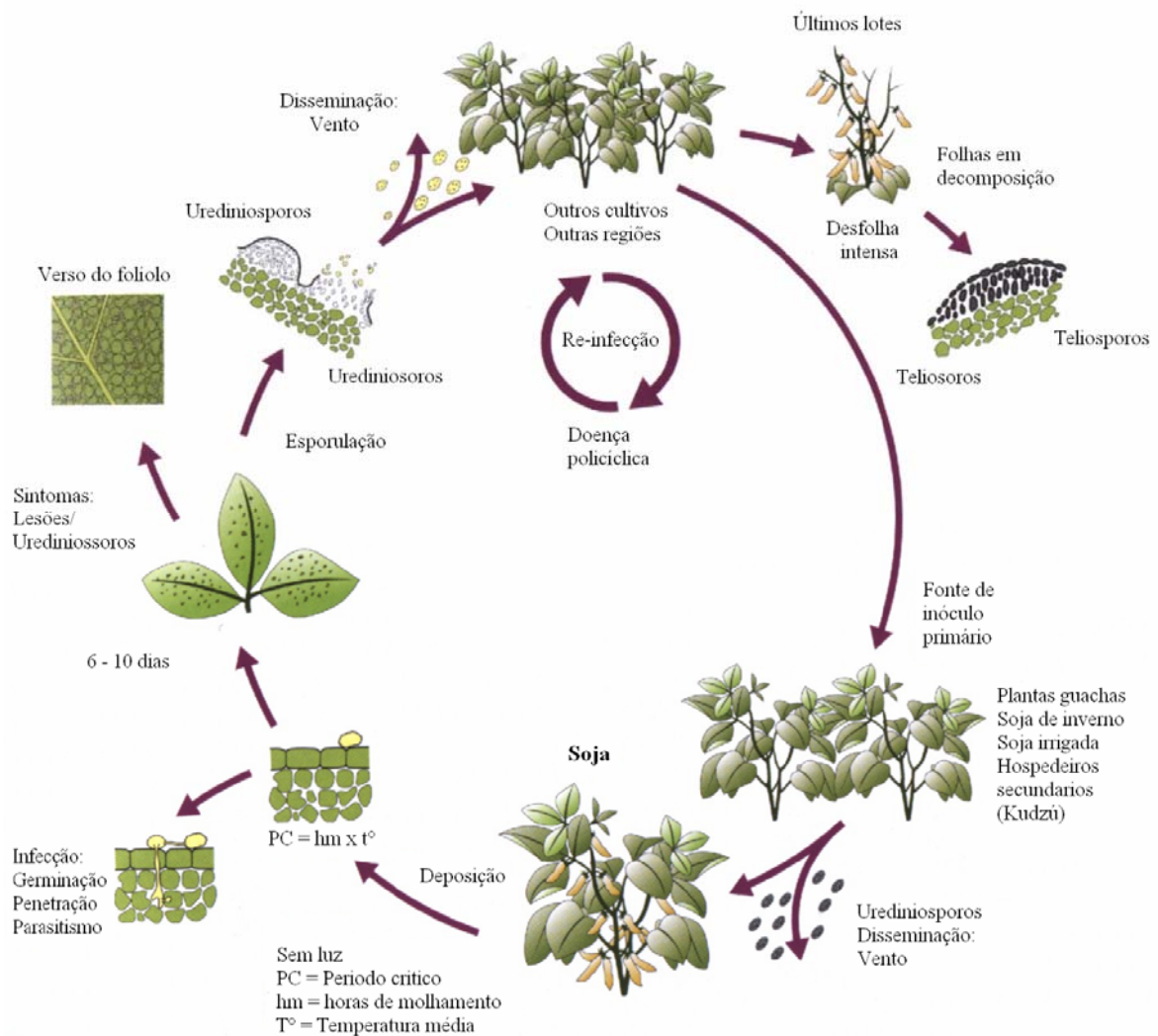


Figura 3 - Ciclo demonstrativo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006).

2.8 PERDA E CUSTO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Dentre os fatores que influenciam grandemente no controle da ferrugem asiática e consequentemente nos danos de produtividade e aumento do custo de controle, estão o estágio fenológico da planta, quando são observados os sintomas iniciais; as condições ambientais; a tolerância e o ciclo dos cultivares; a intensidade da doença; a eficiência do controle e o período

tempo residual dos produtos. Segundo Yang (1977) não há relatos de epidemia anteriores a 1940. Entretanto, Yang relata danos a produtividade na cultura da soja em 1960 em Taiwan, em 1970 na Índia, e em 1973 na China, Canadá, Indonésia, Coréia do Sul, Brasil, Colômbia e México. Na Tabela 3 encontram-se os resultados dos danos de produtividade em ensaios de campo na cultura da soja, sendo que o percentual de redução foi de até 50%.

Tabela - 3 O impacto de aplicação de fungicidas em 4 cultivares de soja, sob condições naturais de infecção de *Phakopsora pachyrhizi* (Adaptado de Yang, 1977)

Cultivar	Produtividade Ton/há		Redução de produtividade (%)
	Com fungicida	Sem fungicida	
Shih – Shih	1,58	1,22	23
Wakajima	2,00	1,36	32
Kao-hsiung	1,77	0,88	50
Tainung	2,07	1,57	24

Desde 2001 como se pode observar pela Tabela 4, a ferrugem asiática esteve presente em grande parte dos estados produtores do Brasil, resultando num aumento de custo de produção. Isso se deve ao uso de fungicidas bem como a perdas de produtividade, gerando um gasto de aproximadamente 10 bilhões de dólares (EMBRAPA 2007).

Tabela 4 – Custo total da ferrugem asiática (*Phakopsora. Pachyrhizi*) da soja desde a safra 2001/02 até a safra 2007/07 .

Safra	Perda em Grãos / ton	Custo ferrugem/US\$*	Regiões mais afetadas	Observações
2001/02	569,2 mil (US\$125,5 milhões)	US\$17,7 milhões	RS, PR, MS, MT, GO	Como a doença era uma novidade, os produtores estavam despreparados para realizar o diagnóstico e o controle. As aplicações, de modo geral, foram realizadas tardiamente. Não havia produtos registrados para ferrugem da soja e 80% das aplicações para controle das doenças de final de ciclo eram feitas com produtos do grupo dos benzimidazóis (que não são eficientes no controle da ferrugem).
2002/03	3,4 milhões ton (US\$737,4 milhões)	US\$1,16 bilhão	Ocorrência em praticamente todas as regiões produtoras, exceto RR e PA	Embora tenha ocorrido em quase todos os estados produtores, a doença provocou perdas em: MT, GO, MG, BA e RS, exigindo, em média, 1 aplicação. Havia somente 5 produtos registrados em caráter emergencial para o controle da doença e se desconhecia a eficiência dos produtos em condições de alta pressão da doença. Nessa safra, a maior agressividade ocorreu na região Oeste da Bahia, onde não havia sido constatada ferrugem no ano anterior. Houve muito descrédito dos produtores com relação a agressividade da doença e também falta de produtos para o controle.
2003/04	4,6 milhões ton (US\$1,22 bilhões)	US\$ 2,08 bilhão	Todos os estados produtores, com exceção de RR	Novamente a ocorrência foi praticamente generalizada, mas a doença provocou perdas em: MT, GO, MG e SP, exigindo, em média, 1,5 aplicações. Houve problema de falta de produtos para controle. A Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil aprova pela primeira vez, em agosto de 2004, o ranqueamento dos produtos indicados, segundo o nível de eficiência sob alta pressão da doença.
2004/05	De acordo com os dados da Conab não houve quebra de produção no MT, nessa safra. Provavelmente o aumento da área plantada compensou a perda por ferrugem.		MT	Mato Grosso foi o principal Estado afetado Na região de Primavera do Leste-MT a doença foi detectada em estádios iniciais da cultura. Nos demais Estados, a seca foi o fator mais significativo da safra. Em 2004, foi instituído o Consórcio Anti-ferrugem.
2005/06	2,9 milhões ton (US\$640 milhões)	US\$2,124 bi	Todos os Estados produtores, exceto RR	A soja na entressafra ocasionou a ocorrência da doença em estádios iniciais da cultura no MT, SP e MG. Muitos produtores/técnicos ainda tiveram dificuldade no diagnóstico. Como o número de aplicações aumentou, muitos usaram meia dose na expectativa de diminuir o custo, o que não é recomendado. Ainda houve aplicações tardias e muitas falhas de controle foram em função da inobservância das recomendações de tecnologia de aplicação.
2006/07	2,67 milhões ton (US\$615,17 milhões)	US\$2,19 bi	Todos os Estados produtores, exceto RR	

Fonte: Embrapa (2007)

2.9 DIFERENÇAS EPIDEMIOLÓGICAS ENTRE *Phakopsora pachyrhizi* E *Uromyces appendiculatus*.

Regiões de clima temperado apresentam uma característica altamente relevante do ponto de vista epidemiológico, já que devido ao intenso frio e a existência de fortes nevascas, propiciam o rompimento do ciclo dos patógeno. Diferentemente, em regiões de clima tropical e subtropical, onde o clima permanece ameno na maior parte do ano, há presença de plantas voluntárias que servem de hospedeiros possibilitando a sobrevivência dos patógenos durante a entre safra. Em regiões de clima temperado patógenos, como a *P. pachyrhizi*, após o seu período latente, atinge um grande pico de esporulação. Isto permite a produção de uma grande quantidade de esporos causadores de novas lesões. Estes possibilitam que alguns desempenhem a árdua tarefa de ultrapassar a tão poderosa condição climática adversa para sua sobrevivência. (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996).

Em regiões de clima tropical e subtropical, onde as condições climáticas são mais amenas que as condições de clima temperado, patógeno como o *U. appendiculatus* apresentam esporulação menos eficiente, sem atingir um grande pico. Contudo demonstram inúmeros picos menos intensos por um período maior de esporulação, precisando apenas de hospedeiros alternativos (plantas daninhas ou até mesmo o próprio feijão) no período em que a cultura não estiver no campo, o que garante um meio eficiente de sobrevivência (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996).

CAPÍTULO I

ELABORAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) NA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*)

RESUMO

Facilmente disseminada pelo ar, a ferrugem asiática é uma doença políciclica, que se desenvolve com molhamento foliar e temperatura amena, causando redução da área fotossintética e desfolha precoce. Essa doença vem sendo considerada por pesquisadores como uma das principais na cultura da soja. Até o presente momento, considerando danos de produtividade e gastos extras com fungicidas, a ferrugem asiática causou um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares na cultura da soja. A primeira detecção do agente etiológico da ferrugem asiática ocorreu em lavouras comerciais de feijão no Brasil, em levantamentos realizados na região dos Campos Gerais do Paraná. O objetivo do trabalho foi o de elaborar uma escala diagramática para avaliações da ferrugem asiática na cultura do feijão. Para sua elaboração, foram coletados 50 folíolos com sintomas de doenças das cultivares JALO PRECOCE E RADIANTE. Com auxílio do programa *Quant* foram determinados os níveis de severidade máxima (77,10%) e mínima (1,02%) e através da “lei do estímulo visual de Weber e Fechner” foram determinados outros seis níveis intermediários de severidade 2,3; 5,11; 10,97; 21,99; 39,19; 59,58. Para determinação da severidade real, foram coletados aleatoriamente 50 folíolos com diferentes níveis de severidade. Dos 10 avaliadores que participaram da validação da escala, cinco possuíam experiência em quantificação de doenças, enquanto os outros não. Os 50 folíolos foram avaliados primeiramente sem a escala e posteriormente com o auxílio desta. O desempenho de cada avaliador foi determinado pela precisão dos resultados, obtida pela regressão linear (R^2) dos dados reais e suas estimativas, enquanto a acurácia foi analisada por meio do teste *t* aplicado ao coeficiente angular da reta (*b*) e ao coeficiente linear da reta (*a*). A variância dos erros absolutos, outro parâmetro utilizado, foi calculada pela diferença entre a severidade real e estimada. Os avaliadores além de melhoraram sua precisão, apresentaram, ao utilizar a escala, erros absolutos inferiores a 10%. Sete dos dez avaliadores foram considerados acurados. De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a escala diagramática foi eficaz na avaliação da ferrugem asiática no feijão, tendo tornando as avaliações da ferrugem mais rápidas, acuradas e precisas.

Palavras-chave: escala diagramática, precisão, acurácia, ferrugem asiática e feijão.

