

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

AVALIAÇÃO DE NOVE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS COMO HOSPEDEIROS
ALTERNATIVOS DE *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd.

GILBERTO FLORES DE SOUZA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2007

AVALIAÇÃO DE NOVE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS COMO HOSPEDEIROS
ALTERNATIVOS DE *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd.

GILBERTO FLORES DE SOUZA
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: PROF^a. DR^a. LILIAN MARIA ARRUDA BACCHI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2007

AVALIAÇÃO DE NOVE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS COMO HOSPEDEIROS
ALTERNATIVOS DE *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd.

por

Gilberto Flores de Souza

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 29/03/2007



Prof.^a. Dr.^a. Lilian Maria Arruda Bacchi
Orientadora - UFGD/FCA



Prof.^a. Dr.^a. Silvana de Paula Quintão Scalon
UFGD/FCA



Prof.^a. Dr.^a. Rosilda Mara Mussury F. Silva
UFGD/FCBA



Prof. Dr.^a. Fernando de Assis Paiva
UNIGRAN

Dedico

Primeiramente a Deus, o Grande Arquiteto do Universo, por me propiciar saúde, perseverança e, sobretudo a fé. A minha família: Delcy (estimada esposa) e William (querido filho) pela compreensão, tolerância e companheirismo. Aos meus pais Alfredo (**In-memorian**) e Olga; aos meus estimados irmãos Virlene, José, Mariza e Luiz Alberto (**In-memorian**). E de modo muito especial a minha irmã Irene que sempre demonstrou grande amizade e solidariedade.

AGRADECIMENTO

A minha orientadora Prof^a Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi, mesmo nos momentos de consternação por que passou, nunca deixou de prestar o seu relevante apoio e orientações, o que, contribuiu de maneira decisiva para o êxito deste trabalho.

Co-orientador: - Prof^o Dr. Walber Luiz Gavassoni, pela sua valorosa orientação na condução dos trabalhos, pela atenção e colaboração, o que foi de vital importância na realização das pesquisas,

- Prof^o Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, por ter gentilmente disponibilizado material (sementes) para a realização dos experimentos o que foi essencial e de grande valia para a realização deste trabalho.

- Prof^a Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon, na qualidade de coordenadora do curso de pós-graduação, invariavelmente prestou seu imprescindível auxílio e colaboração.

A estes professores, os meus sinceros agradecimento, com elevada estima e consideração.

Aos meus amigos, que de maneira incondicional sempre estiveram ao meu lado, apoiando na condução dos trabalhos ou com palavras de incentivos em momentos de insegurança e desestímulo; com gestos de solidariedade, quando havia incerteza e desânimo; e, sobretudo pela grande amizade que sempre norteou as nossas vidas. A todos, o meu eterno reconhecimento e admiração.

-Ademir Baena.: e família;
-Aparecida e José Paulo;
-Carlos Casagrande.: e família;
-Cláudio Xavier e família;
-Ermínio Guedes e família;
-Guaracy.: e família;
-Guilherme Fengler;
-José Pinheiro e família;
-José Batista Torres e família;
-Pedro Fengler e família;
-Rogério Marques.: e família;
-Rudi, Cirlei Priebe e família;
-Valdomiro Souza e família.
-Wirmar Marques e família.
-Aos chefes e companheiros de "Caserna": Gen Etchegoyen e Cel Tomczak, pela imprescindível colaboração; aos amigos Ten Rayter, Sgt Nunes, Fábio; Cb Suemar e Sd Lemes pela solidariedade.
Que Deus dê a merecida recompensa a todos vocês. Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Agente patogênico da ferrugem asiática	3
2.2 Sintomatologia	4
2.3 Distribuição geográfica do fungo	6
2.4 Dinâmica populacional	9
2.5 Perdas causadas pela ferrugem asiática	10
2.6 Estratégias de controle	12
2.7 Controle químico	13
2.8 Hospedeiros	15
2.9 Perspectivas futuras	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Implantação do primeiro ensaio	20
3.2 Implantação do segundo ensaio	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Resultados do primeiro ensaio	22
4.2 Resultados do segundo ensaio	31
5 CONCLUSÕES	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Incidência do gênero <i>Phakopsora</i> no Continente Americano.....	8
TABELA 2	Redução na produção causada pela ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) em diversos países.....	10
TABELA 3	Perdas causadas pela ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) no Brasil.....	11
TABELA 4	Fungicidas registrados no MAPA para controle da ferrugem asiática da soja (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	14
TABELA 5	Cronologia do aparecimento de sintomas observados nas espécies inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow), em diferentes dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.....	22
TABELA 6	Números médios de lesões observados em folíolos nas espécies inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow), com 19 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.	30
TABELA 7	Presença de uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow), observados nas espécies analisadas aos 19 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.....	31
TABELA 8	Número médio de lesões por folíolos nas espécies inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow), com 25 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2007.....	32
TABELA 9	Período de incubação (do momento da inoculação até o surgimento dos primeiros sintomas) e período de latência (do momento da inoculação até o aparecimento dos primeiros esporos) nas espécies inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow). Dourados-MS, 2007.....	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Sintomatologia da ferrugem asiática na parte superior e inferior da folha de soja. <i>G. max</i> (L) Merrill.....	5
FIGURA 2	Urédias em formação e esporulação em folíolos de soja. <i>G. max</i> (L) Merrill.....	5
FIGURA 3	Desfolha causada pela ferrugem asiática em cv. de soja. <i>G. max</i> (L) Merrill.....	6
FIGURA 4	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de soja <i>G. max</i> (L) Merrill inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) em soja.....	23
FIGURA 5	Uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) em soja. <i>G. max</i> (L) Merrill.....	23
FIGURA 6	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilhaca <i>Vicia sativa</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	24
FIGURA 7	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de labe-labe <i>Dolichos lablab</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	24
FIGURA 8	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão <i>Phaseolus vulgaris</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	25
FIGURA 9	Uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) encontrados em folhas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	25
FIGURA 10	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão de porco <i>Canavalia ensiformis</i> D. C. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	26
FIGURA 11	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de mucuna preta <i>Mucuna aterrima</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	27
FIGURA 12	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão miúdo <i>Vigna unguiculata</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	27
FIGURA 13	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de crotalária <i>Crotalaria juncea</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	28
FIGURA 14	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilha <i>Pisum sativum</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	29

FIGURA 15	Evolução do número de lesões nas diversas espécies inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow) em diferentes períodos de avaliação.....	34
FIGURA 16	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de soja <i>G. max</i> (L) Merrill inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	34
FIGURA 17	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão de porco <i>Canavalia ensiformis</i> D. C. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	35
FIGURA 18	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de fedegoso <i>Senna occidentalis</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	35
FIGURA 19	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão miúdo (<i>Vigna unguiculata</i> L.) inoculadas com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	35
FIGURA 20	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de labe-labe (<i>Dolichos lablab</i> L.) inoculadas com uredosporos de <i>P. pachyrhizi</i>	36
FIGURA 21	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilhaca (<i>Vicia sativa</i> L.) inoculada com uredosporos de (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	36
FIGURA 22	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de mucuna preta <i>Mucuna aterrima</i> L. inoculada com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	36
FIGURA 23	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão <i>Phaseolus vulgaris</i> L. inoculadas com (<i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	37
FIGURA 24	Sintomas de ferrugem asiática em folhas de crotalária <i>Crotalaria juncea</i> L. inoculadas com <i>P. pachyrhizi</i> Sydow & P. Sydow).....	37

RESUMO

A produção de soja [*Glycine max* (L) Merrill] se tornou a principal cultura brasileira em área cultivada e produção de grãos, colocando o Brasil na posição de segundo maior produtor mundial e primeiro país exportador. Não obstante, o potencial de rendimento dessa cultura de 4.000 kg/ha, é dificilmente alcançado. Dentre os principais fatores destacam-se as doenças; com elevado destaque para a ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & Syd. Essa doença é considerada como uma das mais destrutivas, devido sua agressividade e rápida disseminação. Por se tratar de um patógeno biotrófico, a multiplicação e sobrevivência do fungo só ocorrem em tecidos vivos de plantas, assim sendo, a soja tigüera e os hospedeiros alternativos podem permitir a sobrevivência do patógeno, produzindo o inóculo inicial para as epidemias subseqüentes. O presente trabalho objetivou avaliar a suscetibilidade de nove espécies de leguminosas como hospedeiras alternativas do *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd, o fungo causador da ferrugem asiática. Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas, uma em B. O. D., temperatura de 25° C e U. R. 93% , e a outra no laboratório a 20(± 2) ° C, ambas na Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados, dependências da Faculdade de Ciências Agrárias, no período de março 2006 a fevereiro de 2007. Foram avaliadas as seguintes espécies utilizadas como adubo verde: ervilhaca (*Vicia sativa* L), feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L). Walp, fedegoso (*Senna occidentalis*) L, crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.), labe-labe (*Dolichos lablab* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformes* D.C.) e ervilha (*Pisum sativum* L). Todas as espécies inoculadas com uredosporos do *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd, desenvolveram sintomas; no entanto, algumas espécies apresentaram sintomatologia variada quanto ao número de lesões e a presença de uredosporos. A soja, feijão comum, labe-labe e mucuna preta apresentaram estruturas fúngicas (uredosporos), nas duas condições em que foi desenvolvido este experimento, demonstrando terem potencial para hospedar o *P. pachyrhizi* Syd. & Syd. O feijão de porco, crotalária, feijão miúdo e ervilha foram considerados plantas suscetíveis, porém, estas espécies demonstraram serem mais exigentes para a esporulação do fungo.

Palavras-chave: Ferrugem asiática, epidemia, patógeno biotrófico e adubo verde.

ABSTRACT

Soybean yield has been the main culture in Brazil for its cultivation area and grain yield, which puts Brazil in the second place in world greatest yield and in the first place in country exporter. Although, the potential of productive efficiency of that culture of 4,000 kg/ha, it is hard to reach. Among main factors, diseases predominated, with great importance for Asian rust that is caused by *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & Syd. That disease is considered as one of the most destroyer disease due to its aggressively and rapid dissemination. As it is a biotrophic pathogen, multiplication and surviving of that fungus only occur in live tissues of plants, this way, “tiguera” soybean and alternative hosts can allow the surviving of the pathogen, which produces the initial inoculum for subsequent epidemics. The present work aimed to evaluating the susceptible of nine species of leguminous as alternative hosts of *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd, the fungus that causes Asian rust. This work was carried out in two periods, one in B.O.D. chamber, temperature of 25°C and R.H. 93%, and other at laboratory at 20(±2)°C, both two periods at Unit II of the Federal University of Great Dourados, Agrarian Science Institute, from March, 2006, to February, 2007. The following species were evaluated as green manure: common vetch (*Vicia sativa* L), green bean (*Vigna unguiculata* L.) Walp, fedegoso (*Senna occidentalis*) L., sunnhep (*Crotalaria juncea* L.), common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), velvetbean (*Mucuna aterrima* L.) lablab bean (*Dolichos lablab* L.), jack bean (*Canavalia ensiformes* D.C.) and pea (*Pisum sativum* L). Every species that were inoculated with uredospore of *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd developed the symptoms; although, some species showed varied symptoms regarding to the number of harms and the presence of uredospore. Soybean, common bean, lablab bean and velvetbean showed fungal structures (uredospore) in both two conditions that the experiment was carried out, which shows that they have potential to hosting *P. pachyrhizi* Syd. & Syd. Jack bean, sunnhep, green bean and common vetch were considered susceptible plants, although those species showed be more exigent for sporulation of fungus.

Keywords: Asian rust, epidemic, biotrophic pathogen, green manure.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L) Merrill] se constitui na quarta cultura em produção de grãos no mundo, sendo ultrapassada apenas pelo milho, trigo e arroz, sendo portanto, a oleaginosa mais cultivada. Os Estados Unidos da América do Norte se constitui no país que detém a maior produção no contexto mundial. O Brasil, segundo colocado, tem aumentado gradualmente a produção desse produto, seguido da Argentina, que nas sete últimas safras, ultrapassou a China na disputa do terceiro lugar no ranking mundial. Os países que compõem o Mercado Comum do Sul – Mercosul detém cerca de 46% da produção mundial dessa leguminosa; no entanto, aproximadamente 87% da produção mundial concentra-se em apenas quatro países: Estados Unidos, Brasil, Argentina e China (EMBRAPA SOJA, 2006).

