

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

CARLA LORENA SILVA

**REAÇÃO DE NOVE HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS À INFECÇÃO POR
ISOLADO DE *Phakopsora pachyrhizi* COLETADO EM UBERLÂNDIA-MG, EM 2010**

**Uberlândia – MG
Maio– 2011**

CARLA LORENA SILVA

**REAÇÃO DE NOVE HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS À INFECÇÃO POR
ISOLADO DE *Phakopsora pachyrhizi* COLETADO EM UBERLÂNDIA-MG, EM 2010**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

**Uberlândia – MG
Maio– 2011**

CARLA LORENA SILVA

**REAÇÃO DE NOVE HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS À INFECÇÃO POR
ISOLADO DE *Phakopsora pachyrhizi* COLETADO EM UBERLÂNDIA-MG, EM 2010**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 27 de maio de 2011.

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Membro da Banca

Prof. Lísias Coelho, Ph.D.
Membro da Banca

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes
Orientador

AGRADECIMENTOS

À Deus , em primeiro lugar, pois sem ele não teria o dom da vida, não teria conhecido o mundo, por todas as preces atendidas e as bênçãos concedidas ao longo dos anos.

Aos meus pais Erci Vicente da Silva e Vanilda Eduardo Rodrigues Silva por me darem apoio estarem ao meu lado sempre, me ajudarem com os trabalhos da faculdade, se preocuparem com meu bem estar, confiarem em meu potencial até mesmo quando eu não confio e por serem meu modelo de vida.

A minha irmã Maraisa Cristina Silva agradeço a preocupação; o cuidado e o incentivo; se não fosse seus conselhos e seu direcionamento quando estava no colegial hoje não estaria encerrando a faculdade; obrigada, mas não só por isso, mas por todos os momentos de alegria que passamos juntas até hoje.

A meu irmão Douglas Francisco Silva por todos os momentos de distração. Quando estava estressada sempre vinha com seu jeito alegre de ser e me fazia rir falando que tudo um dia ia passar e dar certo, que o bom da vida é viver o momento.

Aos meus avós Francisco Espanhol e Madalena Eduardo Espanhol por me darem apoio nos momentos que precisei, por me ajudarem com seus sábios conhecimentos nas horas difíceis e por deixarem testar na casa deles os meus conhecimentos agrônômicos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes, pela orientação, apoio, confiança, pela ajuda no momento em que mais precisei, pela atenção, paciência e todo o conhecimento passado.

Aos técnicos do Laboratório de Virologia da Universidade Federal de Uberlândia por toda a ajuda e atenção em que me foi prestada.

A Laís B. P. Mendonça pela amizade e ajuda essencial neste trabalho, pois sem o nosso revezamento planejado na irrigação e o apoio nas avaliações não teria experimentado, agradeço todos os momentos juntos que passamos neste último ano.

A todos os meus amigos e amigas conquistados durante a graduação que, com certeza, fizeram desses anos os melhores anos da minha vida, que compartilharam as alegrias, as tristezas e suportaram os momentos difíceis que passei. Vocês têm um valor inestimável para mim.

A todos da 43ª Turma de Agronomia, os quais estiveram comigo esses anos, pelos momentos bons e ruins que passamos e por tudo que superamos.