ABSTRACT

Easily disseminated through the air, the Asian rust is a polycyclic disease, which develops due to water availability on the leaf surface as well as to the mild temperature, resulting in losses of photosynthetic area and early defoliation. This disease has been considered by researchers the most harmful in soybean crops. According to Embrapa data (2007), until the current moment, it has caused losses of approximately 10 billion *reais*, including fungicides extra expenses and low-yield crops. The first Asian rust etiologic agent detection, in commercial common bean crops in Brazil, was observed by Jaccoud Filho et al (2005b) in the region of Campos Gerais, in Paraná. This paper aimed at elaborating a diagrammatic scale to Asian rust assessment in common bean crops. In order to elaborate the scale, fifty leaflets were collected from JALO PRECOCE and RADIANTE cultivars. The maximum (77,10%) and minimum (1,02%) severity levels were determined by the *Quant* program and the other six intermediate levels by the “Weber and Fechner’s stimulus law” (2,3%)-(5,11%)-(10,97%)-(21,99%)-(39,19%)-(59,58%). Fifty leaflets with different severity levels were randomly collected to the real severity determination. Among the ten raters who participated in the scale validation, five were experienced in phytopathology while the others were not. The leaflets were firstly evaluated without the scale and later with the use of it. The raters’ performance was determined by the results precision, which was obtained by the linear regression (R^2) of the real data and their estimate while the accuracy was analyzed by the *t* test applied to the line angular coefficient (b) and to the line linear coefficient (a). The absolute errors variability was another parameter to be used and it was calculated by the difference between the real and estimated severity. The raters, when using the scale, not only improved their precision, but also presented absolute errors lower than 10%, which is an ideal value according to Nutter. Seven raters were considered accurate. Based on the results it can be affirmed that the diagrammatic scale demonstrated to be efficient in Asian rust assessment in common bean crops, being able to make the assessments faster, more accurate as well as precise.

Keywords: diagrammatic scale, precision, accuracy, Asian rust and common bean.

1 INTRODUÇÃO

Em 2006, Jaccoud Filho et al. (2006a.) relataram a presença de *Phakopsora pachyrhizi* como causadora de ferrugem asiática da soja na cultura do feijão. Esse fungo vem causando danos à cultura da soja, tendo causado até o presente momento, um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares (EMBRAPA 2007).

De acordo com Bergamim Filho e Amorim (1996), a quantificação da doença é um dos fatores mais importantes nos programas de manejo das doenças, e um dos métodos mais utilizados, devido a sua facilidade de uso, é a escala diagramática. Devido aos parâmetros proporcionados pela escala, a avaliação torna-se menos subjetiva.

Várias são as opções ao se proceder a avaliação da severidade de uma doença. Algumas delas, tais como imagem de vídeo, imagem de ressonância magnética nuclear bem como fotografia infravermelha, por demandarem de equipamentos sofisticados geram um custo bastante alto. Nesse contexto é que a escala diagramática torna-se relevante. Uma escala diagramática é de fundamental importância, já que contribui para a redução da subjetividade de cada avaliação, minimizando possíveis erros de precisão e acurácia. (AMORIM, 1995)

Para avaliação da ferrugem asiática na cultura da soja, Godoy, Koga e Canteri, (2006) elaboraram e validaram uma escala diagramática com seis níveis, sendo o menor nível 0,6% e o maior nível 78,5% de severidade. Outro fato relevante observado no trabalho desses pesquisadores é que todos os avaliadores melhoraram suas estimativas de acurácia e precisão ao fazerem uso da escala proposta.

Para a elaboração de uma escala diagramática que quantifique danos em uma cultura, segundo Amorim et al,(1993), é fundamental que: se observe os limites superiores e inferiores a

fim de verificar se representam o mínimo e o máximo da doença no campo; se determine com grande precisão a doença no campo; que se calculem os subníveis pela lei de Weber-Fechner, respeitando as limitações da visão humana, cuja capacidade de leitura de tecido doente, para níveis de severidade, é inferior a 50%.

De acordo com Berger 1980 (apud BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996), ao se elaborar uma escala diagramática, é essencial que seu uso seja simplificado; que ela seja aplicável a uma série de diferentes condições; que seja de fácil reprodução e finalmente que apresente níveis suficientes para representar todos os estádios fenológicos da cultura. Godoy (1997) menciona que a experiência e percepção do avaliador também constituem fatores fundamentais no sucesso da escala.

Godoy et al. (1997) mencionam ainda que variações da precisão e da acurácia são comumente observadas, devido a estimativa direta da área foliar ser subjetiva. Para mensurá-las deve-se proceder a análise estatística de regressão simples. Há duas variáveis que precisam ser consideradas ao se elaborar uma escala: acurácia e precisão. A acurácia descreve o quanto a média de uma estimativa é próxima de um valor real da quantidade de uma doença. Enquanto a precisão descreve a repetibilidade da severidade, ou seja, variações associadas a uma estimativa desconsiderando a média do valor.

Com base nessas informações, é possível dizer que, ao se pensar em manejo da ferrugem asiática no feijão, a existência de uma escala diagramática faz-se fundamental para avaliações de possíveis danos.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi de elaborar uma escala diagramática para avaliações da ferrugem asiática na cultura do feijão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração da escala diagramática

Para elaborar a escala diagramática para a avaliação de ferrugem asiática *P. pachyrhizi* na cultura do feijão, foram coletados 50 folíolos das cultivares JALO PRECOCE e RADIANTE. As cultivares foram escolhidas com base nos resultados de Passini et al (2006b). Cada folíolo foi coletado contendo diferentes níveis de severidade. As folhas foram fotografadas individualmente, com o auxílio de uma câmera fotográfica digital (NIKON COLL PIZ 54) com resolução de 600 dpi. O programa *Quant* (VALE et al.,2003) foi utilizado para analisá-las quanto ao percentual real de área foliar com lesões de ferrugem asiática, juntamente com seu halo amarelo, resultando em um nível superior e um inferior. Outros seis níveis intermediários foram obtidos matematicamente de acordo com a acuidade da visão humana definida pela “lei do estímulo visual de Weber e Fechner”. A partir dos dados obtidos elaborou-se a escala diagramática (Figura 1).

2.2 Validação da escala diagramática

Para a validação da escala diagramática de avaliação de ferrugem asiática na cultura do feijão, 50 folíolos foram coletados, identificados e posteriormente fotografados e a porcentagem real de severidade da ferrugem asiática (considerando o halo amarelo), conforme discutido no item 2.1

A validação da escala consistiu-se do resultado das análises de 10 avaliadores, cinco com experiência em quantificação em doenças e cinco sem experiência. Cada um deles avaliou os 50 folíolos, primeiramente sem a escala e posteriormente com o auxílio desta. O desempenho de

cada avaliador foi determinado pela precisão dos resultados, obtida pelo coeficiente de determinação (R^2) dos dados reais (variável independente) e suas estimativas (variável dependente).

A acurácia dos avaliadores foi analisada por meio do teste t , aplicado ao coeficiente angular da reta (b) e ao coeficiente linear da reta (a). A variância dos erros absolutos foi outro parâmetro utilizado, tendo sido calculado pela diferença entre a severidade real e a severidade estimada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escala diagramática proposta por este trabalho foi embasada pela lei de Weber-Fechner e possui oito níveis de severidade da doença, quanto a área lesionada. O nível inferior é de 1,0% e o superior é de 77,1%, sendo o último o máximo encontrado no campo quando as folhas de feijão foram coletadas para a elaboração da escala (Figura 1). Segundo a lei de Weber-Fechner, a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo. Sendo assim, pode-se perceber que o estímulo proporcionado pelos sintomas deve crescer exponencialmente para que a visão humana consiga diferenciá-lo.

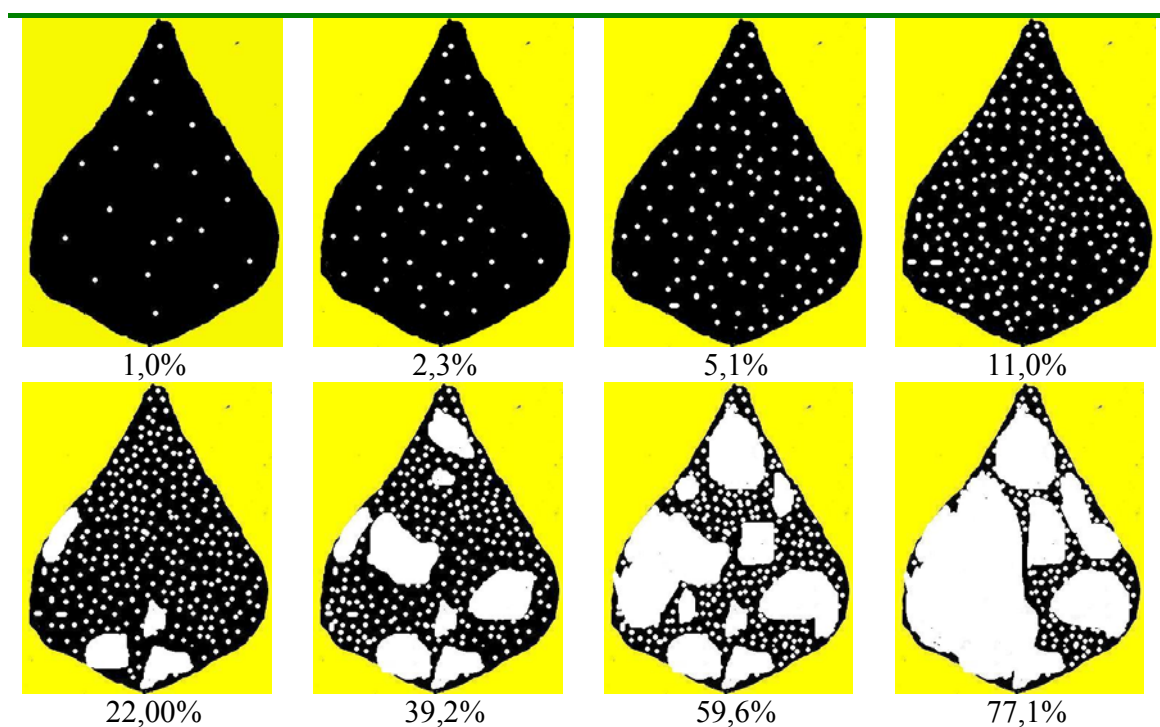


Figura 1- Escala diagramática de ferrugem asiática causada pelo fungo (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Para a validação da escala diagramática foram coletados novos folíolos. Com o auxílio do programa *Quant* (VALE et al., 2003) realizou-se a quantificação da severidade real. O maior nível obtido foi de 80,2% enquanto o menor foi de 4,0%. Esses valores diferem-se dos níveis utilizados

para a elaboração da escala, onde o mínimo foi 1,0% e máximo 77,1%, além de contrariar Amorim (1995), que afirma que a escala deve representar o máximo e o mínimo da doença no campo. Pode-se atribuir essa variação a grande potencial de disseminação da ferrugem asiática.

Segundo Bergamim Filho e Amorim, (1996) a precisão é a exatidão de uma operação onde o refinamento na medida é um fator a ser considerado na validação da escala diagramática e esta pode ser medida através do coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variação dos erros absolutos (diferenças entre severidade estimada e real).

Ao se analisar os valores de R^2 (Tabela 1 e Figuras 2 e 3), obtidos nas análises dos avaliadores, pode-se perceber que quando auxiliados pela escala houve um grande aumento na precisão. Diante dos resultados, observa-se que os avaliadores inexperientes obtiveram maiores incrementos de precisão em relação aos experientes, concordando com o trabalho de Andrade et al. (2005) e de Godoy, Koga e Canteri, (2006). De acordo com os trabalhos destes pesquisadores, os valores de R^2 não ultrapassaram 95%, sendo por isso, apontados como valores desejáveis por Kranz (apud. BERGAMIM FILHO; AMORIM,1996).

Segundo Nutter (1989), (apud HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2006) para que o avaliador seja classificado como excelente, o erro absoluto deve se concentrar entre 5 e 10% do valor real. Se não ultrapassar 10% do erro absoluto deve então ser considerado bom. Martins et al. (2004) e Andrade et al. (2005) observaram erros similares ao deste trabalho para avaliadores inexperientes ao fazerem uso da escala diagramática. Entretanto Godoy, Koga e Canteri (2006) relataram que mesmo quando os avaliadores fizeram o uso da escala, o erro absoluto chegou a 25%. Neste contexto, a eficiência da escala diagramática em questão, melhorou a eficiência dos avaliadores, tendo em vista que o erro absoluto não ultrapassou 10% (Figura 4 e 5) quando os avaliadores usaram a escala, ao passo que quando os avaliadores não usaram a escala os erros encontravam-se na faixa de até 40%.