O Brasil apresenta as melhores condições para expandir a produção e atender o esperado aumento da demanda mundial, que tem crescido, em média, cerca de cinco milhões de toneladas/ano, desde 1970. O Brasil possui apenas no bioma do Cerrado, cerca de 90 milhões de hectares de terras virgens e aptas para a sua imediata incorporação ao processo produtivo da soja. Por outro lado, com exceção da Argentina, que ainda poderá crescer no máximo em torno de 20 milhões de hectares, área cultivada com soja nos EUA, China e Índia só crescerão se diminuírem a área com outros cultivos, uma vez que, a fronteira agrícola desses países está quase ou totalmente esgotada (EMBRAPA SOJA, 2005).

A soja é uma cultura originária da Ásia, e vem sendo cultivada há centenas de anos, graças as suas características nutritivas, industriais e uma ampla adaptabilidade, que permitiu a sua expansão por todo o planeta (ROESSING e GUEDES, 1993). No entanto, a exploração econômica do seu potencial de rendimento em torno de 4.000 kg/ha dificilmente é alcançada (YORINORI 1997)

Conforme Balardin et al. (2005), a ferrugem asiática tem reduzido significativamente a produção de soja nas diversas regiões produtoras do mundo, devido à alta

virulência e à velocidade de distribuição do patógeno. Nas áreas atacadas têm sido observadas perdas de rendimentos de até 80%. O fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow está presente em todos os continentes onde a soja é produzida, apresentando distribuição geográfica predominante na região tropical-subtropical, mas com limitada evolução na região equatorial.

A gravidade da ferrugem asiática no Brasil pode ser avaliada pela sua rápida expansão, pelo seu grau de virulência e pelo montante de perdas causado, atingindo níveis que, freqüentemente, inviabilizam a colheita. Essa situação é mais comum nos Cerrados onde as condições climáticas favorecem o surgimento da doença e a grande extensão das lavouras dificulta o controle (YORINORI, 2004; YORINORI et al. 2004; 2005).

Por se tratar de um patógeno biotrófico, o fungo causador da ferrugem asiática apenas se multiplica e sobrevive em tecidos vivos. Assim sendo, a soja tigüera e os hospedeiros alternativos permitirão a sobrevivência do fungo, produzindo o inóculo inicial para as próximas epidemias de ferrugem asiática (SILVA et al., 2005). *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. possui pelo menos 95 espécies hospedeiras, em 42 gêneros da família das leguminosas, o que pode significar persistência do fungo em hospedeiros alternativos, que serviriam de reservas de esporos para a soja. Essa ampla gama de hospedeiros, é pouco comum entre os patógenos causadores de ferrugem, que geralmente possuem uma estreita faixa de hospedeiros, limitado a poucas espécies vegetais (MILES et al., 2003).

O fungo é disseminado exclusivamente pelo vento, sendo impossível sua contenção, desde que haja plantas de soja infectadas e com esporulação. Desta forma, o cultivo da soja na entressafra, a presença de plantas voluntárias, soja perene (*Neonotonia wightii*) e outros hospedeiros, podem atuar como fonte de inóculo para o fungo se estabelecer mais cedo nas lavouras (NUNES JÚNIOR e PIMENTA, 2005).

Dessa foram, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a suscetibilidade de nove espécies de leguminosas como hospedeiras alternativas de *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd, o fungo causador da ferrugem asiática.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agente patogênico da ferrugem da soja

Duas espécies do gênero *Phakopsora* incidem na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill): *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & Syd. causador da ferrugem asiática e *Phakopsora meibomia* Arthur (Artur) causador da ferrugem americana.

P. pachyrhizi possui de duas a sete camadas de télios, de cor marrom- pálida, com espessura uniforme de 1,0 μm e células apicais com até 3,0 μm . *P. meibomia* possui de uma a quatro camadas de teliósporos por parede, de cor canela a castanho-clara e espessura de 1,5 – 2,0 μm , e células apicais com até 6,0 μm ; ambas as espécies causadoras da ferrugem são diferenciadas pela morfologia do teliósporo. As télias e os teliósporos são produzidos em condições de campo, em soja e outras leguminosas, em condições de temperatura inferior a 20°C com alta umidade relativa (ONO et al., 1992).

As duas espécies possuem sintomatologia, soros urediniais e uredosporos semelhantes, distinguindo-se apenas nas características de soros teliais e teliósporos (CARVALHO JÚNIOR e FIGUEIREDO, 2000). Por outro lado, a formação de soros teliais é rara na maioria dos hospedeiros nas regiões tropicais, por não ocorrer condições favoráveis, como umidade e temperatura (YEH et al., 1981).

Conforme Cummins e Hiratsuka (2003), os soros urediniais são marrom-avermelhados, sub-epidérmicos e irrompentes, variam de 100-200 μm de diâmetro na face abaxial dos folíolos de soja. Os uredosporos são globosos e nascem sobre pedicelos curtos nos soros urediniais. Os soros teliais ocorrem entre os soros urediniais, separadamente, na superfície abaxial dos folíolos de soja, são sub-epidérmicos, não irrompentes.

Frederick et al. (2002) conseguiram clonar e sequenciar a região ITS (internal transcribed spacer) do DNA ribossomal de ambas as espécies e desenharam pares de primers que permitem com segurança, identificar qual a espécie de ferrugem está presente nas folhas de soja infectada.

P. pachyrhizi Syd. & P. Syd. (ferrugem americana), nativa no continente americano, ocorre desde Porto Rico (Caribe) ao sul do Paraná (Ponta Grossa); enquanto que o *P. pachyrhizi* (ferrugem asiática), está presente na maioria dos países produtores de soja (YORINORI et. al., 2003). A ferrugem asiática foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1979, em Minas Gerais, por Deslandes (1979), sendo inicialmente classificada em função do hospedeiro como *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. No entanto, Carvalho Júnior e Figueiredo (2000) constataram que até aquela data a única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada espécie menos agressiva e de ocorrência endêmica, em regiões com temperaturas mais amenas. Entretanto, amostras de soja herbarizadas e coletadas em 1979 foram recentemente analisadas por métodos moleculares, tendo sido identificados *P. pachyrhizi* e *P. meibomiae*, presentes nas lesões de soja. Essa evidência demonstra a provável incidência de *P. pachyrhizi* já no final da década de 70 (JULIATTI, 2005).

2.2 Sintomatologia

Os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha pode-se observar uma ou mais urédias que se rompem, liberando os uredosporos. As lesões tendem para o formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo aparecer nos pecíolos, vagens e caules (SINCLAIR e HARTMAN, 1999). Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e enchimento de vagens e o peso final dos grãos (YANG et al., 1991).

Os sintomas da ferrugem “americana” diferem das da ferrugem “asiática” pela predominância da coloração castanho-avermelhada (reddish-brown – RB) das lesões. Na ferrugem asiática as lesões das cultivares suscetíveis são predominantemente do tipo castanho-claros (TAN), porém quando de alta incidência, pode causar crestamento foliar, assemelhando ao crestamento foliar de cercospora; em cultivares resistente ou tolerante, as lesões são predominantemente do tipo castanho-avermelhadas (RB). Os sintomas iniciam-se nas folhas inferiores da planta e são caracterizados por minúsculos pontos (1-2 mm de diâmetro) mais escuros que o tecido sadio da folha (EMBRAPA SOJA, 2005). As lesões são

mais abundantes nas folhas, principalmente na face abaxial, no entanto, com a evolução da doença ocorre o amarelecimento e queda precoce das folhas, impedindo a completa formação dos grãos. Uma vez localizado o ponto suspeito, deve-se confirmar com uma lupa de 10x a 20x de aumento, ou sob um microscópio estereoscópico, desta vez observando o verso da folha. No local da mancha observa-se, inicialmente, uma minúscula protuberância semelhante a uma (bolha) por escaldadura, sendo esse o início da formação da estrutura de frutificação do fungo, a urédia (Figuras 1 e 2) (YORINORI et al., 2004).

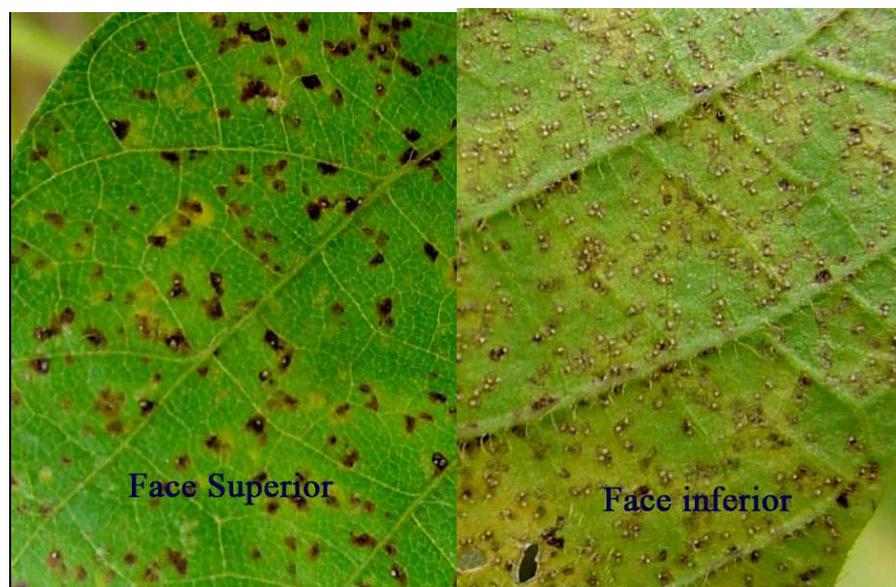


FIGURA 1 Sintomatologia da ferrugem da soja. Fonte: Ono et al. (1992).



FIGURA 2 Urédias em formação e esporulação em folíolos de soja. Fonte: Embrapa Soja. (2003)

Conforme Dall'Agnol (2005), os sintomas da ferrugem asiática são verificados em todas as partes aéreas das plantas, sendo mais comum nas folhas. Iniciam como pequenas pontuações de coloração castanho-clara a marrom. Com aumento no número de pústulas e devido à coalescência das lesões, pode causar crestamento foliar, semelhante ao crestamento

causado por cercospora, mancha parda ou bacteriana. Na medida em que este processo se acentua é possível observar amarelecimento foliar seguido de queda prematura de folhas (Figura 3).



FIGURA 3 - Desfolha causada pela ferrugem asiática em cv. de soja.
Fonte: Embrapa Soja (2003)

2.3 Distribuição geográfica do fungo

Segundo Sinclair e Backman (1989), as epidemias mais severas de ferrugem foram observadas em áreas onde as temperaturas médias diárias são menores que 28°C, com precipitações ou longos períodos de molhamento foliar ocorrendo por toda a safra. Quanto maior a duração do molhamento foliar, maiores as chances de sucesso no estabelecimento da infecção.

O primeiro relato da ferrugem asiática foi em 1902 no Japão, sendo o fungo descrito como *Uredo sojae*, em 1914 foi descrita em diversos países do continente asiático como uma epidemia severa ocorrendo no sudoeste asiático (BROMFIELD, 1981). Na década de 1990, a doença foi relatada em Uganda, Kenya e Rwuanda, sendo reportada em Zimbábue e Zâmbia em 1998 (LEVY, 2005), e em 2001, na África do Sul (CALDWELL e McLAREN, 2004; PRETORIUS et al. 2001).

A ferrugem asiática é uma doença destrutiva e muito agressiva em todos os países onde foi detectada na cultura da soja. Nos países do Oriente, há relatos de perdas variando de 10 a 100% dependendo das condições de umidade (SANGAWONGSE et al. 1977).

No continente americano, a ferrugem foi descrita no Brasil em 1979, posteriormente, no Paraguai (2000/01) e novamente no Brasil, norte do Paraná e no Rio

Grande do Sul, em 2001/02. Desde então, propagou-se para Bolívia (2003), Argentina (2004), Uruguai (2004), Colômbia (2004) e Estados Unidos (2004), (YORINORI et al. 2005).