RESUMO

A soja, *Glycine max*, é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Da produção mundial das principais oleaginosas nos anos 2008/2009, a participação da soja correspondeu a cerca de 53%. Nesta cultura a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), que pode ocasionar perdas de até 100% da produção. O agente desta doença depende das plantas de soja voluntária e de hospedeiros alternativos para a sua sobrevivência na entressafra. Para determinar hospedeiros alternativos da ferrugem asiática instalou-se na casa de vegetação e no telado do Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia um experimento testando nove hospedeiros alternativos sendo um de *Vigna unguiculata* (feijão macassa); duas de *Pisum sativum* (Ervilha Torta e de Flor roxa); dois de *Vicia faba* (fava branca e preta); três de *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum; feijão vagem macarrão trepador e macarrão rasteiro) e um de *Dolichos lablab* (labe-labe). Como testemunha da infecção por este patógeno utilizou-se a soja (*Glycine max*) cultivar MS 8200. Os tratamentos foram semeados em vasos plásticos no inverno de 2010, em casa de vegetação inoculadas com a pulverização uniforme da suspensão de uredósporos (45.000 uredósporos. mL⁻¹) nas folhas dos hospedeiros citados, quando pelo menos o primeiro trifólio estava completamente expandido, com o auxílio de um atomizador Devilbs, em casa de vegetação, no final da tarde, quando a temperatura estava próxima de 28°C. As plantas inoculadas de cada tratamento foram observadas diariamente por até 30 dias após a inoculação e para as avaliações foi marcado o primeiro trifólio de cada planta. As características avaliadas foram número de pústulas e número de lesões necróticas, determinadas no folíolo central do primeiro trifólio dos hospedeiros avaliados. Dentre os hospedeiros testados os que manifestaram reação a inoculação foram a soja, o feijão, a ervilha e o labe-labe, sendo que o número de pústulas e lesões foi maior na soja do que nas demais e seus períodos de latência (8 DAI) e incubação (8 DAI) foram os menores. A espécie que teve períodos mais próximos foi a ervilha (10-13 DAI período latente e 9 DAI período de incubação), apresentando pústulas em número menor que o da soja porém com maior tamanho e lesões ao contrário o feijão, que teve apenas pústulas. As demais hospedeiras utilizadas no experimento não manifestaram reação à inoculação.

Palavras chave: vazio sanitário; *Pisum sativum*; *Vicia faba*; *Vigna unguiculata*; *Dolichos lablab*; *Phaseolus vulgaris*; *Glycine max*; ferrugem asiática.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1	A cultura da soja.....	8
2.2	Ferrugem asiática	9
2.3	Efeito do ambiente sobre a doença.....	10
2.4	Disseminação e Sobrevivência.....	12
2.5	Controle.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	Local e época de realização do experimento	15
3.2	Delineamento experimental.....	15
3.3	Substrato	15
3.4	Tratos culturais	15
3.5	Obtenção de inóculo e inoculação	16
3.6	Determinação da temperatura do ar.....	17
3.7	Avaliação da infecção da ferrugem asiática da soja	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÕES.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A soja pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae e ao gênero *Glycine*, que compreende cerca de 15 espécies, sendo classificada como *Glycine max* (L.) Merrill (EMBRAPA, 2004) e tem sua origem em uma região da China denominada de Manchúria sendo cultivada há mais de cinco mil anos, e espalhou-se pelo mundo através de viajantes ingleses e imigrantes japoneses e chineses.

É a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Da produção mundial das principais oleaginosas nos anos 2008/2009, a participação da soja correspondeu a cerca de 53%. Contudo, embora o óleo seja um importante produto, os principais responsáveis pelo crescimento da produção de soja têm sido os seus farelos protéicos, dada sua relação direta com consumo de carnes. Os farelos protéicos são o produto mais barato por unidade de proteína, haja vista, sua participação na dieta alimentar animal, principalmente, de suínos e aves (EMBRAPA, 2009).

Para Juliatti et al. (2005), a exploração econômica do potencial de rendimento da soja (4000 kg ha^{-1}) dificilmente é alcançada, sendo o rendimento médio anual de 2200 kg ha^{-1} , e as doenças são um dos fatores limitantes. A Embrapa (2010) considera que há aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus identificadas no Brasil. Um dos fatores que proporciona o aumento desse número é a expansão da soja para novas áreas e, como consequência, a monocultura. Dentre as várias doenças que podem se estabelecer na soja destaca-se a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, que pode ocasionar perdas de até 100% da produção.

A doença ocorre na Ásia por várias décadas foi encontrada na África em 1997 e nas Américas em 2001, o fungo não sobrevive no inverno em regiões com temperaturas no ponto de congelamento. No entanto tem a capacidade de se disseminar rapidamente pelo vento a longas distâncias e a estabelecer na planta e causar doença e rápida desfolha nas plantas. (RUPE; SCONYERS, 2008).