Tabela 1 - Coeficientes lineares (a) coeficientes angulares (b) e coeficientes de correlação (R^2) obtidos na regressão entre a severidade real (variável independente de x) e severidade estimada (variável dependente de y) de cinquenta folíolos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com sintomas de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

	Avaliador	Sem escala			Com escala		
		a	b	R^2	a	b	R^2
Sem experiência	A	0,70	-2,30	0,46	0,40	-4,30*	0,93
	G	2,50	-1,70	0,46	2,50	-2,40	0,95
	H	2,70	-4,00*	0,16	0,05	-0,80	0,92
	D	-0,70	1,10	0,51	0,10	-0,70	0,93
	M	-0,80	-3,20	0,41	2,30	-2,50	0,80
Com experiência	B	2,90	0,90	0,64	-0,50	-0,30	0,80
	C	0,30	2,90	0,68	-0,50	0,60	0,90
	I	0,10	4,00*	0,73	1,00	-1,20	0,84
	E	1,20	2,80	0,67	2,00	-0,20	0,89
	F	1,90	1,60	0,60	2,30	-2,50	0,89

*situações nas quais as hipóteses de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foram rejeitadas pelo teste t a 1% de probabilidade.

Além da precisão, outro fator relevante na validação de uma escala diagramática é a acurácia. Sendo essa obtida através do cálculo da inclinação da regressão linear (b) pelo teste t que deve ser igual a 1, isto é, o valor de b calculado pela fórmula $b-1/\text{erro padrão}$ e pelo teste t deve ser menor do que o valor tabelado (3,99), levando em consideração o número de graus de liberdade. Grande parte dos avaliadores, com ou sem a escala, foram acurados, já que os valores de b não foram significativos pelo teste t . Na avaliação sem escala, apenas o avaliador “H” apresentou resultados inferiores da severidade real, ao contrário do avaliador “I”, cujos resultados foram superiores ao da escala real.

A acurácia pode ainda ser calculada pelo coeficiente linear da reta ‘a’, determinado através da fórmula $a-0/\text{erro padrão}$ no teste t . O resultado deve ser menor que o valor tabelado (3,85) para ser considerado igual a 0, e portanto ser aceito como acurado. É possível verificar que todos os resultados apresentados pelos avaliadores ao utilizarem a escala não foram

significativos, e, portanto foram acurados. Outro fato observado foi que apenas o avaliador “A”, ao efetuar a avaliação com o auxílio da escala, apresentou resultados significativos, portando sem acurácia.

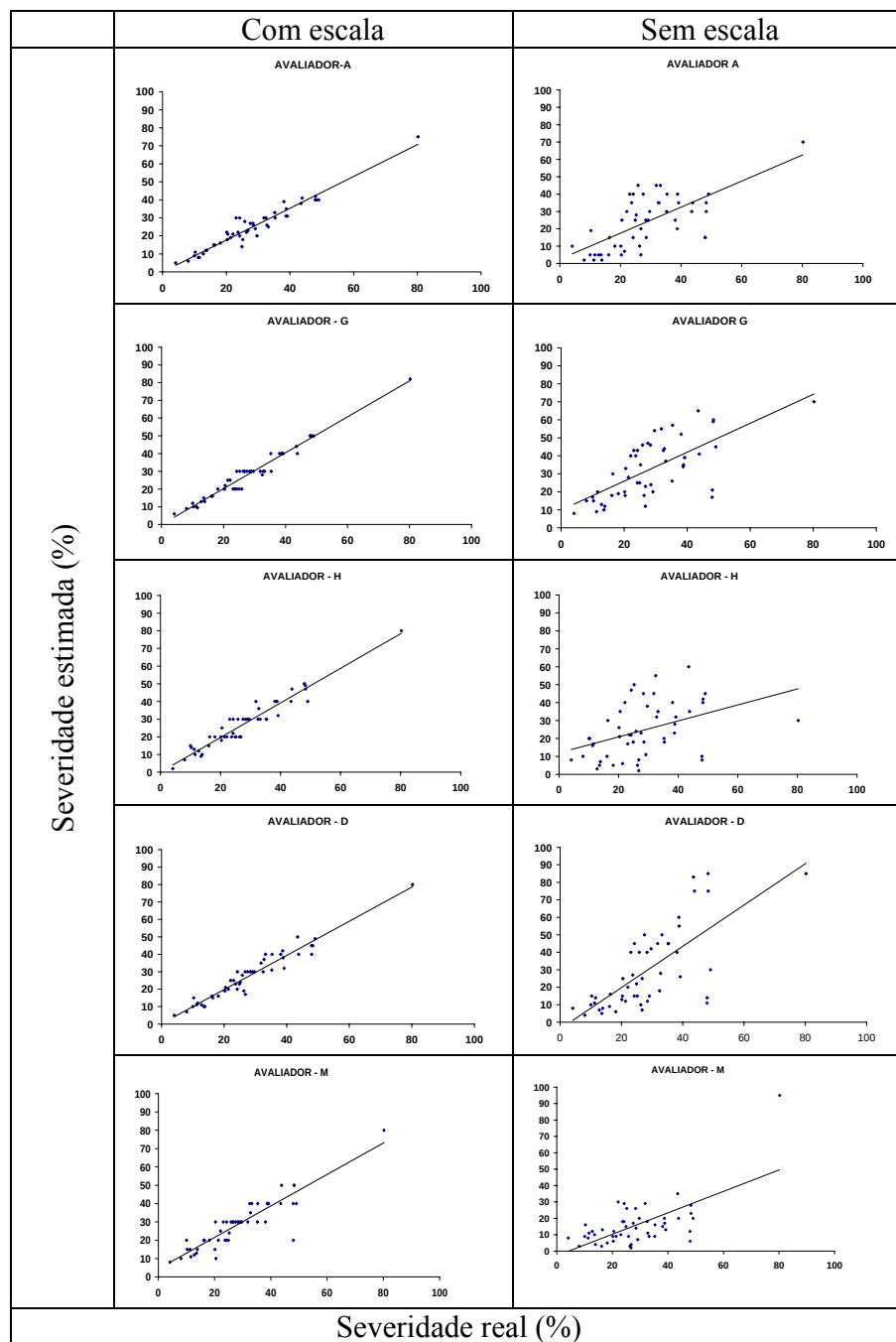


Figura 2 - Severidade estimada em porcentagem com e sem o auxílio da escala diagramática e linha de regressão obtida entre a severidade real e a estimada, para cinco avaliadores sem experiência em quantificação de doenças.

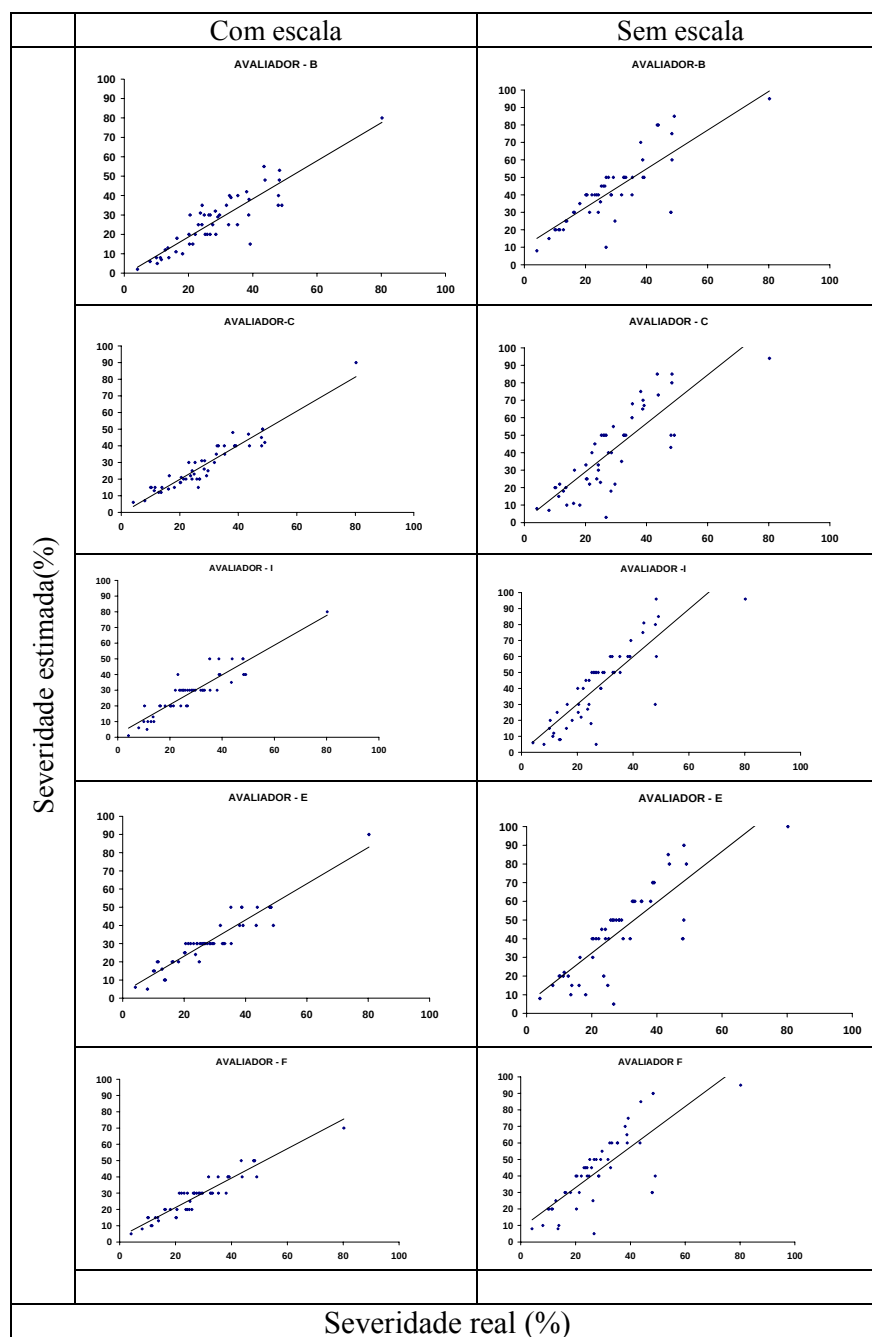


Figura 3 - Severidade estimada em porcentagem com e sem o auxílio da escala diagramática e linha de regressão obtida entre a severidade real e a estimada, para cinco avaliadores com experiência em quantificação de doenças.

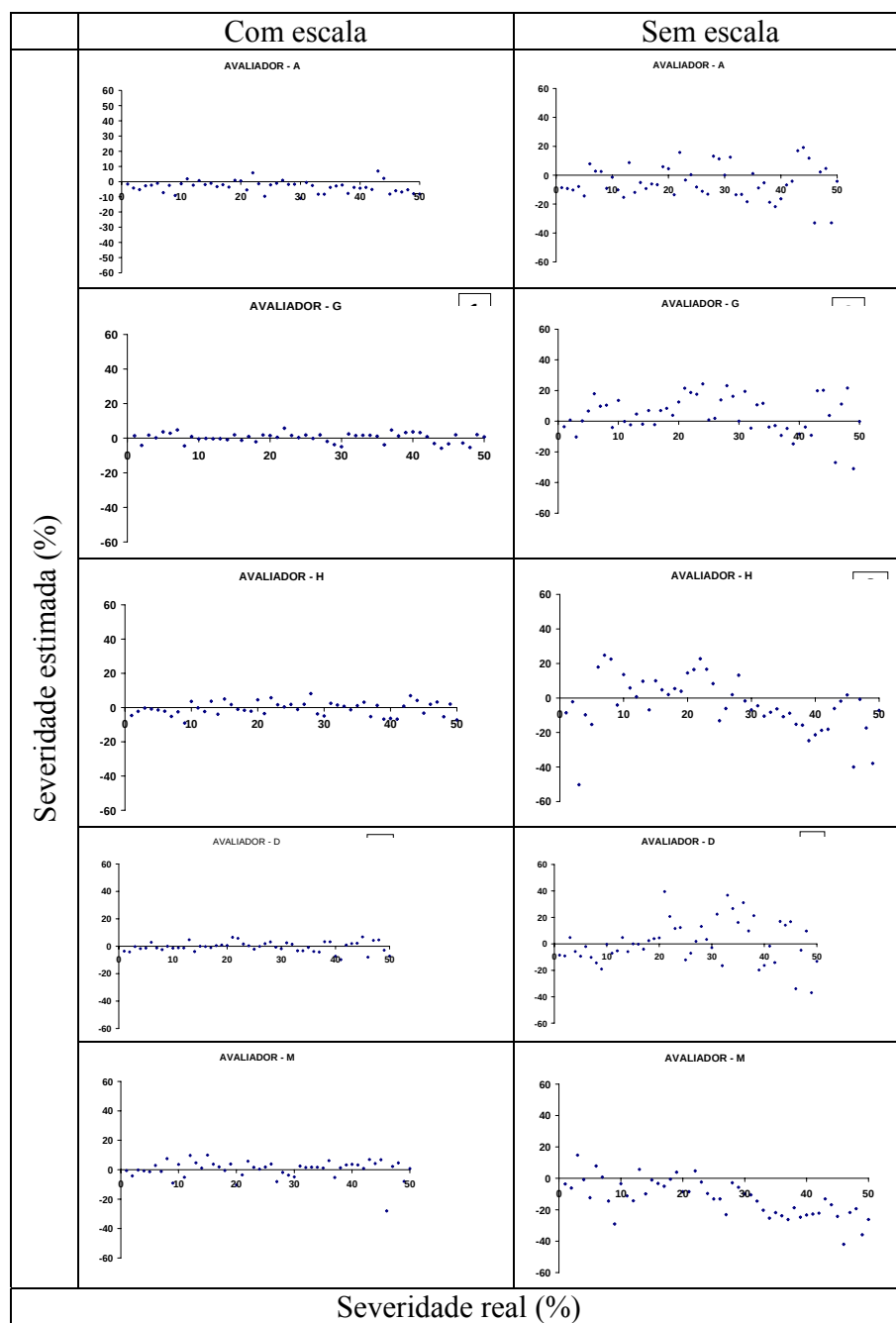


Figura 4 - Erros absolutos (severidade estimada menos a severidade real) para cinco avaliadores de ferrugem asiática na cultura do feijão, sem experiência em quantificação de doenças com e sem o auxílio da escala diagramática.