Após a primeira constatação no Paraguai, em março de 2001 (MOREL PAIVA, 2001), e no Paraná, em maio do mesmo ano (YORINORI e MOREL PAIVA, 2002), a ferrugem asiática espalhou-se gradativamente por todo o Brasil, com exceção feita a Roraima, onde o fungo não foi encontrado até a safra de 2005/2006. O fungo foi encontrado nos demais países produtores de soja da América: Argentina, Bolívia, Colômbia e Estados Unidos (GODOY e HENNING, 2006) (Tabela 1).

Segundo Balardin et al. (2005), no início do processo infectivo, podem ser observadas pequenas reboleiras em locais protegidos do vento, onde a umidade se mantém por maior período de tempo. A partir dos focos iniciais a disseminação do patógeno pode atingir níveis superiores a 3 m/dia, principalmente sob condições de precipitação freqüente. A variação na severidade da ferrugem asiática e os danos causados pela doença entre diferentes regiões parece estar ligada ao regime hídrico, às condições climáticas, à abundância de hospedeiros na entressafra e ao manejo cultural na lavoura de soja.

Na região de Chapadão do Sul, que compreende os Municípios de Chapadão do Sul, MS; Costa Rica, MS e Chapadão do Céu, GO, a ferrugem asiática foi observada pela primeira vez na safra 2001/2002, no final de fevereiro, quando a maioria das lavouras já se encontrava em adiantado estágio de desenvolvimento fenológico (ANDRADE, 2005).

TABELA 1 – Incidência do gênero *Phakopsora* no Continente Americano.

País	Local	Ano	Doença/patógeno	Plantas	Referência
Porto Rico	Constatação	1976	Ferrugem americana <i>P. meibomiae</i>	<i>Glycine max</i> - soja	- Yang (1977)
Brasil	Viçosa - MG	1936	<i>Phakopsora crotalariae</i>	<i>Crotalaria striata</i> -crotalária	- Muller (1940)
Brasil	Lavras - MG	1979	Ferrugem americana <i>P. meibomiae</i>	<i>Glycine wightii</i> – soja perene <i>Phaseolus lunatus</i> -feijão-de-lima <i>Glycine max</i> - soja	- Deslande (1979)
Brasil	São Gotardo-MG Presidente Olegário-MG	1990/91	Ferrugem americana <i>P. meibomiae</i>	<i>Glycine max</i> - soja	- Yorinori (1997)
Paraguai	Pirapó	2001	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja soja safrinha soja tigüera	- Morel Paiva (2001); -Yorinori e Paiva, (2002); -Yorinori et al., (2003)
Brasil	Paraná (amplamente disseminado)	2001	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	- Yorinori e Paiva (2002); - -Yorinori et al., (2003)
Brasil	RS, PR, SP, MS, MT e GO	2002	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	- Yorinori e Paiva (2002); - -Yorinori et al. (2003)
Argentina	-	2002	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	-Rossi (2003)
Bolivia	-	2003	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	-Sconiers et al. (2006)
Colômbia	-	2004	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	-Schneider et al. (2005)
EUA	-	2004	Ferrugem asiática <i>P. pachyrhizi</i>	<i>Glycine max</i> – soja	-Schneider et al. (2005)

Fonte: Zambolim (2006), modificada.

Em trabalhos conduzidos por Gavassoni et al. (2006), sobre a situação da ferrugem asiática da soja na região de Dourados – MS e mais dez municípios próximos, referente à safra agrícola 2004/2005, foi observado o primeiro relato da doença no município de Ponta Porã-MS, em 17/12/2004, em área de produção comercial, em cultivar convencional na fase reprodutiva. O número de focos evoluiu rapidamente atingindo níveis epidêmicos. Os dados foram levantados junto ao Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados, credenciado pelo Consórcio Anti-ferrugem.

Na safra 2005-2006, conforme Ceolin et al. (2006), o primeiro foco relatado da doença do estado do Mato Grosso do Sul, foi detectado no município de Dourados em 17/11/2005, em área experimental, em cultivar convencional no estádio fenológico R5,

atingindo até o final de fevereiro um total de 99 casos, dos quais mais de 70% foram observados nos estádios R3, R4 e R5, e o restante em R2 e R6. A ferrugem foi detectada tanto em soja convencional como em transgênica.

2.4 Dinâmica populacional

A situação da ferrugem asiática no Brasil está mais preocupante, por algumas características próprias da cultura da soja no país tais como: a falta de rotação de culturas, grandes áreas, cultivo contínuo, safrinha de inverno e, acima de tudo, clima favorável ao desenvolvimento da doença, principalmente no Brasil Central. Na Argentina, a ferrugem não tem causado tantos problemas. As perdas registradas nas safras 2004/05 e 2005/06 foram devidas mais às condições climáticas desfavoráveis (seca) do que à ferrugem da soja, propriamente dita. Nos Estados Unidos, maior produtor de soja do mundo, a ferrugem, apesar de ter sido detectada ao final da safra de 2004, não representou grande problema na safra de 2005. A doença ficou confinada aos estados do sul (Mississippi, Geórgia, Alabama, Louisiana e Flórida), não se disseminando para o meio-oeste americano, onde as condições climáticas foram desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo (GODOY e HENNING, 2006)

A sobrevivência do patógeno nas diferentes regiões de cultivo das Américas tem influenciado o nível de inóculo a que a cultura é submetida na época de cultivo preferencial, refletindo-se no aumento de incidência da doença. No Brasil as principais fontes de inóculo inicial de *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. são plantas daninhas hospedeiras, plantas voluntárias de soja e cultivo de soja na entressafra. O plantio de soja, no inverno, no Cerrado brasileiro e na Região ao Norte de Santa Cruz de La Sierra, na Bolívia, tem facilitado a sobrevivência do patógeno no período de entressafra. As condições de temperatura e umidade nas áreas irrigadas do Cerrado, aliadas ao controle inadequado da doença, podem possibilitar o aumento na pressão de inóculo, favorecendo a antecipação das infecções nos plantios subsequentes. Evidentemente que esse processo também depende de condições climáticas favoráveis (BALARDIN et al., 2005).

Condições de alta umidade e a dificuldade de identificação dos sintomas iniciais favorecem a doença, levando a uma alta pressão de inóculo e uma rápida disseminação do patógeno, dificultando o controle da doença (OLIVEIRA, 2005).

A única região de soja do Brasil onde não foi constatada a doença até a presente data é Boa Vista, em Roraima, no Hemisfério Norte. Nessa região, a semeadura normal da soja é feita de meados de abril a final de maio e a colheita termina no final de setembro. Em 2004, foram semeadas cerca de 12.000 ha de soja no período de safra normal e na entressafra

(2004/05) entre outubro e fevereiro, para multiplicação de semente, foram semeadas cinco a seis áreas com irrigação por pivô central, totalizando cerca de 500 ha (JULIATTI, 2005).

Conforme Dall'Agnol (2005), apesar da ferrugem asiática ainda não ter sido encontrada no estado de Roraima, as plantas nesse estado poderão eventualmente ser infectadas via Colômbia ou Venezuela, onde o fungo já foi detectado, antes de ser atingido via regiões produtoras de soja do Brasil, como consequência da imensidão da mata amazônica brasileira que poderá oferecer relativa resistência ao avanço do fungo.

2.5 Perdas causadas pela ferrugem asiática

A doença reduz a atividade fotossintética pela destruição dos tecidos foliares, causando desfolha prematura e redução do ciclo, evitando a plena formação dos grãos. O efeito cumulativo da ferrugem sobre a produção (Tabela 2) se traduz no menor peso das sementes e na redução do número de vagens e de sementes (SINCLAIR e BACKMAN, 1989). Em casos de ataques mais severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou início da granação, pode causar o aborto e queda das vagens (Yorinori e Paiva, 2002).

Na safra 2000/01, em 2001, no primeiro ano de ocorrência da ferrugem asiática não foi feita estimativa de perda de rendimento, exceto na área onde foi primeiramente detectada a doença no Paraguai. Nessas lavouras, a área não tratada com fungicida apresentou redução de rendimento de 60% ou aproximadamente 1.500 kg/ha (MOREL PAIVA, 2001).

TABELA 2 – Redução na produção causada pela ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) em diversos países.

Perdas (%)	Local	Época	Referências
100	Tailândia	Período úmido/chuvoso	Sangawongse et al. (1977)
80-90	Índia e Austrália	Período úmido/chuvoso	Ono et. al., (1992)
70-80	Taiwan	Inverno/primavera	Bromfield (1976)
70-80	Taiwan	Inverno/primavera	Bromfield (1984)
>50	Taiwan	Inverno/primavera	Chan (1977)
40	Japão	Inverno/primavera	Sinclair e Backman (1989)
23-90	Taiwan	Inverno/primavera	Sinclair e Backman (1989)
10-50	Sul da China	Inverno/primavera	Sinclair e Backman (1989)
10-15	Tailândia	Período seco	Sangawongse et al. (1977)

Fonte: Zambolim (2006), modificada.

Na safra 2001/02, a ferrugem foi encontrada em todas as áreas de cultivo da soja no Paraguai, desde Capitan Miranda a Catuete. No Brasil, a ferrugem atingiu cerca de 60% da área brasileira de soja. Perdas de rendimento variaram de 30% a 75% (YORINORI et al. 2002; 2002b; 2003) (Tabela 3).

Na safra 2002/03, o quadro de ocorrência da ferrugem foi diferente do anterior. Nas localidades do Centro-Sul, onde a ferrugem foi severa em 2001/02, apesar da chuva abundante, as altas temperaturas impediram o desenvolvimento da doença na época normal, porém, causou perdas em plantios tardios de fevereiro a março. Nessa safra, uma nova raça de *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. causou severas perdas na região Centro-Oeste e Norte do Brasil (YORINORI et al., 2003).

Na safra 2003/04, o volume da perda de soja por ferrugem foi estimado em 4.592.728t., correspondendo a US\$ 1.224.972.494,73 (US\$ 255,72/t.). Os gastos com o controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) atingiram US\$ 860.055.127,80, elevando o custo ferrugem na safra supracitada, ao nível da lavoura, para US\$ 2.085.027,53. As perdas de arrecadação para o caixa do governo, em função das perdas de grão (4.592.728t.), atingiram a cifra de US\$ 200.943.263,06. Portanto, o custo ferrugem, ao nível do produtor e do governo, em 2004, foi de US\$ 2.285.970.885,59 (YORINORI et al.; 2004). O efeito desse prejuízo para a sociedade brasileira é impossível de calcular.

Na safra 2004/05, a doença foi relatada em praticamente todas as regiões produtoras, mas devido à seca no mês de fevereiro, não causou prejuízos, a não ser no Mato Grosso, onde o principal agravante foi o cultivo ininterrupto da soja em áreas irrigadas sob pivô central para a produção de sementes na entressafra (GODOY e HENNING 2006).

TABELA 3 - Perdas causadas pela ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) no Brasil.

Perdas (%)	Local	Referência
Até 100	Chapadão do Sul-MS	Andrade e Araripe
(safrinha)	Chapadão do Céu-GO	Andrade (2002)
30-75	Chapadão do Sul-MS	Yorinori et al.(2002)
	Região do Planalto-RS	
	Mato Grosso do Sul e Goiás	Yorinori (2003)
Até 70	Várias lavouras: RS, PR, MT, MS e GO	Yorinori e Paiva (2002)
Até 48	Rio Grande do Sul-RS	Yorinori (2003)

Fonte: Zambolim (2006), modificada.

Na safra 2005/2006, a queda da produção, verificada nos levantamentos realizados pela CONAB, entre janeiro e abril, foi de 4,25%, o que representa 2,47 milhões de toneladas.

A queda na produção deveu-se, exclusivamente, à diminuição da produtividade, que passou de 2.627 kg/ha para 2.511 kg/ha, em termos percentuais, 4,4%. Dessa queda, que foi devida a uma grande quantidade de fatores, estima-se que a ocorrência da ferrugem asiática foi responsável por 2,5%; no total da produção estimada, esse percentual representa 1,5 milhões de t. Considerando o preço médio da CBOT (Bolsa de Chicago) de US\$ 220,00/t, essa perda representa US\$ 330,00 milhões (GODOY e HENNING 2006).