A magnitude do dano é influenciada por condições climáticas, aspectos genéticos das cultivares, manejo cultural e fitotécnico da cultura e pelo conjunto de fatores relacionados ao controle químico (GASSEN, 2005). A evolução desta doença fez com que um esforço coletivo de diversas instituições viesse a produzir uma das mais significativas alterações em diversos conceitos relacionados ao manejo e controle de doenças foliares em cultivos anuais de grande escala (COSTA et al., 2005).

Para evitar os prejuízos causados por esse patógeno é necessário utilizar ferramentas

adequadas de manejo, como a rotação de culturas, alternativa importante para quebrar o ciclo dos patógenos presentes na lavoura; respeitar o vazio sanitário que consiste em um período sem plantas vivas de soja no campo o que contribui para a redução do inóculo inicial, diminuindo a possibilidade de sobrevivência do fungo em soja viva durante os 60 dias que antecedem o plantio da safra de sequeiro, a adoção de sementes certificadas e de boa qualidade; o uso de fungicidas no tratamento de sementes; a aplicação preventiva de fungicidas; e a eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos no período de entressafra.

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a reação de nove hospedeiros alternativos quanto à infecção pelo isolado de *Phakopsora pachyrhizi* coletado em Uberlândia, MG, no ano de 2010.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

Conforme dados da Embrapa (2005), a soja foi introduzida no Brasil no início do século XX, mas seu impulso maior aconteceu em meados dos anos 70, em razão da grande quebra de safra da Rússia e a incapacidade dos Estados Unidos suprirem a demanda mundial. Nesta época o Brasil superou até a China, que era a segunda maior produtora mundial de soja com 8.500.000 toneladas, ficava logo atrás dos Estados Unidos, o maior produtor mundial até os dias de hoje. A soja é uma espécie botânica que compreende em torno de 15 espécies, sendo a espécie *Glycine max* a de maior importância econômica. A soja que é cultivada difere muito dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2008).

No Brasil, a área cultivada para produção de grãos na safra 2010/11 foi de 49,25 milhões de hectares, 4,2% ou 1,83 milhões de hectares superior à área cultivada na safra anterior, que totalizou 47,42 milhões de hectares. A produção foi superior à safra 2009/10 que foi de 159,21 milhões de toneladas esse resultado é 7,9% ou 10,25 milhões de toneladas a mais produzidas. Com o final da colheita a estimativa da produção de soja no País é de 73,6 milhões de toneladas. Este resultado é 7,2% ou 4,92 milhões de toneladas superior ao obtido na safra 2009/10A produtividade foi de 2.699 quilos por hectare, foi a maior média já obtida no Brasil, com uma queda da safra passada que era de 2920 kg/ha (EMBRAPA,2010).

A produtividade é influenciada pela incidência das doenças constata-se aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram constatadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em 15% a 20%, entretanto, algumas dessas podem ocasionar perdas de quase 100%, caso medidas de controle não sejam implementadas (ALMEIDA et al., 2005). É o caso

da ferrugem asiática que, apesar de ter sido constatada, em níveis epidêmicos, recentemente no Brasil, tem sido considerada uma das doenças mais destrutivas e a que causa maiores danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae (REIS; BRESOLIN, 2004).

2.2 Ferrugem asiática

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd foi constatada pela primeira vez causando dano econômico no Continente Americano, em março de 2001, no Paraguai e em maio de 2001, no Oeste do Paraná (YORINORI et al., 2002). As perdas em lavouras onde não é realizado o controle têm sido bastante severas, sendo observadas, nas situações mais críticas, reduções acima de 70% na produtividade. Apesar de ter sido descrita pela primeira vez no Japão em 1903 (HENNING, 1903), a agressividade da doença no Brasil mostrou níveis nunca antes relatados e isso se deve ao fato do fungo ter encontrado neste País uma condição climática muito favorável ao seu desenvolvimento, principalmente no Cerrado, com a presença de hospedeiro durante todo o ano e uma grande extensão de área cultivada com soja (GODOY, 2006).