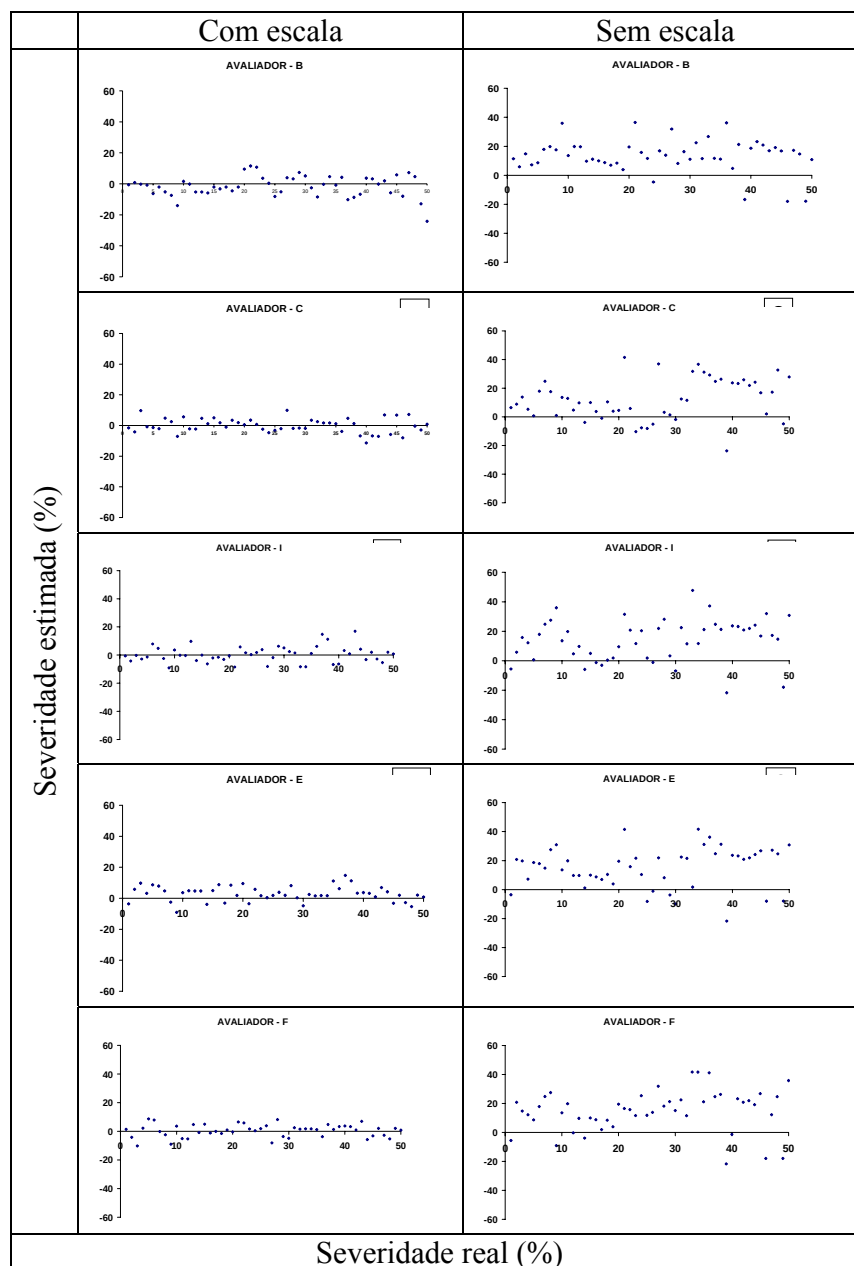


Figura 5 -Erros absolutos (severidade estimada menos a severidade real) para 5 avaliadores de ferrugem asiática na cultura do feijão, com experiência em quantificação de doenças, com e sem o auxílio da escala diagramática.

4 CONCLUSÃO

- De acordo com os resultados, é possível afirmar que a escala diagramática foi eficaz na avaliação da ferrugem asiática no feijão, tendo melhorado as avaliações da ferrugem, acuradas e precisas.

CAPÍTULO II

REAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) À FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*), EM CONDIÇÕES NATURAIS DE INFECÇÃO.

RESUMO

A ferrugem asiática causou, até a última safra, prejuízos que chegaram a 10 bilhões de dólares na cultura da soja. Por serem ambas leguminosas (Fabaceae), a soja e o feijão apresentam características em comum. A primeira detecção do agente etiológico da ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, em lavouras comerciais de feijão no Brasil, foi realizada em levantamentos realizados na região dos Campos Gerais, no Paraná. O objetivo deste trabalho foi o de verificar os níveis de resistência das cultivares de feijão à ferrugem asiática. No experimento, 23 cultivares dos grupos preto, carioca e manteigão foram utilizadas sob condições naturais de infecção. Com o intuito de simular uma situação recorrente de transmissão de inóculo, sementes de soja foram semeadas em faixas paralelas, as faixas das cultivares de feijão. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com vinte e três tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram compostas por duas linhas com espaçamento de 0,45 m e 6 m de comprimento, totalizando uma área de 5,4 m². Diante dos resultados, observou-se que cultivares do grupo manteigão (JALO PRECOCE e RADIANTE) apresentaram alta severidade da doença, com níveis de até 40% de severidade, enquanto feijões dos grupos carioca e preto demonstraram níveis variando de resistentes a suscetíveis. Dentre as cultivares testadas os menores níveis de severidade foram observados nas cultivares IPR-31 (2,6%), FT-BONITO (3,7%) e IPR-CHOPIM (3,8%). Quanto ao ciclo das cultivares, observou-se que as mais precoces foram aquelas que apresentaram maiores níveis de severidade à ferrugem asiática. Conclui-se que os níveis de resistência das cultivares de feijão à ferrugem asiática variaram de resistentes a suscetíveis. As cultivares do grupo manteigão foram as que apresentaram menores níveis de resistência à ferrugem asiática.

Palavras-chave: cultivares, ferrugem asiática, feijão, níveis de severidade, níveis de resistência.

ABSTRACT

According to Embrapa (2007), the Asian rust currently represents losses of approximately 10 billion of reais in soybean crop. Due to the fact of both being leguminous, soybean and common bean have characteristics in common. The first Asian rust etiologic agent detection, *Phakopsora pachyrhizi*, in commercial common bean crops in Brazil was observed by Jaccoud Filho et al (2005b) in the region of Campos Gerais, in Paraná. The purpose of the present study was to verify the common bean cultivars resistance levels to Asian rust. The experiment consisted of 23 cultivars, from PRETO, CARIOCA and MANTEIGÃO group, analyzed under natural infection conditions. In order to simulate a traditional inoculum transmission, soybean seeds were sowed in parallel lanes and between them the common bean cultivars were perpendicularly sowed. The experimental design used was randomized blocks with twenty-three treatments with four replications. The plots consisted of two lines with 0,45 m row spacing, totalizing an area of 5,4 m². According to the results, the cultivars from MANTEIGÃO (JALO PRECOCE and RADIANTE) group presented high disease severity, with levels of until 40%, while the CARIOCA and PRETO groups demonstrated levels varying from resistant to susceptible. Among the tested cultivars, the lowest severity levels were observed in IPR-31 (2,6%), FT-BONITO (3,7%) e IPR-CHOPIM (3,8%) cultivars. Considering the cycle of the cultivars, the earliest mature were the ones which presented the highest severity levels to Asian rust. It can be concluded that the common bean cultivars resistance levels to Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) vary from resistant to susceptible. The cultivars from MANTEIGÃO group presented the highest resistance levels to Asian rust.

Keywords: cultivars, Asian rust, common bean, severity levels, resistance levels.

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de uma doença é o resultado da interação de três componentes: o patógeno, o hospedeiro e o ambiente. O homem pode atuar sobre todos eles e assim influenciar na intensidade das doenças. No patógeno, através do controle químico, biológico e/ou pela utilização de sementes sadias. No ambiente, pela utilização de práticas culturais, como época de plantio, densidade populacional das plantas, rotação de culturas entre outras. No hospedeiro, pela utilização da resistência de cultivares.

De acordo com Zimmermann et al. (1996) existem três formas de aumentar a produção de uma cultura, que são: abertura de novas áreas, utilização de tecnologia e melhoramento genético, sendo a última uma alternativa que, por parte dos agricultores, não requer aumento de áreas e grande investimento de capital. A utilização de cultivares resistentes tem recebido atenção por parte dos pesquisadores, pois em várias doenças é um método eficiente, seguro, barato e acessível a produtores de qualquer nível econômico. A primeira etapa para o desenvolvimento de cultivares resistentes é a detecção de genótipos que sirvam como fonte de resistência (FALEIRO, 2001).

A resistência de uma população natural de plantas aos patógeno é consequência dos efeitos cumulativos da totalidade dos genes de resistência que possui. Zimmermann et al. (1996) mencionam ainda que o efeito de um gene de resistência no nível de resistência total da população, deriva do seu efeito numa planta individual, multiplicado pela sua frequência. Na população do patógeno, as combinações gênicas e suas frequências ocorrem de forma a produzir o máximo de aptidão, conferindo-lhes uma resistência às mudanças genéticas, denominada homeostase genética. A eficiência dos trabalhos de seleção para resistência à

doenças, depende do local onde ela foi realizada, da técnica de inoculação, da concentração do inóculo e do estágio de desenvolvimento da planta.

Na cultura da soja, estudos realizados pela Embrapa Soja identificaram dez cultivares (BRS-134, BRSM5-BACURI, CS- 201, FT-2, FT-3, FT-17, FT-2001, Campos Gerais e KIS-601) resistentes à ferrugem asiática (YORINORI et al., 2002b). Posteriormente a resistência foi quebrada com o isolado do fungo proveniente do Mato Grosso. Das quatro fontes de resistência já descritas na literatura, apenas aquelas com os genes Rpp2 e Rpp4 permanecem resistentes à ferrugem no Brasil (ARIAS et al., 2004).

Estudos realizados em Taiwan mostraram a existência de pelo menos uma raça, contendo três genes de virulência (BROMFIELD, 1981). Outro tipo de resistência a ser explorada é a horizontal, que envolve redução na taxa de desenvolvimento da doença, e por isso é mais efetiva contra um número maior de raças do patógeno. Entretanto, a quantificação desse modo de resistência é mais difícil, o que limita o seu uso. Em função da instabilidade da resistência vertical e das dificuldades associadas com a identificação e a quantificação da resistência horizontal, outros métodos, entre eles o estudo da tolerância das cultivares, que vem sendo utilizado com o intuito de se evitar reduções de produtividade com a ferrugem da soja. Tolerância pode ser definida como a capacidade da planta suportar o desenvolvimento do patógeno, sem apresentar redução significativa na produtividade ou na qualidade do produto. Danos, em produtividade são geralmente consideradas ao se avaliar o nível de tolerância, e, desse modo, quanto menor o dano, maior o nível de tolerância.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os níveis de resistência à ferrugem asiática das principais cultivares de feijão tradicionalmente já utilizadas no estado do Paraná, sob condições naturais de infecção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de latossolo vermelho escuro na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O município de Ponta Grossa está localizado a uma latitude de 25° 13', longitude de 50° 03' e altitude média de 880 m. O clima da região é classificado como Cfb, subtropical úmido mesotérmico, com geadas frequentes na estação de inverno, sendo o verão ameno, com temperaturas média dos meses mais quentes de 22°C. A pluviosidade anual média é de 1442 mm, tendo o mês mais chuvoso janeiro e menos agosto. A umidade relativa anual média é de aproximadamente 75% (IAPAR, 2007).