2.6 Estratégias de controle

O fato de ser uma doença de ocorrência recente (2001) e a limitada disponibilidade de informações sobre as influências que as condições climáticas, das distintas regiões de cultivo da soja, poderão exercer sobre a severidade da doença, a cada ano, torna difícil fazer uma recomendação genérica de controle que satisfaça a todas as regiões. Não é possível elaborar uma receita que atenda todas as regiões que apresentam distintas condições climáticas, cultivo de soja na entressafra sob irrigação, existência de plantas guaxas de soja (lavouras ou nas margens das estradas) ou plantas hospedeiras suscetíveis. O que se sabe é que períodos contínuos de molhamento das folhas acima de seis horas, por chuva ou orvalho e temperaturas diárias variando de 15° a 30°C, favorecem o desenvolvimento da doença (BROMFIELD, 1982; MARCHETTI et al., 1976).

A obtenção de cultivar de soja resistente à ferrugem asiática tem sido um desafio para pesquisa. Genes dominantes para resistência, denominados *Rpp1* a *Rpp4*, identificados em introduções de plantas (PI's) e cultivares são relatados na literatura (BROMFIELD e HARTWIG, 1980; HARTWIG, 1986; MCLEAN e BYTH, 1980). No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno. Dezoito raças foram identificadas em amostras coletadas em plantas de soja e hospedeiros selvagens no Japão (YAMAOKA et al, 2002). Estudos realizados em Taiwan mostraram a existência de pelo menos uma raça, contendo três genes de virulência (BROMFIELD, 1981). No Brasil, estudos realizados pela Embrapa Soja identificaram 11 cultivares com resistência à ferrugem (YORINORI et al, 2002b), sendo essa resistência quebrada rapidamente com 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).

A doença evolui mais rapidamente e atinge o máximo de severidade a partir do estágio inicial de enchimento das vagens, nas cultivares de hábito determinado. Em cultivares de hábito indeterminado, nas quais a floração se inicia quando as plantas ainda apresentam

cerca de um terço da altura total, a evolução da doença é mais lenta no início, porém, evolui rapidamente acompanhando o crescimento das plantas. Em síntese, a severidade de ferrugem em determinado estágio de desenvolvimento da soja e rapidez da evolução da doença dependem do potencial de inóculo do fungo e das condições climáticas do ambiente (YORINORI, 2005).

Com o propósito de minimizar a pressão do inóculo para as safras subsequentes, foi instituído no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul, através da Lei de número 3.333 de 21 de dezembro de 2006, o sistema de "vazio sanitário", que estabelece a prevenção, controle e erradicação da doença denominada ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd.), no período de 1º de julho a 30 de setembro de cada ano-calendário. O vazio sanitário vegetal compreende o intervalo obrigatório de safras para idêntica cultura vegetal, ou o período em que deve ser total a ausência de plantas, em terrenos situados em determinados locais ou áreas geográficas.

Para a prevenção da incidência da ferrugem asiática, o sojicultor, inclusive o que utilize qualquer sistema ou processo de irrigação, fica obrigado a cadastrar ou registrar, anualmente, toda e qualquer área de plantio, na Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal - IAGRO, até o trigésimo dia anterior ao da data de início da primeira semeadura; submeter a cultura das plantas ao monitoramento para a detecção da doença; realizar o adequado controle químico, biológico ou mecânico de prevenção ou combate da doença, de acordo com as recomendações ou prescrições do responsável técnico (MATO GROSSO DO SUL, 2006)

2.7 Controle químico

Apesar de todos os esforços na busca de soluções para enfrentar a ferrugem asiática da soja, atualmente o controle químico tem sido a forma mais eficiente de controlar a doença. Vários fungicidas encontram-se registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle da ferrugem da soja, com diferentes níveis de eficiência, é importante o conhecimento das variações de eficiência, para poder lançar mão do produto mais adequado a cada situação (ANDRADE e ANDRADE, 2006) (Tabela 4).

A aplicação pode ser feita após os sintomas iniciais da doença, observados inicialmente no terço inferior das plantas na lavoura ou preventivamente. A decisão sobre o momento de aplicação deve ser técnica e baseada em alguns parâmetros tais como: presença da ferrugem na região, estágio fenológico da cultura, condições climáticas e na logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e no tamanho da propriedade), desta forma, o

monitoramento nas lavouras se constitui numa ferramenta essencial, a medida que, vai determinar as necessidades e o momento mais adequado para as aplicações. O monitoramento é recomendado a partir da emissão das primeiras folhas no estágio vegetativo, uma vez que a doença pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da cultura, e deve ser intensificado, nas semeaduras mais tardias e em casos de incidência da ferrugem na região (EMBRAPA SOJA, 2006).

TABELA 4 Fungicidas registrados no MAPA para controle da ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow)

Nome comum	Nome comercial	Dose/ha		Agrupamento ³
		g de i.a. ¹	l ou kg de p.c. ²	
Azoxystrobin	Priori ⁴	50	0,20	*
Azoxystrobin + ciproconazole	Priori Xtra ⁴	60 + 24	0,30	***
Ciproconazole	Alto 100	30	0,30	
Ciproconazole + propiconazole	Artea	24 + 75	0,30	***
Difenoconazole	Score 250 CE	50	0,20	*
Epoxiconazole	Virtue ⁷	50	0,40	**
Epoxiconazole	Soprano 125 SC	50	0,40	
Fluquinconazole	Palisade ⁵	62,5	0,25	*
Flutriafol	Impact 125 SC	62,5	0,50	***
Flutriafol	Impact 125 SC	62,5	0,50	***
Flutriafol	Mercury	50 - 75	0,60	***
Flutriafol	Potenzor	50 - 75-	0,40 - 060	***
Myclobutanil	Systhane 250	100 - 125	0,40 - 0,50	**
Pyraclostrobin	Aproach	50 - 62,5	0,20 0,25	
Propiconazole	Juno	125	0,50	***
Pyraclostrobin + epoxiconazole	Opera	66,5 + 25	0,50	***
Tebuconazole	Constant 200 CE	100	0,50	***
Tebuconazole	Elite 200 CE	100	0,50	***
Tebuconazole	Folicur 200 CE	100	0,50	***
Tebuconazole	Orius 250 CE	100	0,40	***
Tebuconazole	Rival	100	0,50	***
Tebuconazole	Tebuconazole	100	0,50	
	Nortox			
Tebuconazole	Tríade 200 CE	100	0,50	***
Tetraconazole	Domark 100 CE	50	0,50	**
Tetraconazole	Eminent 125 EW	50 0	0,40	**
Tiofanato metílico + flutriafol	Celeiro	300 + 60	0,60	***
Tiofanato metílico + flutriafol	Impact duo	300 + 60	0,60	***
Trifloxystrobin + ciproconazole	Sphere ⁵	56,2 + 24	0,30	***
Trifloxystrobin + propiconazole	Stratego ⁵	50 + 50	0,40	*
Trifloxystrobin + propiconazole	Nativo ⁶	50 + 100	0,50	***

Fonte: EMBRAPA SOJA 2007

A empresa detentora é responsável pelas informações de eficiência dos produtos.

¹ g i.a. = gramas de ingrediente ativo - ² l ou kg de p.c.= litros ou quilogramas de produto comercial - ³Agrupamento realizado com base nos ensaios em rede para doenças da soja nas safras 2003/04, 2004/05 - e 2005/06. (***) - maior que 86% de controle; (**) – 80 a 86% de controle e (*) – 60 a 79 % de controle - ⁴adicionar Nimbus 0,5% v./v. aplicação via pulverizador tratorizado ou 0,5 L/ha via aérea - ⁵adicionar 250 ml/ha de óleo mineral ou vegetal - ⁶ adicionar óleo metilado de soja 0,5% v./v. (Lanzar) - ⁷antiga marca comercial Opus

2.8 Hospedeiros

O número de plantas hospedeiras da ferrugem asiática, citado na literatura, varia de acordo com os autores: Yeh (1985) cita 80 plantas hospedeiras; Hennen (1996) menciona que a doença foi constatada infectando naturalmente 31 espécies de 17 gêneros de leguminosas, tendo também infectado 60 espécies de 26 gêneros de leguminosas quando inoculada artificialmente; Sinclair e Hartman (1999) mencionam que o fungo *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow infecta naturalmente 34 espécies de leguminosas e mais de 61 hospedeiros quando inoculadas artificialmente e conforme Miles et al. (2003) o fungo é capaz de infectar pelo menos 95 espécies hospedeiras, em 42 gêneros da família das leguminosas.

P. pachyrhizi Sydow & P. Sydow é encontrado como hospedeiro natural produzindo uredosporos em condições de campo em diversas espécies de Leguminosae-Papilionoidae e Leguminosae-Fabaceae, sendo os principais hospedeiros: soja (*Glycine max*), jicama (*Pachyrhizus erosus*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*) e feijão miúdo (*Vigna unguiculata*). Outras espécies hospedeiras são: guiso-de-cascavel (*Crotalaria micans*), siratro (*Macroptilium atropurpurea*), guandu (*Cajanus cajan*), soja perene (*Glycine wrightii*), tremoço (*Lupinus* sp), feijão de porco (*Canavalia gladiata*), fedegoso (*Senna occidentalis*), jetirana (*Centrosema pubescens*), xique-xique (*Crotalaria micans*), chocalho (*Crotalaria pallida*), guizo-de-cascavel (*Crotalaria spectabilis*), carrapicho grande (*Desmodium triflorum*), siratro (*Macroptilium atropurpureum*), feijãozinho (*Macroptilium bractearum*), feijão-de-rola (*Macroptilium lathyroides*), faba (*Phaseolus lunatus*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), angico (*Sesbania exaltada*), papagayo (*Sesbania sericea*). (SINCLAIR e HARTMAN, 1996; NPG DATA, 2002) e (Mc BRIDE, 1998, citado por Zambolim, 2006).

2.9 Perspectivas futuras

Conforme Juliatti (2004), a história da ferrugem asiática no Continente Americano é ainda muito recente e muitos detalhes sobre a epidemiologia e variabilidade do fungo necessitam serem pesquisados. A expectativa é de que a ferrugem da soja venha a ser uma doença severa e permanente nas regiões mais chuvosas e altas dos Cerrado (acima de 800m) e na Região Sul, onde há a abundante formação de orvalho e temperaturas mais amenas no verão. Ao longo dos anos, em função das variações climáticas, poderão ocorrer flutuações na severidade ou até ausência da doença. A ferrugem é uma doença imprevisível, cuja ocorrência inicial e a maior ou menor severidade dependem das condições climáticas e da proximidade da fonte de inóculo, podendo variar grandemente de um ano para outro. Portanto, é

fundamental que produtores e técnicos da assistência estejam continuamente atentos, realizando o monitoramento da lavoura para a detecção dos primeiros sintomas.

O desenvolvimento acelerado da ferrugem asiática aliado à dificuldade para a detecção dos sintomas iniciais, torna a vistoria das lavouras uma tarefa difícil ao mesmo tempo imprecisa. O auxílio de lupa ou apoio de um laboratório de diagnose de doenças constituem-se em ferramentas básicas, uma vez que, a ferrugem da soja somente é detectada a olho nu, a partir de uma severidade de 5%, sendo este nível muito elevado e impróprio para dar início ao controle químico (BALARDIN et al., 2005).