O agente da ferrugem asiática da soja é um parasita obrigatório e sobrevive infectando plantas hospedeiras. Na literatura existem registros de 95 espécies de plantas hospedeiras deste patógeno, em 42 gêneros da família Fabaceae. Sua disseminação a longas distâncias é feita pelo vento, mas de um local para outro, não é feita só de forma natural, o próprio homem pode ser um agente disseminador e transportar o fungo por acaso ou intencionalmente. A infecção ocorre sob temperaturas entre 15 e 28°C e umidade relativa do ar entre 75 e 80%. Ambientes com períodos prolongados de orvalho e umidade são favoráveis para o desenvolvimento da doença na lavoura. Diferente de outras ferrugens, este patógeno penetra diretamente através da cutícula e epiderme (JULIATTI et al., 2004).

Os sintomas causados por *P. pachyrhizi* iniciam-se nas folhas inferiores da planta e são caracterizados, em estágio avançado, por minúsculos pontos (1-2 mm de diâmetro), mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Essas lesões provenientes da fase inicial da infecção não são facilmente visíveis a olho nu, sendo necessário posicionar a folha contra um fundo claro ou utilizar uma lupa de 20 a 30 aumentos. Correspondente aos minúsculos pontos iniciais observa-se, no verso da folha (face abaxial), a

formação de urédias (estruturas de reprodução do fungo), que se apresentam como pequenas saliências na lesão (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

A observação das urédias é a principal característica que permite a distinção entre a ferrugem da soja e outras doenças com outros sintomas semelhantes, como o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) e a mancha parda (*Septoria glycines*). As lesões da ferrugem tendem para o formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo aparecer nos pecíolos, vagens e caules. É considerada uma das doenças mais severas que incidem na cultura e pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da cultura. Plantas infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens, reduzindo o peso final dos grãos. Nas diversas regiões geográficas onde a ferrugem asiática foi relatada em níveis epidêmicos, os danos variam de 10 a 90% da produção (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

2.3 Efeito do ambiente sobre a doença

As três maiores fontes de umidade para ocorrência de doenças de plantas são: chuva, orvalho e respingos de água de irrigação por aspersão. Essas três fontes de umidade diferem em sua influência sobre várias fases do ciclo de vida do patógeno. As chuvas e irrigação por aspersão promovem a dispersão dos esporos, mas o orvalho não o faz na mesma intensidade. Todas as três fontes de umidade podem facilitar a germinação e penetração do patógeno, uma vez que esses processos não requerem longos períodos de umidade e são poucos influenciados pela luminosidade. Na dispersão do inóculo, a água exerce efeito determinante em algumas espécies de fitopatógenos, atuando na liberação e no transporte de propágulos por impacto de gotas e, ainda, podendo levar propágulos a longas distâncias, como consequência do escoamento superficial de água e irrigação (RIBEIRO et al., 2004).

Os fatores climáticos são os mais importantes entre os fatores do ambiente que influenciam as doenças de plantas e seu desenvolvimento epidêmico. Dentre os fatores meteorológicos, o mais importante deles (exceto para virose) é o molhamento foliar, produzido pelo orvalho, nevoeiro e pela chuva, necessário tanto para a infecção quanto para esporulação. A chuva pode ser importante na disseminação dos patógenos, principalmente esporos de fungos que causam lesões foliares (RIBEIRO et al., 2004).

A presença do molhamento é fundamental para a ocorrência da doença, já que a presença ou ausência da água livre na superfície foliar determina a possibilidade de germinação dos esporos e, conseqüentemente, a ocorrência da infecção. Marchetti et al. (1976) demonstraram o efeito da temperatura e duração do período de molhamento na germinação e infecção por uredosporos de *P. pachyrhizi*. Este trabalho mostrou que o fungo foi capaz de germinar entre as temperaturas de 7° e 28°C, com faixa ótima de 15° a 25°C. Infecções ocorreram com temperaturas entre 20°C e 25°C e 6 horas de duração de molhamento, sendo que taxas de infecção máximas ocorreram entre 10 a 12 h de molhamento.