Para este experimento foram utilizadas 23 cultivares, de três grupos de feijão (preto, carioca e manteigão) provenientes de três programas distintos de melhoramento genético (IAPAR, FT SEMENTES e EMBRAPA) (Tabela 1).

Com o intuito de simular uma situação real de transmissão de inóculo, denominada “ponte verde”, sementes de soja foram semeadas em faixas paralelas entre os blocos com parcelas semeadas com feijão. No espaço entre as faixas de soja, foram instalados os blocos com as parcelas com cultivares de feijão (Figura 1).

A cultivar de soja utilizada foi a Embrapa-48 que é suscetível à ferrugem asiática. A data de semeadura foi 4 de outubro de 2006, com uma população de 333.333 plantas por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,45m.

A área utilizada para o experimento, na safra 2004/2005 havia sido anteriormente cultivada com soja no verão e no inverno com cevada. A dessecação foi realizada com o herbicida Glifosate na dose de 2 L por hectare do produto comercial. A adubação de base utilizada foi de 350 kg por hectare da fórmula 10-20-20. Na adubação de cobertura foi

utilizado 150 kg por hectare de uréia quando o feijão estava no estágio fenológico V3. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente nos estádios V1, V2 e V3. No controle de pragas foi utilizado o inseticida metamidofos na dosagem de 0,5 L do produto comercial por hectare, visando o controle de *Diabrotica speciosa* nos estádios V2 e V4 respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com vinte e três tratamentos (cultivares) e quatro repetições. As parcelas foram compostas por duas linhas com espaçamento de 0,45 m, e 6m de comprimento, totalizando uma área de 5,4 m².

Para quantificar os níveis de resistência das cultivares de feijão à ferrugem asiática, as seguintes variáveis foram analisadas: número de pústulas por folha; porcentagem de severidade da ferrugem; porcentagem de desfolha e produtividade (Kg/ha). Com os dados de severidade foi calculada a AACPD (Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença).

As avaliações foram realizadas em dez folíolos coletados aleatoriamente nos três terços de cada planta (inferior, médio e superior) em todas as parcelas, totalizando trinta folíolos por parcela. As avaliações do número de pústulas por folíolo, foram realizadas com a contagem total das pústulas nos trinta folíolos. As avaliações da porcentagem de severidade foram realizadas com o auxílio da escala diagramática proposta por Passini e Jaccoud Filho, (2006b). A avaliação da porcentagem de desfolha foi realizada quando a maior parte das cultivares encontrava-se no estágio fenológico R8 (enchimento de vagens). A avaliação da produtividade deu-se com a colheita de toda a área da parcela, e a umidade dos grãos foi corrigida para 13% .

Os valores médios das variáveis analisadas ao apresentar diferenças pelo teste *t*, foram separados pelo teste de Skott Knott, ao nível de 1% de probabilidade, com o uso do programa estatístico SASM.AGRI (CANTERI et al., 2001).

Tabela 1 Cultivares de feijão utilizadas para avaliação dos níveis de resistência ao agente da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). (Ponta Grossa, 2006)

Grupo	Cultivar	Empresa	CICLO TOTAL
			(dias)
Carioca	BRS-Pontal	EMBRAPA	87
	BRS-Horizonte	EMBRAPA	85
	BRS-Requinte	EMBRAPA	90
	Perola	EMBRAPA	90
	IAPAR 31	IAPAR	93
	IAPAR 81	IAPAR	92
	IPR Juriti	IAPAR	89
	IPR Saracura	IAPAR	88
	FTs-Magnifico	FT SEMENTES	95
	FTs-Bonito R	FT SEMENTES	95
Preto	BRS- Campeiro	EMBRAPA	87
	BRS-Supremo	EMBRAPA	83
	Xamego	EMBRAPA	86
	IPR Uirapuru	IAPAR	86
	IPR Chopim	IAPAR	90
	IPR Graúna	IAPAR	86
	FTs-Soberano	FT SEMENTES	90
	FT-Nobre	FT SEMENTES	95
	FT-05	FT SEMENTES	94
Manteigão	BRS-Timbo	EMBRAPA	87
	BRS-Vereda	EMBRAPA	93
	Jalo Precose	EMBRAPA	72
	BRS- Radiante	EMBRAPA	76



Figura 1 – Vista geral do ensaio de resistência de cultivares: (Ponta Grossa 2006)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na escala diagramática para avaliação da ferrugem asiática na cultura do feijão, desenvolvida por Passini e Jaccoud Filho (2006), níveis de resistência foram estabelecidos para classificar a reação dos cultivares de feijão à ferrugem asiática. Observa-se na tabela 2 que os níveis variaram de resistentes a altamente susceptíveis.

Tabela 2 – Níveis de severidade e de resistência para avaliação de cultivares de feijão em relação à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), (Ponta Grossa, 2006)

NÍVEIS DE SEVERIDADE (%)		CLASSE	PADRAO
1	5,1	R	RESISTENTE
5,2	10,1	MR	MODERADAMENTE RESISTENTE
10,2	25,1	MS	MODERADAMENTE SUSCETIVEL
25,2	40,1	S	SUSCETIVEL
> 40,2		AS	ALTAMENTE SUSCETIVEL

Os sintomas iniciais de ferrugem asiática na área experimental foram detectados nas plantas de soja, no dia 27 de janeiro de 2006, encontrando-se as mesmas no estágio fenológico R1. Somente 30 dias após a doença ter sido diagnosticada nas faixas de soja, confirmou-se a presença de pústulas de ferrugem asiática nas parcelas de feijão, as quais se encontravam no estágio fenológico R5, ou seja, de pré-florescimento.

Os dados das condições climáticas durante o experimento encontram-se no anexo I. Pode-se observar que os índices pluviométricos e de temperatura foram ideais para o desenvolvimento da ferrugem.

As avaliações dos níveis de severidade da ferrugem asiática das vinte e três cultivares permitiram que fossem consideradas apenas quatro cultivares como resistentes (R), IAPAR 31, FTS-BONITO, BRS-TIMBÓ e BRS-REQUINTE, cujos níveis de severidade não ultrapassaram a 5,1% (Tabelas 3 e 4).

A maioria das cultivares, num total de treze em vinte e três, demonstraram ser moderadamente resistente (MR), com níveis máximos de severidade em torno de 10%.

As cultivares classificadas como moderadamente suscetíveis (MS) foram: BRS-VEREDA, BRS-HORIZONTE, IAPAR 81 e BRS-CAMPEIRO, cujos níveis máximos de severidade atingiram 18,1% (Tabelas 3 e 4).

As cultivares classificadas como suscetíveis (S) foram JALO PRECOCE e BRS-RADIANTE, ambos do grupo MANTEIGÃO. Além disso, apresentaram o ciclo precoce, com níveis médios de severidade entre de 30,1 e 35,7% respectivamente (Tabelas 3 e 4).

Em relação ao grupo das cultivares (Tabela 1), pode-se observar maior suscetibilidade à ferrugem asiática nas duas cultivares do grupo MANTEIGÃO, não sendo possível detectar essa distinção entre os demais grupos.

Quanto ao ciclo das cultivares, pode-se observar que as mais precoces (JALO PRECOCE e BRS-RADIANTE) foram aquelas que apresentaram maiores níveis de severidade à ferrugem asiática. No presente trabalho as cultivares de feijão foram semeadas tardiamente, atingindo a fase de pré-florescimento no momento em que a pressão de inóculo de ferrugem encontrava-se consideravelmente alta, fato que foi comprovado pela severidade de 40% de ferrugem nas plantas iscas de soja. Fato este que não possibilitou o escape das cultivares mais precoces ao inóculo da ferrugem. O escape, como método de controle, baseia-se em táticas de fugas dirigidas contra o patógeno ou contra o ambiente favoráveis ao desenvolvimento da doença, podendo ser obtido com semeadura em épocas diferentes

(KIMATI; BERGAMIN FILHO, 1995). A utilização de cultivares precoces, semeadas no início da época recomendada para cada região, tem sido uma das práticas de manejo recomendadas a fim de se evitar perda de produtividade decorrente do ataque da ferrugem asiática. A época de semeadura é altamente relevante, uma vez que dependendo da época de cultivo, a pressão do inóculo da ferrugem pode estar alta ou baixa, o que pode resultar em maior ou menor ataque do patógeno a cultura e conseqüentemente maior ou menor dano.

Na cultura da soja, Godoy et al. (2005) observaram que as cultivares com ciclo mais precoce eram as principais cultivares comerciais cultivadas no oeste da Bahia, demonstrando que apresentavam reduções de produtividade inferiores as de ciclo tardio. Nas cultivares de ciclo precoce, o fungo tem menos tempo para causar redução de produtividade, devido ao fato de permanecer no campo por menos tempo, (OLIVEIRA et al. 2005).

No presente ensaio, observou-se uma tendência entre o número médio de pústulas por folha e a severidade da doença. Entretanto, em alguns casos, detectaram-se algumas diferenças entre a severidade e o número de pústulas. Isso se explica pelo fato de que as cultivares apresentam diferentes tamanhos de folhas.

Em relação à AACPD (Tabela 4), pôde-se verificar que o menor valor de progresso da ferrugem asiática no feijão, foi na cultivar IAPAR 31, que foi estatisticamente superior às demais cultivares, quando as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Assim como em soja, as cultivares de feijão com maiores níveis de severidade de ferrugem asiática, apresentaram precocemente as maiores porcentagens de desfolha (Tabela 4).

Ao se analisar a produtividade das cultivares, três níveis de rendimento foram estabelecidos: alto, médio e baixo. No nível baixo, ou seja, menos produtivo, a produtividade

não ultrapassou o nível de 2.290 kg.ha⁻¹. Neste nível incluíram-se as cultivares classificadas como suscetíveis (BRS-RADIANTE e JALO PRECOCE). Já no nível médio de produtividade, que apresentaram rendimentos que variaram de 2.501 a 2.622 kg.ha⁻¹, a maior parte das cultivares foi classificada entre MS (moderadamente suscetível) e MR (moderadamente resistente). No nível alto, com rendimentos superiores a 2.622 kg.ha⁻¹, os níveis de resistência das cultivares variaram de MR (moderadamente resistentes) a R (resistentes).

Tabela 3 – Níveis de severidade e de resistência de cultivares de feijão em relação à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), (Ponta Grossa, 2006).

Cultivar	Severidade (%)	Classe	R (1- 5,1%)	MR (5,2 – 10,1%)	MS (10,2 – 25,1%)	S (> 40%)
BRS- CAMPEIRO	18,1	MS				
BRS-TIMBO	4,9	R				
BRS-VEREDA	13,6	MS				
BRS-SUPREMO	6,2	MR				
JALO PRECOSE	30,1	S				
BRS-PONTAL	8,5	MR				
BRS-HORIZONTE	12,6	MS				
XAMEGO	9,8	MR				
BRS- RADIANTE	35,7	S				
BRS-REQUINTE	5,1	R				
PEROLA	6,2	MR				
IAPAR 31	4,1	R				
IAPAR 81	14,3	MS				
IPR JURITI	7,1	MR				
IPR UIRAPURU	9,4	MR				
IPR SARACURA	5,9	MR				
IPR CHOPIM	5,8	MR				
IPR GRAÚNA	8,3	MR				
FTS-MAGNIFICO	5,7	MR				
FTS-BONITO R	4,7	R				
FTS-SOBERANO	6,5	MR				
FT-NOBRE	6,5	MR				
FT-05	7,2	MR				

Tabela 4 - Severidade média, número médio de pústulas/folíolo, AACPD, % de desfolha e produtividade em 23 cultivares de feijão, (Ponta Grossa, 2006).