Em função da ausência de cultivares resistentes e inadequação dos métodos culturais para um patógeno biotrófico, como *P. pachyrhizi*, o controle químico da ferrugem asiática tem se demonstrado viável e eficiente. No entanto, devido a problemas de identificação correta da doença, carência de informações sobre a patogênese da doença nas condições ambientais do Brasil e limitações operacionais da pulverização em extensas áreas de cultivo, tem sido prejudicada a performance dos diversos programas de controle implementados em escala comercial (AZEVEDO et. al., 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, ambas na Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados – Cidade Universitária, dependências da Faculdade de Ciências Agrárias, no período de março 2006 a fevereiro de 2007. Foram avaliadas as seguintes espécies utilizadas como adubo verde e alimentação humana:

a) **ervilhaca** (*Vicia sativa* L). família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, é uma planta originária da Europa, sendo levada para muitas partes do mundo. É considerada uma forrageira de média qualidade, prestando-se para consumo no inverno, em áreas não sujeitas a geadas fortes. Usada para dar cobertura ao solo, contribuindo para enriquecê-lo com substâncias nitrogenadas, pois como leguminosa efetua assimilação de N por simbiose. Planta anual, reproduzida por sementes, desenvolve-se geralmente durante o inverno, florescendo na primavera; sendo uma leguminosa, aceita solos relativamente pobres (KISSMANN 1992);

b) **feijão miúdo** (*Vigna unguiculata* L). Walp. Família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, planta originária da África, tendo sido introduzida no Brasil na época da colonização; planta anual, rústica, produz em solos pobres, arenosos, suporta períodos secos e é reproduzida por sementes. Cultura de excepcional importância, substitue o feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*. Grandes áreas são plantadas principalmente nos Estados do Nordeste, em outras regiões os plantios são raros, mas ocorrem; plantas não cultivadas podem ser encontradas em qualquer lugar (KISSMANN 1992);

c) **fedegoso** (*Senna occidentalis*) L. Link, família Leguminosae, Subfamília Caesalpinioideae, planta nativa da América tropical, ocorrendo hoje na maior parte do Continente, desde o sul dos Estados Unidos até a Argentina. No Brasil pode ser encontrada em quase todo o território nacional. As raízes, folhas e sementes têm sido usadas em medicina popular como anti-

inflamatório. É uma planta anual, podendo sobreviver por mais de um ano em condições ambientais favoráveis; a reprodução ocorre por sementes (KISSMANN 1992);

d) **crotalária** (*Crotalaria juncea* L.) é uma leguminosa anual, reproduzida por sementes, nativa da América do Sul, comporta-se bem em solos argilosos e arenosos com razoáveis níveis de fertilidade. As vagens nas plantas desse gênero são infladas e não são prontamente deiscentes, possuindo cerca de 600 espécies, que se distribuem por regiões tropicais e subtropicais, com presença mais numerosa na África. Nas Américas ocorrem cerca de 71 espécies constatadas (KISSMANN 1992);

e) **feijão comum** (*Phaseolus vulgaris* L.), família Leguminosae, subfamília Faboideae, tem como centro de origem México e América Central, é uma planta herbácea, baixo porte, produz sementes em vagens, grãos de diversos tamanhos, formas e cores e é cultura de ciclo anual. O feijão e outras leguminosas de grãos constituem as principais fontes de proteína vegetal utilizadas na alimentação humana, nas regiões tropicais e subtropicais, sendo o feijão a espécie mais utilizada no consumo humano no Brasil (VIEIRA 1992).

f) **mucuna preta** (*Mucuna aterrima* L.), originária da África é uma leguminosa anual, pouco exigente quanto a fertilidade do solo, porém não tolera os solos encharcados. A mucuna-preta apresenta desenvolvimento vegetativo eficiente e acentuada rusticidade nesse ecossistema, adaptando-se bem às condições de deficiência hídrica e de temperaturas altas. A espécie floresce e frutifica de maneira variável, porém não possui reação fotoperiódica (PEREIRA, 1982).

g) **labe-labe** (*Dolichos lablab* L.), originária da África do Sul, é uma leguminosa anual, herbácea, prostrada ou trepadeira, glabra, medindo de 2-3 m de comprimento e reprodução por sementes. Tem hábito indeterminado, de clima tropical e subtropical, não tolera geada e geralmente é sensível ao fotoperíodo. Razoavelmente tolerante às secas prolongadas, é bem adaptada a todos os tipos de solos, com melhor desempenho em áreas drenadas e férteis. Muito usada como adubo verde, excelente forrageira e o seu feno apresenta cerca de 16% de proteína bruta (LORENZI 1982).

h) **feijão de porco** (*Canavalia ensiformes* D.C.), é uma leguminosa originária de regiões tropicais, é uma planta anual com 80 a 100 cm de altura, folhas com três folíolos grandes,

flores de cores brancas, roxas ou lilases e vagens grandes, retas ou levemente curvas, onde contêm várias sementes grandes de cor branca ou rosada. O principal valor dessa espécie consiste na sua notável rusticidade e adaptação aos solos de baixa fertilidade, é recomendada para adubação verde (CORRÊA, 1974).

i) **ervilha** (*Pisum sativum* L), é uma leguminosa originária do Continente Europeu. No Brasil, adaptou-se muito bem à região Sul e, posteriormente, às condições do cerrado. Rica em sais minerais, contém vitaminas A e do complexo B e C, é bastante empregada na alimentação humana em forma de grãos verdes, de grãos secos para reidratação, bem como na formulação de ração animal e como cobertura vegetal do solo. Entre os diversos tipos de ervilhas existem opções que permitem, além do uso em alimentação humana, o emprego como fonte protéica na produção de ração para suínos e aves. A ervilha forrageira constitui uma alternativa para a produção de forragem para uso animal e para a cobertura de solo (EMBRAPA TRIGO, 1999)

As sementes de ervilhaca peluda, labe-labe, feijão de porco, mucuna preta e crotalária foram doadas pelo professor Luiz Carlos Ferreira de Souza (UFGD) e teve como origem experimentos conduzidos no campo experimental da própria Universidade.

As outras espécies utilizadas foram plantas daninhas comuns na região sul de Mato Grosso do Sul como fedegoso (*Senna occidentalis* L.), e feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L.), com sementes coletadas em ambientes de pousio em áreas agrícolas próximas a Dourados-MS; e duas espécies de leguminosas utilizadas na alimentação humana: feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. GTE, e ervilha (*Pisum sativum* L.) com sementes procedentes de material multiplicado em experimentos no campo universitário. Plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill) da cultivar BRS 133 oriunda de material multiplicado, foi utilizada como testemunha suscetível à *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.

Para o desenvolvimento do experimento, cinco sementes de cada espécie foram semeadas e mantidas em copos plásticos com capacidade para 500 g de substrato contendo solo argiloso, areia e esterco-de-galinha na proporção de (2:1:2). Após a emergência, procedeu-se o desbaste deixando três plantas por copo, permanecendo em casa-de-vegetação até o momento da inoculação.

O preparo do inóculo constituiu-se na obtenção de folíolos frescos de soja, naturalmente infectados e procedentes de regiões produtoras de soja do Mato Grosso do Sul; obtidas junto ao Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal da

Grande Dourados, credenciado pelo Consórcio Anti-ferrugem. A coleta dos uredosporos foi feita com água destilada e com auxílio de um pincel tipo trincha modelo T-186 de 2 polegadas, para a retirada dos uredosporos da parte abaxial das folhas. Após a obtenção da suspensão de esporos, foi realizada a contagem dos mesmos em câmara de contagem de células (Neubauer) e feita a diluição e ajustada para obtenção de uma concentração de 3×10^4 uredosporos/ml, sendo adicionado à suspensão final, o espalhante adesivo Tween 20 na proporção de 0,5 ml/l para melhor homogeneização da suspensão do inóculo.

As plantas de soja da cultivar BRS 133 foram inoculadas quando atingiram o estágio fenológico V3-V4 de crescimento (trifólio completamente desenvolvido acima do segundo ou terceiro nó), de acordo com a escala proposta por Fehr e Gaviness (1981), e as outras espécies estudadas receberam o inóculo quando apresentavam de 3-4 folhas verdadeiras. Para a inoculação das plantas foi utilizado pulverizador manual de pressão com capacidade para um litro. A inoculação foi realizada por atomização com uma suspensão de 3×10^4 uredosporos/ml.

3.1 Implantação do primeiro ensaio: esta fase foi implantada em (B.O.D.) em 07/01/2006, onde as espécies de mucuna preta, crotalária, labe-labe, feijão de porco, ervilhaca, fedegoso, feijão miúdo, feijão comum, ervilha e soja foram inoculadas e mantidas em câmara úmida protegida com sacos plásticos em condição de alta umidade relativa, por 24 horas, permanecendo incubadas com temperatura constante de 25°C e com fotoperíodo de 12 horas. Após esse período foi retirado o saco plástico que as envolvia, porém permanecendo nas mesmas condições de temperatura até a última avaliação.

As observações foram feitas diariamente até 7 dias após a inoculação (DAI), quando foram observados os primeiros sintomas; após esse período, as espécies passaram a ser examinadas com intervalos intercalados de 3 dias. As avaliações foram feitas conforme Yorinori et al. (2003), com auxílio de lupa com aumento 10x a 20x para a identificação das lesões, lâminas semipermanentes e microscópio óptico para a observação das estruturas do fungo. As observações foram em função da presença de sintomas, número de lesões e presença de uredosporos nos folíolos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e três repetições.

3.2 Implantação do segundo ensaio: esta fase foi implantada no laboratório de fitopatologia em 10/01/2007 onde as plantas de mucuna preta, crotalária, labe-labe, feijão de porco,

ervilhaca, fedegoso, feijão miúdo, feijão comum e soja foram inoculadas e mantidas em câmara úmida, protegidas com sacos plásticos em condição de alta umidade relativa, por 24 horas, permanecendo incubadas nesse ambiente com temperatura de 20° C (± 2), fotoperíodo de 12 horas. Após esse período, foi retirado o saco plástico que as envolvia, mas permanecendo nas mesmas condições de temperatura, sendo feita duas borrifadas diárias com água destilada na parte aérea das plantas, atingindo o ponto de escorrimento foliar, até a última avaliação.

As observações foram feitas diariamente até o 10 DAI, quando foram observados os primeiros sintomas. Após esse período, as plantas foram examinadas com intervalos intercalados de três dias. As observações foram quanto ao número de lesões por folíolo, período de incubação (do momento da inoculação até o surgimento dos primeiros sintomas) e período de latência (do momento da inoculação até o aparecimento dos primeiros esporos do fungo). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos e três repetições.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Primeiro ensaio

Todas as espécies inoculadas com uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, desenvolveram sintomas, sendo que aos 7 dias após a inoculação (DAI), foram observados em: soja, ervilhaca, feijão comum e labe-labe (Tabela 5). Segundo Yorinori (2004), sob condições favoráveis as lesões podem ser visíveis a partir de 4 a 5 dias após a inoculação e as primeiras frutificações (urédias) e esporulações começam a aparecer com 6-7 dias após serem submetidas ao inóculo do fungo.

TABELA 5 – Cronologia do aparecimento de sintomas observados nas espécies inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, em diferentes dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.

Espécies	DAI
Soja BRS 133	7
Ervilhaca peludo	7
Feijão carioquinha cv GTE	7
Labe-labe	7
Feijão de porco	10
Mucuna preta	10
Feijão miúdo	10
Fedegoso	13
Ervilha	13
Crotalária	13

Em soja os primeiros sintomas observados foram minúsculos pontos escurecidos na face inferior da folha; evoluindo para lesões de cor castanho claro. As folhas apresentaram

sintomas de amarelecimento (Figura 4). As urédias foram observadas inicialmente como uma minúscula protuberância, semelhante a uma bolha, sendo observado em seguida as estruturas de frutificação do fungo, os uredosporos, com auxílio de lâminas semipermanentes e microscópio óptico (Figura 5). Sintoma semelhante foi descrito por Yorinori et al. (2003).



FIGURA 4 – Sintomas de ferrugem asiática em folhas de soja (*Glycine max* L. Merrill) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow em soja

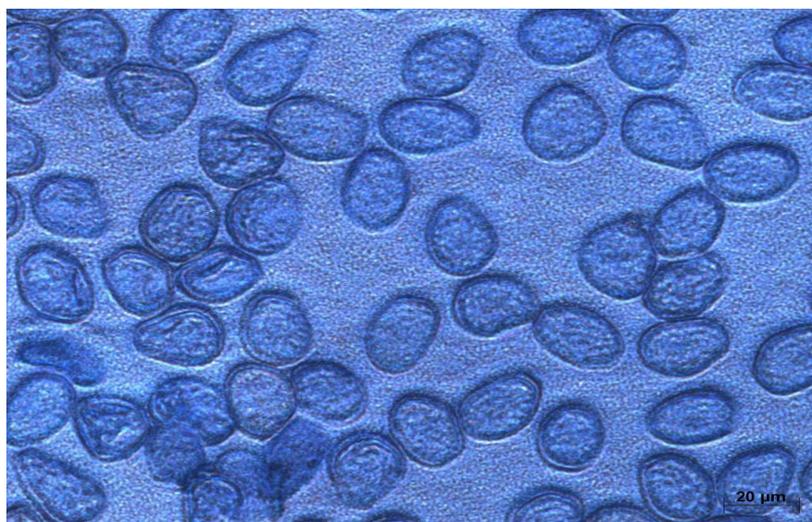


FIGURA 5 - Uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow em soja *Glycine max* L. Merrill

Em ervilhaca peluda na face inferior da folha, foram observadas minúsculas pontuações escurecidas, passando a pequenas lesões de formato arredondado, com protuberância na região central. Na face superior foram observados pequenos pontos de

formato irregular e tamanho variado de cor cinza-claro, com algumas manchas amarelcidas, passando para lesões necróticas em ambas as faces (Figura 6). Observando-se material coletado das lesões, com auxílio de microscópio óptico, não foram encontrados uredosporos nas condições em que este trabalho foi realizado.



FIGURA 6 – Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.

Os sintomas observados em labe-labe (*Dolichos lablab*) foram inicialmente pequenos pontos de coloração verde-escuro, formato arredondado a irregular, passando a lesões de cor castanho a castanho-clara com halo amarelado nas bordas e centro esbranquiçado, com áreas adjacentes necrosadas em ambas as faces da folha. Foi observado ainda, um grande número de lesões (Figura 7), porém, um pequeno número de uredosporos. Resultados semelhantes foram encontrados por Kato e Yorinori (2005), estudando a espécie de *Lablab purpureus*.



FIGURA 7 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de labe-labe (*Dolichos lablab* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.

Já em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) os sintomas iniciais foram várias pontuações pequenas e escurecidas em ambas as faces da folha. Na face superior foi verificada também a presença de grandes lesões de formato irregular, coloração amarelo-palha a esbranquiçada, com a parte central deprimida (Figura 8).



FIGURA 8 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.) inoculada com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.

Resultados semelhantes foram apresentados por Silva et al. (2005), em experimentos conduzidos em condições controladas e inoculações artificiais.

Com o auxílio de microscópio óptico, foi observada a presença de uredosporos (Figura 9).

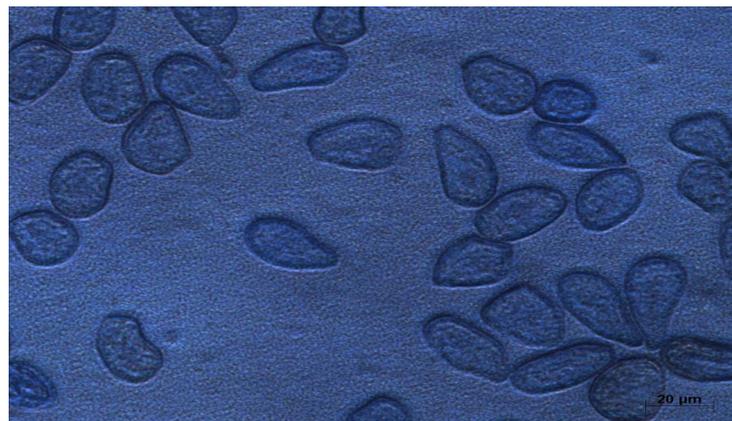


FIGURA 9 - Uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow em (*Phaseolus vulgaris* L.)

Resultados semelhantes foram encontrados por Kato e Yorinori (2005).

As observações realizadas em feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.) foram inicialmente pequenas pontuações marrons-escuro em quantidades variadas, mais acentuadas na face superior da folha; progredindo para pequenas lesões esbranquiçadas e deprimidas, evoluindo para grandes lesões necrosadas de formato irregular de cor escura; em ambas as faces da folha (Figura 10). Com auxílio de lâminas semipermanentes e microscópio óptico, foi observada a presença de uredosporos em material retirado das lesões.



FIGURA 10 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi*.

Em mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.) foi observada inicialmente a presença de várias pontuações escurecidas, evoluindo para lesões de coloração cinza-clara com variação de tonalidade até cinza-escuro; de tamanhos grandes, formato irregular, centro deprimido de cor marrom-escuro. Algumas lesões apresentaram um halo amarelado ao redor. As lesões são comuns em ambas as faces das folhas, e tais sintomas foram mais comuns em folhas mais velhas (Figura 11). Foi observada a presença de uredosporos. Por outro lado, Kato e Yorinori (2005), em estudo feito em casa de vegetação, sobre variações de lesões e produtividades de urédias e uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, analisando *Mucuna* sp, não observaram a presença de lesões, urédia e uredosporos.



FIGURA 11 – Sintomas de ferrugem asiática em folhas de mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.

Em observações feitas em feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L.), na face inferior dos folíolos foram inicialmente encontradas pequenas pontuações marrom-escuro com halo amarelado e centro castanho-claro, passando para lesões de tamanho variado, deprimidas, de cor esbranquiçada a castanho-claro, evoluindo para lesões necrosadas em ambas as faces da folha (Figura 12). Com auxílio de microscópio óptico, foi observada a presença de poucos uredosporos. Resultados semelhantes foram encontrados por Kato e Yorinori (2005) em estudo realizado em casa de vegetação, analisando *Vigna unguiculata* e *V. angularis*, onde encontraram poucas lesões e quase nenhum uredosporo sobre estas espécies.



FIGURA 12 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

Na crotalária (*Crotalaria juncea* L.) foram inicialmente observados minúsculos pontos escurecidos na face inferior da folha, passando para pontuações castanho-claro em ambas as faces da folha e evoluindo para pequenas lesões arredondadas de cor marrom-claro (Figura 13). Com auxílio de microscópio óptico, foi observada a presença de uma pequena quantidade de uredosporos. Resultados semelhantes foram encontrados por Kato e Yorinori (2005), com poucas lesões e quantidades pequenas de uredosporos em *Crotalaria juncea*, porém não foi observada a presença de lesões em *C. spectabilis*.



FIGURA 13 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

Nas observações feitas em ervilha (*Pisum sativum* L.) inicialmente foram verificados minúsculos pontos marrom-escuro, passando para castanho-claro, visíveis em ambas as faces da folha, sendo mais acentuada a sintomatologia na face inferior, evoluindo para pequenas lesões esbranquiçadas com fundo deprimido e centro avermelhado (Figura 14). Foi observada a presença de uredosporos. Resultados semelhantes para esta cultura, foram verificados por Kato e Yorinori (2005).



FIGURA 14 - Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilha (*Pisum sativum* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

Em fedegoso (*Sena occidentalis* L.) foi observada a presença de inúmeras pontuações escuras a castanho-escuro, passando para lesão de tamanho variado com o centro proeminente e coloração esbranquiçada; primeiramente na face superior e passando para ambas as faces da folha. Não foi observada a presença de uredosporos nas condições em que este trabalho foi desenvolvido. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2005) em folhas de *Senna obtusifolia* inoculadas artificialmente com uredosporos do *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. No entanto, Kato e Yorinori (2005) não observaram a presença de lesões, urédia e uredosporos em folhas de *S. obtusifolia*.

Dentre as espécies analisadas, a soja (*Glycine max* L. Merrill) foi a que apresentou o maior número de lesões, seguida de labe-labe (*Dolichos lablab* L.), fedegoso (*Senna occidentalis* L.) e ervilha (*Pisum sativum* L.), que não diferiram significativamente da testemunha quanto ao número de lesões. Já o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), muito embora tenha demonstrado sintomas aos 7 DAI, apresentou o menor número de lesões ao longo do período observado, seguido de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.), que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6).

TABELA 6 – Números médios de lesões observados em folíolos nas espécies inoculadas com *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, com 19 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.

Espécies	Média de lesões
Soja BRS 133 (Testemunha)	<i>Glycine max</i> (L) Merrill 24 a
Labe-labe	<i>Dolichos lablab</i> L. 19 ab
Fedegoso	<i>Senna occidentalis</i> L. 14 abc
Ervilha	<i>Pisum sativum</i> L. 13 abcd
Feijão miúdo	<i>Vigna unguiculata</i> L. 12 bcd
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L. 11 bcd
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i> L. 5 cd
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i> L. 5 cd
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i> D.C. 4 cd
Feijão comum cv GTE	<i>Phaseolus vulgaris</i> 3 d
Cv %	36 -

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 7 são apresentadas às espécies que demonstraram a presença de uredosporos após a inoculação com *P. pachyrhizi*: soja (*Glycine max* (L) Merrill), labe-labe (*Dolichos lablab* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L.), mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Não foram encontrados estruturas fúngicas nas lesões formadas em fedegoso (*Senna occidentalis* L.) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.).

TABELA 7 – Presença de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & Syd, observados nas espécies analisadas aos 19 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2006.

	Espécies	Uredosporos
Soja BRS	<i>Glycine max</i> (L) Merrill	+
Labe-labe	<i>Dolichos lablab</i>	+
Fedegoso	<i>Senna occidentalis</i>	-
Ervilha	<i>Pisum sativum</i>	+
Feijão miúdo	<i>Vigna unguiculata</i>	+
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	+
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i>	+
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i>	-
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	+
Feijão GTE	<i>Phaseolus vulgaris</i>	+

(+) = Presença uredosporos e (-) = Ausência de uredosporos

4.2 Segundo ensaio

Os sintomas apresentados pelas espécies de soja, labe-labe, fedegoso, feijão miúdo, crotalária, mucuna preta, ervilhaca, feijão de porco e feijão comum estudadas nesta fase (Figuras 16 a 24), foram semelhantes aos observados no primeiro ensaio, realizado em (B. O. D.), no entanto, foi constatado um acréscimo no número de lesões (Tabela 8) e diminuição do número de uredosporos.

Quanto à produção de lesões, resultados parecidos foram observados, e fotografados, por Silva et al. (2005) em experimentos conduzidos, sob condições controladas e inoculações artificiais, nas seguintes espécies: *Phaseolus vulgaris*, *Indigofera* sp, *Desmodium* sp, *Crotalaria incana*, *Crotalaria lanceolata*, *Senna obtusifolia*, *Cajanus cajan* e *Mucuna aterrima*.

Resultados parecidos foram encontrados por Kato e Yorinori (2005), em experimentos conduzidos em casa de vegetação, analisando a variação na produção de lesões, urédias e uredosporos de *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. por um período de 26 a 75 dias após a inoculação. Os autores observaram que o maior número de lesões, urédias e uredosporos ocorreu em *Glycine max*, seguida de *Phaseolus vulgaris*. Muitas lesões e poucos uredosporos em *Lablab purpureus*; poucas lesões e quase nenhum uredosporo em *Crotalaria juncea* e *Vigna unguiculata* e nenhuma lesão foi observada em *Crotalaria spectabilis*.

TABELA 8 Número médio de lesões por folíolos nas espécies inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow com 25 dias após a inoculação (DAI). Dourados-MS, 2007.

-	Espécie	Média de lesões	-
Soja BRS 133 (testemunha)	<i>Glycine max</i> (L) Merrill	63,0	a
Labe-labe	<i>Dolichos lablab</i> L.	51,0	a
Feijão GTE	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	20,0	b
Feijão miúdo	<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp	8,6	b
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	6,2	b
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i> L.	4,9	b
Fedegoso	<i>Senna occidentalis</i> L.	4,8	b
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i> D. C.	3,8	b
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i> L.	3,1	b
cv %-	-	56	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Das espécies analisadas, somente crotalária e fedegoso não apresentaram sintomas aos 10 DAI. Porém, aos 16 DAI, todas as espécies já demonstravam a sintomatologia nas condições em que foi desenvolvido este trabalho (Figura 15). Quanto à presença de estruturas fúngicas, os primeiros uredosporos foram observados aos 13 DAI na face abaxial em folhas de soja e aos 20 DAI, em feijão comum, e na face abaxial das folhas, em labe-labe e mucuna preta; não sendo observadas tais evidências nas espécies de feijão miúdo, feijão de porco, ervilhaca, fedegoso e crotalária, ao longo dos 27 DAÍ (Tabela 9).

Nas observações feitas neste segundo ensaio, quando comparadas às do primeiro ensaio, constata-se que houve um acréscimo de três dias no período de incubação para a soja, feijão, ervilhaca, labe-labe e fedegoso, que pode ter sido influenciado pela menor temperatura 20°C (± 2). Por outro lado, não foi observado aumento no período de incubação para as espécies de feijão de porco, mucuna preta, feijão miúdo e crotalária.

A não produção de uredosporos nas espécies de feijão miúdo, feijão de porco, ervilhaca, fedegoso e crotalaria, pode ter sido em decorrência da falta de umidade e pelas temperaturas mais baixas (18 a 22°C) utilizadas na segunda fase .