Cultivar	Severidade Média (%)		Nº médio de pústulas/folíolo		AACPD		Desfolha (%)		Produtividade (Kg/há)	
BRS- CAMPEIRO	18,1	C*	108,6	D*	2932,8	C*	74,9	C*	2501,3	B*
BRS-TIMBO	4,9	J	39,2	I	727,5	J	67,3	E	2708,1	A
BRS-VEREDA	13,6	D	48,7	H	2476,2	D	75,6	C	2520,1	B
BRS-SUPREMO	6,2	I	44,2	H	934,1	I	67,6	E	2681,1	A
JALO PRECOSE	30,1	B	198,3	B	4397,7	B	87,0	B	2289,1	C
BRS-PONTAL	8,5	G	58,1	G	1476,1	G	71,7	D	2654,8	A
BRS-HORIZONTE	12,6	E	65,7	F	2272,3	E	74,7	C	2595,0	B
XAMEGO	9,8	F	74,7	E	1790,3	F	72,2	D	2622,3	B
BRS- RADIANTE	35,7	A	239,9	A	5734,3	A	93,0	A	2250,0	C
BRS-REQUINTE	5,1	J	35,7	I	869,5	I	70,9	D	2717,9	A
PEROLA	6,2	I	41,3	H	971,3	I	72,1	D	2613,6	B
IAPAR 31	4,1	J	26,2	J	427,0	K	67,7	E	2729,2	A
IAPAR 81	14,3	D	120,7	C	2489,9	D	75,2	C	2594,9	B
IPR JURITI	7,1	H	48,7	H	1370,2	H	71,5	D	2512,7	B
IPR UIRAPURU	9,4	F	57,2	G	1502,5	G	72,1	D	2588,8	B
IPR SARACURA	5,9	I	37,5	I	899,5	I	70,0	E	2727,3	A
IPR CHOPIM	5,8	I	37,3	I	891,1	I	67,8	E	2802,7	A
IPR GRAÚNA	8,3	G	59,3	G	1543,5	G	72,7	D	2723,0	A
FTS-MAGNIFICO	5,7	I	38,5	I	933,9	I	68,7	E	2603,1	B
FTS-BONITO R	4,7	J	31,6	J	803,9	J	67,6	E	2581,9	B
FTS-SOBERANO	6,5	I	40,0	I	930,7	I	70,4	E	2662,5	A
FT-NOBRE	6,5	I	44,0	H	1006,6	I	70,9	D	2662,5	A
FT-05	7,2	H	48,2	H	1217	H	71,5	D	2644,8	A
CV%	4,9		7,2		5,3		2,31		3,2	

- Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

- Os níveis de resistência das cultivares de feijão à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) variaram de resistentes a suscetíveis.
- As cultivares do grupo MANTEIGÃO foram as que apresentaram menores níveis de resistência à ferrugem asiática.
- As cultivares com ciclos mais precoces foram as que apresentaram menores níveis de resistência e menores produtividades, uma vez que quando os ensaios foram instalados, a quantidade do inóculo era alta.
- Os maiores níveis de resistência foram observados nas cultivares: BRS – TIMBO, BRS – REQUINTE, FT-BONITO e IPR – 31.

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DE ÉPOCAS DE SEMEADURA EM 2 CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) QUANTO À SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*), NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

RESUMO

A ferrugem asiática vem sendo considerada por pesquisadores, como a principal doença da cultura da soja. Até o presente momento, considerando perdas de produtividade e gastos extras com fungicidas, a doença causou um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares na cultura da soja. A primeira detecção do agente etiológico da ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, em lavouras comerciais de feijão no Brasil, ocorreu em 2005, em levantamentos realizados na região dos Campos Gerais, no Paraná. Tendo em vista a grande extensão dos danos já causados pela doença em lavouras de soja, e a grande importância da cultura do feijão como fonte de alimentação no Brasil, o monitoramento das áreas de produção dessa cultura apresenta-se como uma importante estratégia no seu controle. A fim de avaliar o comportamento quanto à ferrugem asiática de dois cultivares de feijão (IPR SARACURA e IPR UIRAPURU), semeados em 10 diferentes épocas, um experimento foi montado no campo. As semeaduras tiveram início no dia 04/10/2005 e as subseqüentes em intervalos de 15 dias até 15/02/2006. Foram realizadas avaliações de severidade em todos os estádios fenológicos em cada uma das épocas de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições em cada tratamento. As parcelas foram compostas pelas épocas de semeadura e as sub-parcelas foram compostas pelas cultivares. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 7 m de comprimento espaçadas de 0,45m entre si, totalizando uma área de 12,6 m². Apenas na sétima época, quando as plantas de feijão encontravam-se no estágio fenológico R8 (enchimento de grãos), a presença da ferrugem asiática foi confirmada. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que quanto mais tarde se realiza a semeadura, mais cedo se manifesta a ferrugem asiática no feijão. Embora tenha havido diferenças estatísticas entre as épocas de semeadura, não se observou diferenças significativas entre as cultivares em relação à porcentagem de severidade. Conclui-se, portanto, que a ferrugem asiática influenciou negativamente a produtividade de grãos dos cultivares de feijão, uma vez que o componente do rendimento afetado foi o peso de 1000 grãos.

Palavras-chave: época de semeadura, ferrugem asiática, feijão, cultivares e nível de severidade.

ABSTRACT

Asian rust has been considered by researchers as the main disease in soybean crop. Asian rust currently represents losses of approximately 10 billion of reais in soybean crop. Due to the fact of both being leguminous, soybean and common bean have characteristics in common. The first Asian rust etiologic agent detection, *Phakopsora pachyrhizi*, in commercial common bean crops in Brazil was observed by Jaccoud Filho et al (2005b) in the region of Campos Gerais, in Paraná. Since the damage caused by this disease in soybean crop is fairly meaningful and due to the extreme importance of common bean in Brazil as a popular source of nourishment, the common bean field monitoring becomes an important strategy. An experiment has been conducted in order to assess the response of two common bean cultivars (IPR SARACURA e IPR-UIRAPURU) to Asian rust, sowed in ten different dates. The sowing dates started on 04/10/2005 and the following ones happened with fifteen-day breaks until 15/02/2006. Severity assessments were carried out in every sowing date. The experimental design used was a split-plot arranged in randomized blocks with four replications in each treatment. The experimental plot consisted of two lines with 0,45 m row spacing and 7m long, totalizing an area of 12,6 m². Only in the seventh sowing date, when the common bean plants were in the R-8 phenological stage, the Asian rust presence was confirmed. Based on the obtained results, it is possible to conclude that the later the sowing date is done, the earlier the Asian rust develops in the common bean cultivars. There were statistics differences between the sowing dates but it could not be observed meaningful differences between the cultivars, regarding to the severity percentage. It may also be said that the Asian rust negatively influenced on the cultivars bean yield potential, considering that the weight of 1000 bean was the only affected component affected.

Keywords: sowing date, Asian rust, common bean, cultivars and severity levels.

1 INTRODUÇÃO

Facilmente disseminada pelo ar, a ferrugem asiática é uma doença policíclica, que se desenvolve com molhamento foliar (ótimo de 16 horas) e temperatura amena, causando perda de área fotossintética e desfolha precoce (Jaccoud Filho et al., 2005c). Ela vem sendo considerada, por pesquisadores, como a principal doença da cultura da soja. Até o presente momento, considerando perdas de produtividade e gastos extras com fungicidas, a ferrugem asiática causou prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares na cultura da soja. (EMBRAPA 2007).

A primeira detecção do agente etiológico da ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* em lavouras comerciais de feijão no Brasil foi observada por Jaccoud Filho et al., (2005b), em levantamentos realizados na região dos Campos Gerais do Paraná.

Tendo em vista a grande extensão dos danos já causados pela doença em lavouras de soja, e a grande importância da cultura do feijão como fonte de alimentação no Brasil, o monitoramento das áreas de produção dessa cultura apresenta-se como uma importante estratégia. (JACCOUD FILHO et al., 2005d).

A produtividade da cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e as práticas de manejo. Altos rendimentos são somente obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento da soja (GILIOLI et al., 1995). Dessa forma, a época de semeadura é um fator determinante para o sucesso na busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura na presença de condições ambientais favoráveis à expressão da produtividade da cultivar em uso. De maneira geral, existem épocas adequadas de semeadura

para as cultivares, nas quais a produção é potencialmente maior (OLIVEIRA 2003). No estado do Paraná as épocas de semeadura para as principais safras nas regiões sul e sudeste são: safra das águas ou primeira safra (agosto/setembro); safra das secas ou segunda safra (janeiro/fevereiro).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de dois cultivares de feijão quanto à ferrugem asiática, em 10 épocas de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de latossolo vermelho escuro na Fazenda Escola Capão da Onça, pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa. O município de Ponta Grossa está localizado a uma latitude de 25° 13' longitude de 50° 03' e altitude média de 880 m.

O clima da cidade de Ponta Grossa é classificado como Cfb, subtropical úmido mesotérmico, com geadas frequentes na estação de inverno, com verão ameno e temperatura média nos meses mais quentes de 22°C. A pluviosidade anual média é de 1442 mm, sendo o mês mais chuvoso janeiro e menos chuvoso agosto. A umidade relativa anual média é de 75% (IAPAR, 2007). Os dados referentes a precipitação e temperatura média durante a condução do experimento estão na figura 2.

As duas cultivares utilizadas foram a IPR-SARACURA E IPR-UIRAPURU procedentes da empresa IAPAR. A escolha das cultivares foi feita a partir de dados levantados por Jaccoud Filho et al. (2005c), consideradas como moderadamente resistentes.

As sementes das cultivares foram realizadas manualmente. As datas de cada época estão representadas na (Tabela 1). Foram utilizadas 30 sementes por metro, e no estágio fenológico V3 a adubação em cobertura de nitrogênio foi realizada (150 kg.ha⁻¹ de uréia). Posteriormente o desbaste das plantas foi efetuado, corrigindo a população para 15 plantas emergidas por metro.

As sementes foram tratadas com o inseticida Thiametosam na dosagem de 60 g do produto comercial por 100 kg de semente e com o fungicida carbendazim 500 SC na dose de 300 ml do produto comercial por 100 kg de sementes. Já o controle de pragas da parte aérea foi feito com o inseticida Metamidophos na dosagem de 0,5 L.ha⁻¹ do produto comercial. As

plantas daninhas foram controladas manualmente. A adubação de base utilizada foi de 350 kg.ha⁻¹ da fórmula 10-20-20.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetição em cada cultivar. As parcelas foram compostas pelas épocas de semeadura e as sub-parcelas foram compostas pelas cultivares. A parcela experimental era composta por quatro linhas espaçadas de 0,45 m entre si e 7 m de comprimento, totalizando uma área de 12,6 m², figura 1.

Para a avaliação da porcentagem de severidade da ferrugem asiática foram coletados 10 trifólios do terço médio em cada parcela de cada estágio fenológico a partir de R5. Para o auxílio das avaliações de severidade foi utilizado a escala diagramática proposta por (PASSINI; JACCOUD FILHO 2006). Após as 5 avaliações foi calculado a média da % de severidade e a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD).

A produtividade foi também outro fator analisado através da coleta das plantas em uma área útil de 5,4m² e após a pesagem as umidades foram corrigidas para 13% no memento da colheita. Os componentes de rendimento do feijão, entre eles o número de vagens por planta, número de grãos por vagens, peso de 1000 sementes e população final de plantas, também foram determinados.

A produtividade relativa foi obtida através do cálculo das produtividades de cada tratamento em relação a produtividade média geral do ensaio.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativas as médias foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa de análise estatística ESTAT.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento de épocas de semeadura de feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa, PR 2006).

Tratamento	Época	Cultivar	Data semeadura	Data colheita
1	Primeira	IPR-SARACURA	4/10/2005	9/1/2006
2	Primeira	IPR-UIRAPURU		
3	Segunda	IPR-SARACURA	15/10/2005	19/1/2006
4	Segunda	IPR-UIRAPURU		
5	Terceira	IPR-SARACURA	1/11/2005	5/2/2006
6	Terceira	IPR-UIRAPURU		
7	Quarta	IPR-SARACURA	15/11/2005	15/2/2006
8	Quarta	IPR-UIRAPURU		
9	Quinta	IPR-SARACURA	1/12/2005	3/3/2006
10	Quinta	IPR-UIRAPURU		
11	cgSexta	IPR-SARACURA	15/12/2005	18/3/2006
12	Sexta	IPR-UIRAPURU		
13	Sétima	IPR-SARACURA	30/12/2006	1/4/2006
14	Sétima	IPR-UIRAPURU		
15	Oitava	IPR-SARACURA	15/1/2006	15/4/2006
16	Oitava	IPR-UIRAPURU		
17	Nona	IPR-SARACURA	2/2/2006	30/4/2006
18	Nona	IPR-UIRAPURU		
19	Décima	IPR-SARACURA	16/2/2006	15/5/2006
20	Décima	IPR-UIRAPURU		



Figura 1 – Vista geral do ensaio de época de semeadura, de feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa PR 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2 pode-se verificar que a ferrugem asiática foi diagnosticada primeiramente na época 7 (Tratamentos 13 e 14), quando as plantas de feijão se encontravam nos estádios fenológico R8, R9. Na oitava época a ferrugem foi diagnosticada no estágio fenológico R7, enquanto na nona em R6 e na décima em R5. Portanto é possível inferir que quanto mais tarde foi a época de semeadura, mais precocemente se desenvolveu a infecção da ferrugem asiática nas cultivares de feijões testados por este trabalho, já que havia os fatores essenciais: molhamento foliar, temperatura e pressão do inóculo. Pôde-se comprovar que a pressão do inóculo no ensaio estava alta, acarretada pela severidade ao redor de 20% nas faixas de soja ao lado.