Em trabalhos conduzidos por Kitani e Inouse (1960), observou-se que o período latente variou de 13 dias, para temperatura de 15,4°C, a 6 dias, para temperatura de 28°C. Em experimento realizado por Kochman (1979), o período latente observado foi de 14 dias em regime de temperatura variando de 7 a 17°C, 9 dias no regime de 17 a 27°C e 11 dias no regime de 22 a 32°C. Ainda Alves et al. (2006), estudando o efeito da temperatura, observou que o menor período latente foi de 9 dias, à temperatura de 22,5°C.

TABELA 9 Período de incubação (do momento da inoculação até o surgimento dos primeiros sintomas) e período de latência (do momento da inoculação até o aparecimento dos primeiros esporos) nas espécies inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow. Dourados-MS, 2007.

Espécies	Período de incubação	Período de latência
Soja BRS 133	10	13
Feijão cv. GTE	10	20
Labe-labe	10	20
Mucuna preta	10	20
Feijão miúdo	10	-
Feijão de porco	10	-
Ervilhaca	10	-
Crotalária	13	-
Fedegoso	16	-

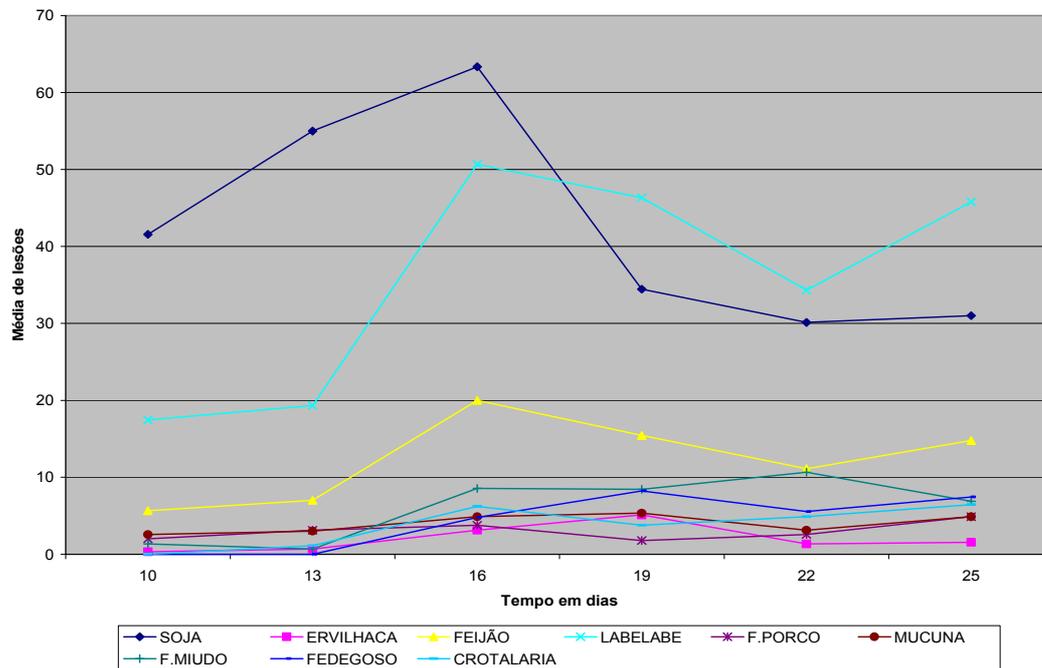


FIGURA 15 - Evolução do número de lesões nas diversas espécies inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow em diferentes períodos de avaliação

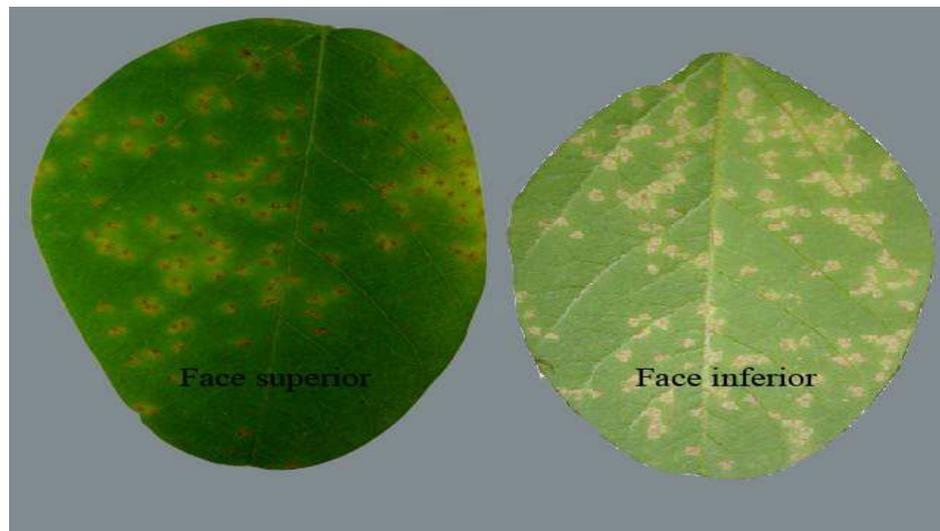


FIGURA 16. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de soja (*Glycine max*) (L) Merrill inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow



FIGURA 17. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformes* D.C.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

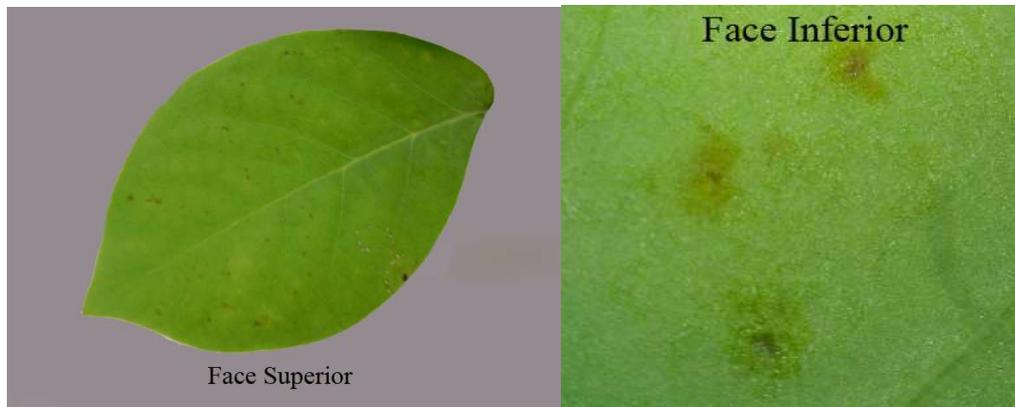


FIGURA 18. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de fedegoso (*Senna occidentalis* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow.



FIGURA 19. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão miúdo (*Vigna unguiculata* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

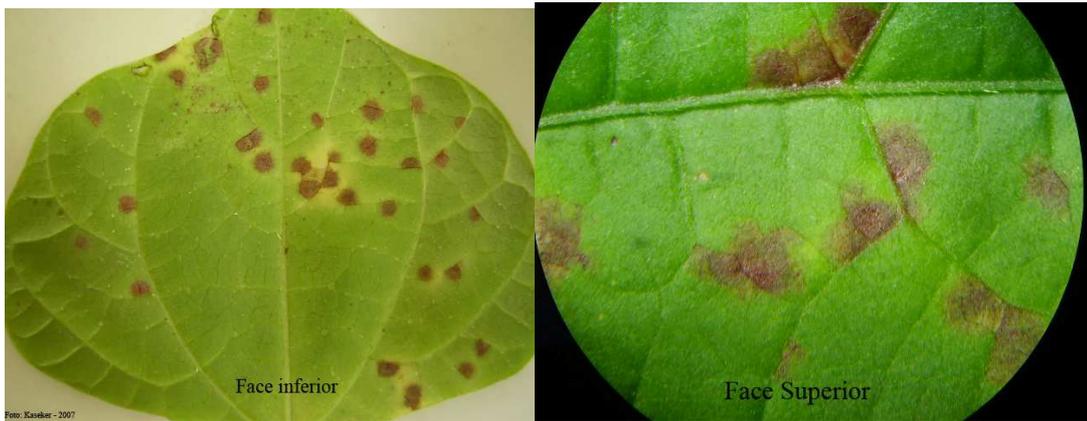


FIGURA 20. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de labe-labe (*Dolichos lablab* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow



FIGURA 21. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) inoculada com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow



FIGURA 22. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de mucuna preta (*Mucuna aterrima* L.) inoculada com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow



FIGURA 23 Sintomas de ferrugem asiática em folhas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

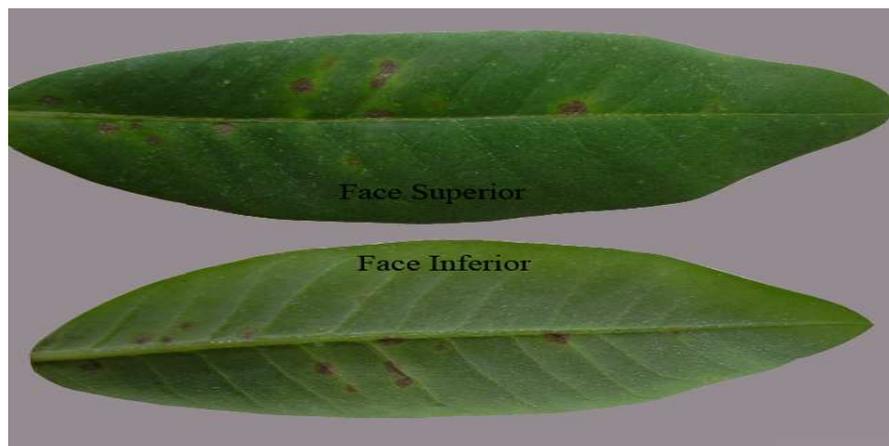


FIGURA 24. Sintomas de ferrugem asiática em folhas de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) inoculadas com uredosporos de *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow

5 CONCLUSÕES

Todas as espécies inoculadas com uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. desenvolveram sintomas, porém, com características próprias em cada planta.

Algumas espécies (soja) desenvolveram muitas lesões com produção de grande número de uredosporos, no entanto, outras produziram muitas lesões e poucas estruturas fúngicas (labe-labe) o que pode ser uma característica da interação do fungo com estas plantas.

A soja, feijão comum, labe-labe e mucuna preta apresentaram estruturas fúngicas (uredosporos), nas duas condições em que foi desenvolvido este experimento, demonstrando terem potencial para serem hospedeiros de *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd.

O feijão de porco, feijão miúdo, crotalaria e ervilha foram considerados plantas suscetíveis, porém nestas espécies o fungo demonstrou ser mais exigente em temperatura e umidade para esporulação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A. Influência da temperatura no período latente da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v.32, p.71. 2006.

ANDRADE, P.J.M.; ARARIPE, ANDRADE, D.F. **Ferrugem asiática: uma ameaça a sojicultura brasileira**. Dourados: Embrapa, 2002. (Circular Técnica n.11) 11p.

ANDRADE, P.J.M A ferrugem da soja em Mato Grosso do Sul, In: JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; HAMAWAKI, O.T. **Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática** (1.:2005: Uberlândia, MG) Uberlândia: EDUFU, 2005, 232 p.

ANDRADE, P.J.M.; ANDRADE, D.F.A.A. **Controle Químico da Ferrugem da Soja**. Ferrugem Asiática da Soja; UFV. Vii, p 61-70. 2006.

ARIAS, C.A.A.; RIBEIRO, A.S.; YORINORI, J.T.; BROGIN, R.L.; OLIVEIRA, M.F.; TOLEDO, J.F.F. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi*Sidow). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., Foz do Iguaçu, PR. 2004. **Anais**. P. 100

AZEVEDO, L.A.S.; JULIATTI, F.C.;POLIZEL, A.C.; BARRETO, M.& JULIATTI, A.C. Comportamento de genótipos de soja quanto à severidade de ferrugem asiática. **Fitopatol. Brasileira**. 29 (Supl.): S113, 2004.

BALARDIN, R.S., NAVARINI, L., DALLAGNOL. L.J. Relato da ferrugem asiática no Estado do Rio Grande do Sul, In: JULIATTI, F.C. POLIZEL, A.C.; HAMAWAKI, O.T.. **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática**, 1 Uberlândia, 2005. Uberlândia: EDUFU, 2005, 232 p.