Tabela 2 - Severidade média (%) entre as épocas semeaduras do feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa, PR 2006).

Épocas de semeadura	Cultivar			
	IPR- SARACURA		IPR-UIRAPURU	
	% Severidade média			
1-(04/10/05)	0	Ea	0	Ea
2-(15/10/05)	0	Ea	0	Ea
3-(01/11/05)	0	Ea	0	Ea
4-(15/11/05)	0	Ea	0	Ea
5-(01/12/05)	0	Ea	0	Ea
6-(15/12/05)	0	Ea	0	Ea
7-(30/12/06)	1,38	Da	1,43	Da
8-(15/01/06)	5,05	Ca	5,31	Ca
9-(02/02/06)	8,99	Ba	8,93	Ba
10-(16/02/06)	11,38	Aa	10,66	Ab
Média	2,68	A	2,63	A
Cv Parcela	3,59%			
Cv Sub-parcelas	3,70%			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação às cultivares, pode-se analisar que apenas na décima época houve diferença estatística entre elas, sendo que na cultivar IPR-SARACURA foi encontrada o nível de severidade mais alto (11,38%).

Em relação a AACPD, (Tabela 3) nota-se que houve a mesma tendência da análise da severidade média, ou seja, diferenças significativas entre épocas e entre cultivares. A partir da sétima época é que foi diagnosticada a ferrugem. Na décima época a severidade na cultivar IPR-SARACURA foi significativamente superior a cultivar IPR-UIRAPURU.

Tabela 3 – Área abaixo da curva do progresso da doença entre as épocas semeaduras do feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa, PR 2006).

Épocas de semeadura	CULTIVAR			
	IPR-SARACURA		IPR-UIRAPURU	
	AACPD			
1-(04/10/05)	0	Ea	0	Ea
2-(15/10/05)	0	Ea	0	Ea
3-(01/11/05)	0	Ea	0	Ea
4-(15/11/05)	0	Ea	0	Ea
5-(01/12/05)	0	Ea	0	Ea
6-(15/12/05)	0	Ea	0	Ea
7-(30/12/06)	121,43	Da	130,46	Da
8-(15/01/06)	316,23	Ca	317,68	Ca
9-(02/02/06)	520,63	Ba	511,2	Ba
10-(16/02/06)	627,38	Aa	571,83	Ab
Média	158,57	A	153,12	A
Cv Parcela	10,78%			
Cv Subparcelas	6,32%			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 encontram-se os dados referentes a produtividade, na qual percebe-se que houve diferenças estatísticas entre as épocas e os cultivares. Na primeira época pode-se explicar as baixas produtividades dos cultivares a uma erosão na área logo após a germinação das plantas de feijão.

Houve grande influência da ferrugem asiática na produtividade, pois a partir da sétima época em que a ferrugem foi diagnosticada a produtividade diminuiu significativamente. Quanto à baixa produtividade da primeira época, atribui-se a grande quantidade de chuvas logo após a semeadura (Figura 3), fato este que ocasionou uma erosão na área diminuindo a

população de plantas. Já em relação às cultivares IPR-SARACURA e IPR-UIRAPURU, percebe-se que a primeira demonstrou ter maior produtividade até o início da infecção, quando ambas tornaram-se estatisticamente iguais. Isso se deve ao fato do nível de severidade da ferrugem entre as cultivares ser muito semelhante.

Em relação aos componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 1000 grãos e população de plantas) apenas no peso de 1000 grãos houve diferenças estatísticas (Tabela 5). O peso de 1000 grãos foi influenciado negativamente pela ferrugem asiática, pois com maior severidade da ferrugem nas folhas de feijão houve redução da área fotossintética e conseqüentemente menor produção de fotoassimilados responsáveis pelo enchimento dos grãos, resultando em menor rendimento final. Entretanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os cultivares.

Tabela 4 – Produtividade entre as épocas semeaduras do feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa, PR 2006).

Épocas de semeadura	CULTIVAR			
	IPR- SARACURA		IPR- UIRAPURU	
	Produtividade kg.ha ⁻¹			
1-(04/10/05)	1061,48	Db	1547,50	CDa
2-(15/10/05)	2358,25	Aba	2060,58	ABb
3-(01/11/05)	2353,25	Aba	2055,58	ABb
4-(15/11/05)	2588,58	Aa	2158,35	Ab
5-(01/12/05)	2462,20	Aa	2050,52	ABb
6-(15/12/05)	2600,55	Aa	2168,65	Ab
7-(30/12/06)	1985,75	Ba	1891,00	ABCa
8-(15/01/06)	1894,38	Ca	1713,85	BCDa
9-(02/02/06)	1693,58	Ca	1585,40	CDa
10-(16/02/06)	1620,03	Ca	1448,00	Da
Média	2061,30	A	1867,44	B
Cv Parcela	7,06%			
Cv Sub-parcelas	8,30%			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 2 apresenta a produtividade dos tratamentos em relação à média geral das 10 épocas de semeadura. Nota-se que houve um decréscimo na produtividade depois da confirmação de diagnóstico da ferrugem asiática nas folhas de feijão, que ocorreu na sétima época de semeadura.

Visando quantificar o dano na produtividade causado pela ferrugem asiática na cultura do feijão, estabeleceu-se uma comparação entre as médias de produtividades das épocas de semeadura. Todos os valores relativos à produtividade de cada uma das épocas foi comparado a média geral do ensaio. Verificou-se, então, que a décima época de semeadura atingiu o maior nível de severidade de ferrugem e, portanto, o menor nível de produtividade, totalizando um dano de 25% de perda de rendimento.

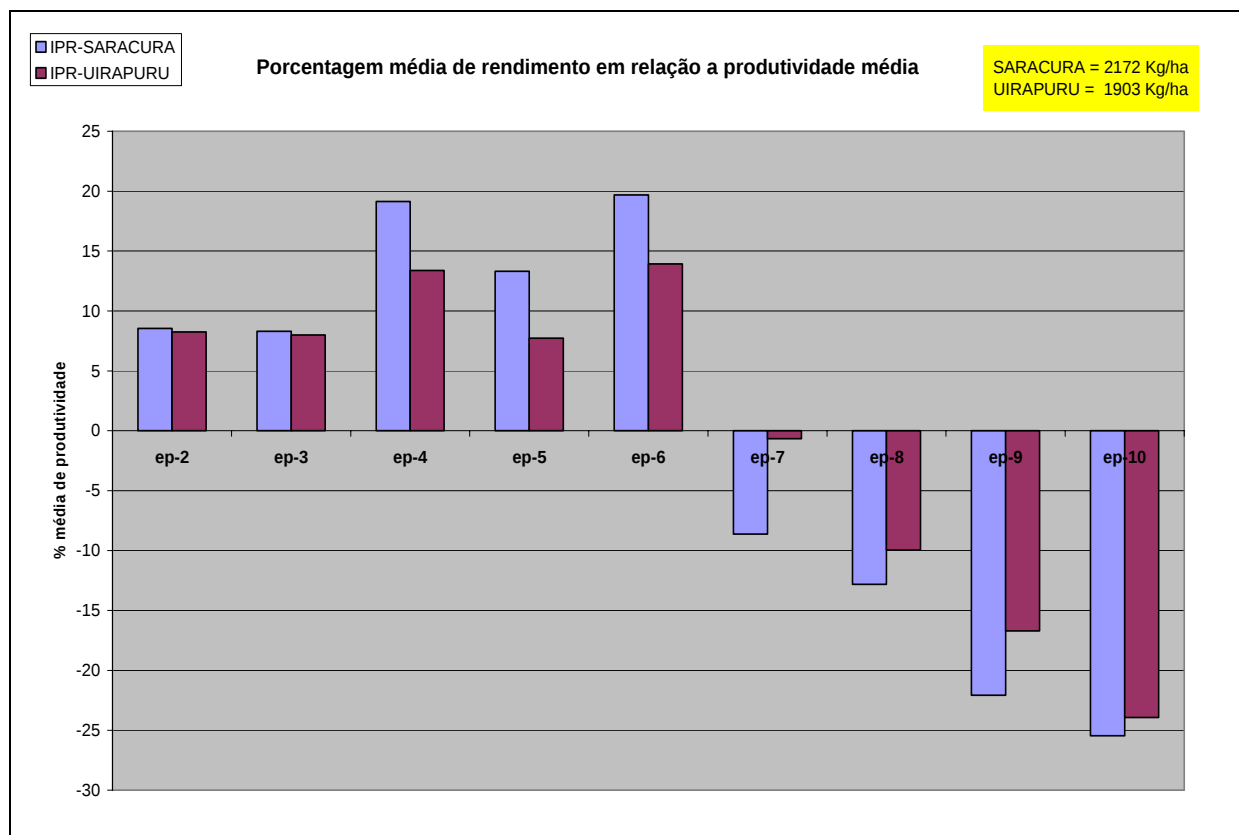


Figura 2 – Produtividade relativa das épocas de semeaduras de feijão (*Phaseolus vulgaris*), em relação a média de produtividade geral do ensaio, (Ponta Grossa, PR 2006).

Tabela 5 - Peso médio de 1000 sementes entre as épocas semeaduras do feijão (*Phaseolus vulgaris*), (Ponta Grossa, PR 2006).

Épocas de semeadura	CULTIVAR		Média	
	IPR-SARACURA	IPR-UIRAPURU		
	Peso de 1000 grãos (g)			
1-(04/10/05)	174,90	197,35	171.47	A
2-(15/10/05)	244,98	232,97	235.47	A
3-(01/11/05)	242,28	242,85	235.06	A
4-(15/11/05)	249,15	241,21	242.69	A
5-(01/12/05)	240,12	239,17	239.65	A
6-(15/12/05)	241,11	238,19	243.37	A
7-(30/12/06)	211,23	207,22	209.21	B
8-(15/01/06)	202,87	189,75	196.32	BC
9-(02/02/06)	186,16	169,94	178.05	CD
10-(16/02/06)	168,52	160,60	164.55	D
Medias	216,13	211,93	211,58	
Cv Parcela	4,20%			
Cv Sub-parcelas	5,41%			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

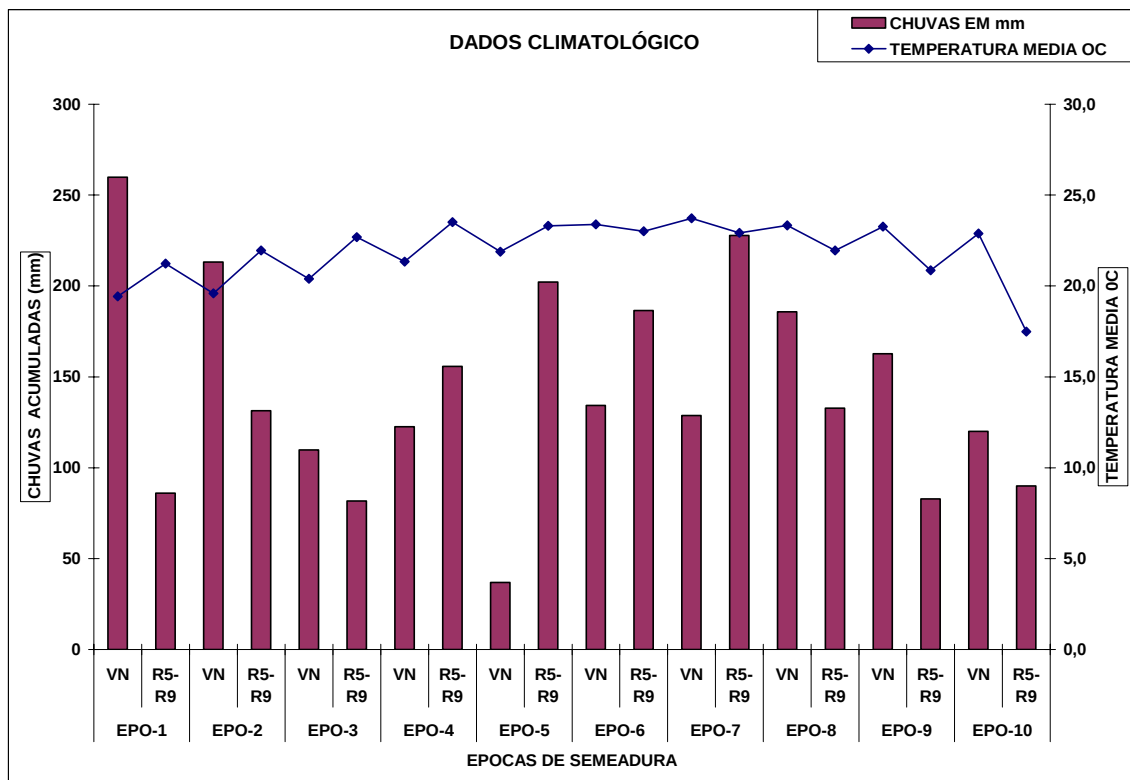


Figura 1 - Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm), em relação as épocas de semeadura e estágio fenológico, experimento de época de semeadura - Ponta Grossa (2006)

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, é possível afirmar que:

- As épocas de semeadura influenciaram o nível de severidade da ferrugem asiática nas cultivares de feijão, pois quanto mais tarde realizou-se a semeadura, maior a severidade da ferrugem.
- À ferrugem asiática influenciou negativamente a produtividade de grãos das cultivares de feijão.
- Uma vez infectadas as cultivares pelo fungo *P. pachyrhizi*, as cultivares de feijão demonstraram ser estatisticamente iguais em relação a produtividade.
- O componente do rendimento afetado foi o peso de 1000 grãos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, L. et al.; Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira** 18:174-180. 1993.