BRONFIELD, K.R. World soybean rust situation. World soybean research. In: HILL. H.D.(Ed.) **Proceeding of World soybean research conference**. Interstate Printers and Publ., Inc., Danville, Illinois. 1976. P 491-500.

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

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

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J.S. Sources of specific resistance to soybean rust. (Abstract) **Phytopathology**, v.72, p.706, 1982.

BROMFIELD, K. R. **Soybean Rust**. Monography 11. APS Pres, St. Paul. MN. 65 p. 1984.

CALDWELL, P.M.; MCLAREN, N.W. Soybean rust research in South Africa. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.; 2004. Foz do Iguaçu. **Proceeding...**Londrina: Embrapa Soja, 2004. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski & Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi. P.354-360.

CHAN, KUO-LEN, Soybean rust in Taiwan. In: ORD.R.E & SINCLAIR, J.B. (Eds.) **Rust of soybean – the problems and research needs**. Illinois. 1977.

CARVALHO JUNIOR, A.A. & FIGUEREDO, M.B.A. verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa hytopathologica**, Jaboticabal, v.26,n.2,p.197-200, abr/jun. Components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology** 81:1420-1426. 2000.

CEOLIN, A.C.G.; GAVASSONI, W.L.; URANO, E.O.M.; OLIVEIRA, M.; DE CRVALHO, P.M.; SHWINGE, M.E.; PEZZONI, T. Incidência de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na região de Dourados-MS na safra 2005-2006. In CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, IV-Embrapa. 05 a 08 de junho, Londrina. 2006. **Resumos**.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, Rio de Janeiro: S/A, v.3. 1974.

CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated genera of rust fungi**. 3. ed. St. Paul: APS. 2003. 225p.

DALL'AGNOL, A. Consórcio anti-ferrugem. In: JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; HAMAWAKI, O.T. **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática I**– Uberlândia, 2005: EDUFV. 9-10 de maio Uberlândia. 2005, 11p.

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

EMBRAPA SOJA 2003. **Tecnologia de Produção de Soja** – Região Central do Brasil. 2004. Sistemas de Produção 4. Londrina, PR. 181 – 229p. 2003.

EMBRAPA TRIGO. **Leguminosas de grãos como alternativas de inverno**. Comunicado Técnico online nr9,julho1999. Disponível em <http://www.cnpt/embrapa.br/biblio/p_co09.htm. Acesso em 28/04/2007.

EMBRAPA SOJA. Soja: um sucesso brasileiro. In: **Tecnologia de Produção de Soja – Paraná 2005-Londrina**, p. 11-33.

EMBRAPA-SOJA. 2005. **Sistema de Produção 6**. Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrado: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional 2004. 239p.

EMBRAPA SOJA. Indicações **Técnicas** para a Cultura de Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2006-2007. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO SUL XXXIV de 25 a 27 de julho. 2006. Anais.

FEHR, W.R. & GAVINESS, C.E. 1981. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University. 12 p (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

FREDERICK, R.D.; SNYDER, C.L.; PETERSON, G.L.; BONDE, M.R.. Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, n.2, p.217-227, 2002.

GAVASSONI, W.L.; STOFFEL, A.V.; OLIVEIRA, M.; DE CARVALHO, P.M.; BARROS, J.L.F.; PEZZONI, T. Situação de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na região de Dourados-MS, na safra 2004-2005. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA IV-Embrapa. 05 a 08 de junho de 2006. **Resumos**.

GODOY, C.V. e HENNING, A.A. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem Asiática da Soja**. UFV. 2006-Departamento de Fitopatologia. v. 139, p.1-10. 2006.

HARTWIG, E.E. Identificación of a fourth major genes conferring to rus in soybean. **Crop Science**, v. 26, p.1135-1136. 1986.

HENNEN, J.F. The taxonomy of the rust. In: RUST WORKSHOP. 1995, Urbana. **Proccetings**. Urbana College of Agricultural, Consumer, e envorinmental Siencie: National Soybean Research Laboratory, 1996. p. 29-32. (Publication Number 1)

JULIATTI, F.C. Ferrugem asiática: doença provoca perda de 3 milhões de toneladas. **Campo & Negócios**, Ano II, n. 13, p.12-14, Março 2004.

JULIATTI, F.C. Relato da ferrugem asiática em Minas Gerais. **I WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA**. Uberlândia – MG, 229P. 2005.

KATO, M.; YORINORI, J.T. Variation in productivity of lesion, uredinia end urediniospores of *Phakopsora pachyrhizi* among leguminous plant. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, Nashville, USA, 2005. **Proceedings...**, 2005. Disponível em: http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybean_rust_symposium/. Acesso em janeiro/2007

KISSMANN, K. G. & GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, Basf Brasileira, 1992. v.2, 798p.

KITANI, K.; INOUE, Y. Studies on soybean rust and its control measure. Part I. Studies on the soybean rust. **Shikoku Agric. Exp. Stn. Bull.**, v.5, p.319-342. 1960.

KOCHMAN, J.K. The effect of temperature on development of soybean rust *Phakopsora pachyrhizi*. **Aust. J. Agric. Res.**, v.30 p.237-277. 1979.

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

MATO GROSSO DO SUL - Lei Estadual nº 3.333 de 21 de dezembro de 2006. Disponível em:
<http://www.aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislação>. Acesso em 10/03/2007.

MARCHETTI, M. A.; UEHER, F.A. e BROMFIELD, K.R. 1976. Uredial desenvolvimento of *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. **Phytopathology**, v.65,p.822-823. 1976.

MILES, M.L.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. 2003-2004. **Soybean rust: is the U.S. soybean crop at risk?** APSNet Feature Story. June/2003. Disponível em: <http://www.apsnet.org/online/feature/rust> Acesso em: fevereiro/2004

MCLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*). In soybeans. **Australian Journal Agriculture Research** , v.31, p.951-956. 1980.

MULLER, A.C. *Phakopsora crotalaria* infectando *Crotalaria striata* em Viçosa Minas Gerais, **Mycologia**, v. 32, p. 290-309. 1940.

NPG DATA: *Phakopsora pachyrhizi*. **Australian Soybean Rust**. Draft December 9, 2002. 14p.

NUNES JÚNIOR, J.N; PIMENTA, C.B. Evolução, Diagnose e Controle da Ferrugem Asiática da Soja em Goiás – Safras 2001 a 2005 **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática**: Uberlândia, 2005. Uberlândia: EDUFU, 2005.

OLIVEIRA, A.C.B. Relato da ferrugem asiática no Estado da Bahia, In: JULIATTI, F.C.; POLIEZEL, A.C.; HAMAWAKI, O.T. **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática – coletânea**,I Uberlândia, 2005. Uberlândia: EDUFV, 2005, 232p.

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

PAIVA, W.M. **Roya de la soja**. Itapuá: Ministério da Agricultura y Ganaderia.Centro Regional de Investigacion Agrícola - CRIA Capitan Miranda, Itapuá, Paraguay. Série Fitopatologia. 2001.

PEREIRA, J. **Adubação com mucuna-preta em solos de cerrados**. Planaltina : Embrapa-CPAC, 1982. 3p. (Embrapa-CPAC. Comunicado técnico, 15).

- PRETORIUS, Z.A.; KLOPPERS, R.J. FREDERICK, R.D. First report fo soybean rust in South África, **Plant Disease**. V. 85, p. 1288, 2001.
- ROESSING, A.; GUEDES, L.C.A. Aspectos do complexo soja; sua participação na economia brasileira e evolução na região Brasil Central. In: Arantes, N.G. & Souza, P.I. de M. (Ed). **Cultura de soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS. 1993. p.1-47.
- ROSSI, R.L. First report of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal organism of soybean rust in the Province od Misiones, Argentina, **Plant Disease**, v. 89, p. 774. 2003.
- SANGAWONGSE, P.; KIRRISIN, S.; NUNTHAPUN, M. Chemical control of soybean rust in Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 1-8. 1977.
- SCHNEIDER, R.W.; HOLIER, C.A.; WHITAM, H.K; PALM, M.E.; McKEMY, J.M.; HERNANDEZ, J.R.; LEVY, L.; DEVRIES-PATERSON, R. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. **Plant Disease** 89:774. 2005.
- SCONIERS, L.E.; KEMEREIT, R.C.; JASON, B.P.DV.; JOST, P.H.; SITTORA, E.J.; ESTRADA, A.J.; MULLER, J.D.; MAROIS, J.J.; WRIGHT, D.L.; HARNION, C.L. **Asian soybean rust development**. A perspective from the southeastern Unitd States. St. Paul: The American Phytopathological Society. 2006.
- SILVA, L.H.C.P; CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; RIBEIRO, G.C.; NEVES, D.L. Ferrugem Asiática em Goiás: controle químico e hospedeiros alternativos. **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática**, 1 Uberaba, 2005. Uberaba EDUFV, 2005, 232p.
- SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). Infectious diseases: rust. In: SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. St. Paul: APS Press,. 1989, p. 24-27.
- SINCLAIR, J.B. & HARTMAN, G.L. Soybean Rust Workshop. Urbana, Illinois. **Proceedings**. 1996.
- 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 ociety, p. 25-26. 1999.
- VIEIRA, C. Leguminosas de grãos: importância econômica na agricultura e na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 174, p. 5-11, 1992.
- YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M. KATSUYA, K.;YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic race of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of Genetic Plant Pathology**, v.68, p-52-56, 2002.
- YANG, C.Y. Soybean rust in the Eastern Hemisphere. In:FORD, R.E. & SINCLAIR, J.B. (Eds.) **Rust of soybean – the problems and research needs**. Illinois, University of Illinois. INTSOY, series n° 12-22-33. 1977.

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

YEH, C. C., TSCHANZ, A. T.; SINCLAIR, J. B. Induced teliospore formation by *Phakopsora pachyrhizi* on soybeans and other hosts. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.10, p.1111-1112, 1981.

YEH, C.C. Differential reaction of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean in Taiwan. In: Symposium on soybean in tropical and subtropical cropping systems, 1983, Tskuba proceedings Shanhua: AVRDC, 1985. P. 247-258.

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, II**, Foz do Iguaçu. **Anais** Londrina: Embrapa Soja, p171-187. 2002.

YORINORI, J. T.; MOREL PAIVA, W. FREDERIDC, R. D.; COSTAMILAN, L. M. & BERTAGNOLLI, P. F. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. (Abstr.) **Phytopathology** 93:S103. 2003.

YORINORI, J.T. Soja: controle de donças. In: VALE, F.X.R.: ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de planta: Grandes culturas**, Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora. 1997.

YORINORI, J.T. Ferrugem da Soja: panorama geral. In: III Congresso Brasileiro de Soja. **Proceedings**, 1299-1307. 2004.

YORINORI, J.T. Ferrugem Asiática da Soja: um desafio permanente, **Revista Plantio Direto**, v90, p. 23-32., 2005.

YORINORI, J.T., KIIHL, R.A.S., ARIAS, C.A.A., ALMEIDA, L.A., YORINORI, M.A. & GODOY, C.V. Reações de cultivares de soja a ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*). In: **Resumos**, 2002b XXIV REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. São Pedro, SP., p.149.

YORINORI, J.T.; NUNES JUNIOR, J.; GODOY, C.V. & LAZZAROTTO, J.J. Situação da ferrugem asiática no Brasil, safra 2003/04, pp. 134-5. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. **Resumos ...** Londrina, Embrapa Soja. 2004. (Documentos, 234). 330 p.

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

YORINORI, J.T; MOREL PAIVA, W.; COSTAMILAN, L.M. & BERTAGNOLLI, P.F. **Ferrugem da Soja: Identificação e controle**. In: Londrina: EMBRAPA-CNPS., 2003. 25p., (Documentos 204).

YORINORI, J. T. 2005. A ferrugem asiática da soja no Continente Americano: Evolução, importância econômica e estratégias de controle, In: JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.;

HAMAWAKI, O.T. **I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática – coletânea EDUFV**. Uberlândia. 2005. Uberlândia: EDUFU, 2005, 232p.

YORINORI, J.T; MOREL.PAIVA, W.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; GODOY, C.V. & NUNES JUNIOR, J.. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Dis.** 89:675-677, 2005.

ZAMBOLIM, L. **Manejo Integrado da Ferrugem Asiática da Soja**. Ferrugem Asiática da Soja: Viçosa. UFV, 2006. Vii, p 77-79.