AMORIM, L. Avaliação de Doenças. In: Armando Bergamin Filho; Hiroshi Kimati; Lilian Amorim. (Org.). **Manual de Fitopatologia**: Princípios e conceitos. 3 ed. São Paulo, SP: Ceres, 1995

ANDRADE, G. C. G.; ALFENAS, A. C. ; MAFIA, R. G. ; GONCALVES, R. C. . Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. **Fitopatologia Brasileira**. 30:504-509.2005.

ARIAS, C.A.A.; Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi* Sidow). **Anais**, VII World soybean research conference, Foz do Iguaçu, PR, p 100, 2004.

BALARDIN, R. S. Armas contra a ferrugem. **Cultivar: grandes culturas**. Pelotas, n.55, p.20-23, 2003.

BALARDIN, R. S., DALLAGNOL, L J., DIDONE, H. T. *et al.*. Influence of phosphorus and potassium on severity of soy bean rust, *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**. 31:509-514. 2006.

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

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

BROMFIELD, K. R. Differential reaction of some soybean accessions to *Phakopsora pachyrhizi*. **Soybean Rust News**, n.4, p. 2, 1981.

CANTERI, M. G. ; BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia das doenças.. In: M.G. Canteri; M. Dalla Pria; O. C. da Silva. (Org.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**: Orientações para manejo econômico e ecológico. 1 ed. Ponta Grossa-PR.: Editora UEPG, 1999.

CANTERI, M. G.; et al.; SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

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

CONAB Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em 10 junho 2007.

DALLA PRIA et al. **Diagnose das Doenças**. In: Canteri, G.M.; Dalla Pria, M. e Da Silva, O.C. Principais doenças fúngicas do Feijoeiro. Ponta Grossa: Editora UEPG 1999. 178.

DESLANDES, J. **ferrugem** da Soja e de Outras Leguminosas Causada Por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**. 4: 337-339. 1979

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil (1998/99)**. Londrina: Centro nacional de pesquisa de soja (EMBRAPA – CNPSO), 1998.

FALEIRO, F.G. Resistência de cultivares de feijoeiro-comum à ferrugem e à mancha-angular em condições de casa de vegetação, **Fitopatologia Brasileira**. 31:306-309. 2001

FAOSTAT (2006). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. acesso em: 10 nov. 2006

FREDERICK, R. D.; et al.; Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **Phytopathology**, 92: 217-227. 2002.

GILIOLI, J. L., F. TERASAWA, W. WILLEMANN, O. P. ARTIAGA, E. A. V. MOURA & W. V. PEREIRA. 1995. Soja: Série 100. FTSeementes, Cristalina, Goiás. 18 p. (Boletim Técnico 3).

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

GODOY, C. V.; et al.; Diagramatic Scales For Bean Diseases: Development And Validation. **Journal of plant diseases and protection, German**, 104: 336-345, 1997.

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

GODOY, C. V.; YORINORI, J. T. ferrugem asiática. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, 73: 19-20. 2003.

HAMAWAKI, O.T. I Workshop Brasileiro Sobre à ferrugem asiática. 1 ed. Uberlândia 2005. UFV. Cap. 5. p.75-87.

HALFELD-VIEIRA, B. A. e NECHET, K. L. Development and validation of a diagrammatic scale to evaluate cercospora leaf spot in watermelon. **Fitopatologia Brasileira**. 30:307-311. 2006.

IAPAR (2007). Disponível em: http://www.iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas.htm. acesso em: 10 Março 2006

JACCOUD FILHO, D. S.; HIAR, C. P.; BONA, P. F. e GASPERINI, L. **Ocorrência da ferrugem de Soja na Região do Campos Gerais do Paraná.** In: Resumos XXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Londrina, PR . 109. 2001.

JACCOUD FILHO, D. S.; PASSINI, F. B.; BOBATO, E.; MELLO, R. P.; TEIXEIRA, S.; FIGUEREDO, M.B. e HILGENBERG, L. ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glicine Max* L.) na Cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Circular Encartado na Revista Cultivar Grandes Culturas** n. 75 – 2005(a).

JACCOUD FILHO D. S.; PASSINI, F. B.; BOBATO, E.; MELLO, R. P.; TEIXEIRA, S.; FIGUEREDO, M.B.; HILGENBERG, L.; Figueredo, M.B. e Prade, A.G. Alerta de Detecção da ferrugem asiática da Soja em Lavouras de feijão na Região dos Campos Gerais do Paraná. **XXVII Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil.** Cornélio Procópio, PR 17 a 18 de Agosto de 2005(b). Documento 257. Pg 257-315

JACCOUD FILHO, D. S. ; SILVA, O. C. ; GOGOY, C ; MENDES, C. ; PASSINI, F. B. . Relato da ferrugem asiática no Estado do Paraná. In: Fernando Cesar Juliatti, Anely Castilho Polizei e Osvaldo Toshiyuki Hamawaki. (Org.). **I Workshop Brasileiro sobre a ferrugem asiática.** Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

JACCOUD FILHO D. S.; PASSINI, F. B.; BOBATO, E.; MELLO, R. P.; TEIXEIRA, S.; e HILGENBERG, L. Ocorrência da ferrugem da soja em lavouras de feijão na região dos Campos Gerais do Paraná. **XXXVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia** . Brasília de 2 a 5 de agosto de 2005(d).

JACCOUD FILHO, D. S.; DABUL, A. N. G. . Rapid method to detect *Phakopsora pachyrhizi* and *Phakopsora meibomia* in Fabaceae plants. In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2006, Salvador. **Fitopatologia Brasileira.** Brasília : Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 31: 247-247. 2006(a).

JACCOUD FILHO, D. S.; PASSINI, F. B.; DABUL, A. N. G. ; EURICH, J. Assessment of the Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) in commercial bean crops (*Phaseolus vulgaris* L.). In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2006, Salvador. **FITOPATOLOGIA BRASILEIRA.** BRASÍLIA : SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 31: 291-S291. 2006(b).

JACCOUD FILHO, D. S.; PASSINI, F. B.; DABUL, A. N. G.; Figueiredo, M. B. Current Status of Soybean Asian Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Common Bean Crops (*Phaseolus vulgaris* L.) in Brazil. In: Fernando Cesar Juliatti. (Org.). **Soybean Asian Rust: Etiology, Epidemiology and Management.** Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 143-173p. 2006 (c).

JACCOUD FILHO, D. S.; SILVA, O. C.; GODOY, C.; MENDES, C.; PASSINI, F. B. Soybean Asian Rust Report in the State of Paraná. In: Fernando César Juliatti. (Org.). **Soybean Asian Rust: Etiology, Epidemiology and Management.** Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 107-119p. 2006(d).

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C. e JULIATTI, F.C. **Manejo Integrado de Doenças na Cultura da Soja**. 1.ed. Uberlândia MG: UFV, 200p . 2004.

JULIATTI, F. C.; Perdas causadas por doenças na cultura da soja, com ênfase na ferrugem asiática.. In: Francisco Xavier Ribeiro do Vale;. (Org.). **I Workshop de epidemiologia de doenças de plantas-Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas**. 1 ed. Viçosa: UFV/DFP, 1: 81-94. 2004.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. **Princípios Gerais de Controle**. In: Bergamin Filho et al.; (Org.). Manual de Fitopatologia Volume 1: Princípios e Conceitos. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1995.

LEVY C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. **Plant disease**. 89: 669-674. 2005.

MARTINS, M. C. ; GUERZONI, R. A. ; CÂMARA, G. M. S. ; MATTIAZZI, P. ; LOURENCO, S. A. ; AMORIM, L. . Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 179-184, 2004.

OLIVEIRA, A C B; GODOY, C. V.; MARTINS, M. C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, 30: 658-662. 2005.

OLIVEIRA, E.; Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás. 177 p. 2003

OLIVEIRA, A.C.B., GODOY, C.V. & MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira** 30:658-662. 2005.

ONO, Y.; et al.. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, Great Brittan, 96: 825-850. 1992.

PASSINI, F. B.; JACCOUD FILHO, D. S. . Diagrammatic scale for assessment of soybean rust (*Phakoposora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) severity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: XXXIX **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 2006, Salvador. FITOPATOLOGIA BRASILEIRA. BRASÍLIA : SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 31: 260-260. 2006.

PASSINI, F. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; GARDINGO, J. R.; MATIELLO, R. R. Assessment of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars reaction to the Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) under natural infection conditions. In: XXXIX **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 2006, SALVADOR. FITOPATOLOGIA BRASILEIRA. BRASÍLIA: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 31: 291-291. 2006.

PREEZ, E. D. du.: van RIJ, N. C. e LAWRENCE, K. F. 1st Report of Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* on Dry Beans in South Africa. **Plant Disease** 89: 206. 2005.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M.. **DOENÇAS DA SOJA I: FERRUGEM ASIÁTICA**. Passo Fundo Rs: Passo Fundo, 48 p. 2006.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. e RIOS, G.P. Doenças Fúngicas e Bacterianas da Parte Aérea. In: ARAUJO, R.S.; et al.. *Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil*. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786p.

SINCLAIR, J.B. In the Western Hemisphere. In: **Rust of Soybean – the Problem and Research Needs**. INTSOY, Urbana-Champaign. 18-21p. 1977

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: Hartman, G.L.; Sinclair, J.B. & Rupe, J.C. (ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 25-26p. 1999.

TSCHANZ, A. T.; WANG, T. C.; TSAI, B. Y. Recent advances in soybean rust research. **Phytopathology**, 237 – 245p. 1985.

VALE, R. F. X.; ZAMBLIM, L. & CHAVES, G. M. Efeito do Binômio Temperatura e Duração do Molhamento Foliar Sobre a Infecção por *Phakopsora pachyrhizi* em Soja. **Fitopatologia Brasileira** 15: 200-202. 1990.

VALE R. F. X et al. Determinação das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem e da mancha angular do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira** V.28: 337-345. 1999

VALE R. F. X; FERNANDES FILHO, E. I. ; LIBERATO, J. R. . QUANT - A software to quantify plant disease severity. 2003.

YANG, C. Y. In the eastern Hemisphere. In: **Rust of Soybean – the Problem and Research Needs**. INTSOY, Urbana-Champaign. 22-33p. 1977

YANG, X.B., TSCHANZ, A.T., DOWLER, W. M. & WANG, T.C. Compton Development of yield loss models in relation to reductions of yields of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology** 81:1420-1426. 1991.

YORINORI, J.T.; MOREL, W. e FERNANDEZ, F. T. P. **Epidemia de ferrugem de Soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná, em 2001**. In: Resumos XXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Londrina, PR . 117p. 2001.

YORINORI, J.T.; et al.; ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai nas safras 2001 e 2002, p. 94. In: **Resumos CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA 2002**, 2. Londrina: Embrapa Soja, 393 p. 2002.

YORINORI, J.T.; et al.; Epidemics of (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil na paraguay from 2001 to 2003. **Pytopathology** 93: 103-103. 2003.

YORINORI, J.T e LAZZAROTTO, J.J. Situação da ferrugem da Soja no Brasil e na América do Sul. **Documento 236. Londrina: Embrapa soja**, 27p. 2004.

ZIMMERMANN, M.J.O.; CARNEIRO, J.E.S.; PELOSO, M.J.D.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.;SARTORATO. Melhoramento Genético e Cultiares. In: CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM NO BRASIL. PIRACICABA,SP: **POTAFOS**, 1: 669-700. 1996.

ANEXO I (DADOS CLIMATOLÓGICOS)