Estudo realizado em diferentes regiões de Uganda sobre as perdas de produção atribuídas à ferrugem asiática da soja mostrou que os graus de severidade da doença foram significativamente diferentes para cada região do estudo. As menores perdas foram observadas em regiões com temperaturas mais baixas (12,9°C) e as maiores em regiões mais quentes (KAWUKI et al., 2003). Del Ponte et al. (2006) estudaram a associação de variáveis climáticas com a severidade final da ferrugem da soja de várias epidemias de diferentes regiões do Brasil e observaram que a precipitação apresenta forte correlação com a severidade final da doença pois com a mesma tem-se água livre sobre a superfície o que favorece a infecção inicial do patógeno o mesmo estabelecendo esporula e mantém o ciclo da doença.

Sob condições brasileiras, Alves et al. (2007), em experimentos conduzidos com isolado *P. pachyrhizi* obtido no Brasil, quantificaram o efeito da temperatura e da duração do período de molhamento na germinação do fungo e os resultados obtidos demonstram que a faixa ótima para germinação do patógeno é de 15 a 25°C e que o período de molhamento necessário para a infecção tornou-se mais longo em temperaturas desfavoráveis. Sinclair e Backman (1989) citam que o intervalo de temperatura ótima para a infecção ocorre entre 20 e 25 °C. Nessas condições, havendo disponibilidade de água livre sobre a superfície da planta, a infecção ocorre no período de 6 horas após a deposição do esporo, e quanto maior for a duração do molhamento foliar, maiores são as chances de sucesso no estabelecimento da infecção. Ainda em relação à temperatura, Bromfield et al. (1982) e Marchetti et al. (1976) reportam que períodos contínuos de molhamento foliar acima de 6 h, por chuva ou orvalho e temperaturas diárias variando de 15°C a 30°C, favorecem o desenvolvimento da ferrugem asiática da soja. Alves et al. (2006) indicam que o menor período latente (nove dias) ocorreu na temperatura de 22,5°C e Kochman (1979, apud FIALLOS, 2010) quantificou período latente de nove dias entre 17 e 27 °C e 11 dias no regime de 22 a 32 °C.

2.4 Disseminação e Sobrevivência

Os uredósporos são facilmente disseminados pelo vento, para lavouras próximas ou a longas distâncias, porém, não são transmitidos pela semente. Supõe-se que esporos do fungo tenham atravessado o Oceano Atlântico ou o Oceano Pacífico, vindo dos países do Sul da África (Zimbabwe e Zâmbia, desde 1998, ou África do Sul, em 2001), onde a doença tem causado severas perdas, ou da Austrália, onde a ferrugem ocorre há várias décadas (YORINORI, 2003).

Como *P. pachyrhizi* depende das plantas para sobreviver, a soja e os hospedeiros alternativos mantém sua sobrevivência na entressafra, além de se ter relatos que entre os seus principais hospedeiros estão as espécies *Phaseolus vulgaris*, *Desmodium* sp., *Crotalaria* spp., *Neonotonia wightii*, entre outras. O cultivo de soja na entressafra e estas hospedeiras podem funcionar como “ponte verde” para o fungo se estabelecer mais cedo nas lavouras (FURLAN, 2005). Este patógeno é único entre as ferrugens, pois possui muitos hospedeiros alternativos que podem servir como fonte de inoculo (RUPE; SCONYERS, 2008).

Hospedeiros alternativos são outras plantas que podem ficar infectadas com o mesmo patógeno, porém, não são necessários para completar o ciclo de vida deste patógeno. Os mesmos não podem ser confundidos com hospedeiros intermediários, que são outras plantas, além do hospedeiro principal, que são necessárias para completar o ciclo de vida. Funcionam como fonte de inoculo e multiplicadores durante a entressafra (RUPE; SCONYERS, 2008).

Hartman et al. (1999) relatam que, ao contrário de outras ferrugens, *P. pachyrhizi* podem naturalmente infectar uma vasta gama de espécies vegetais, incluindo 41 espécies em 17 gêneros da família Fabaceae. Além disso, 60 espécies de plantas pertencentes a 26 gêneros foram infectados experimentalmente sob condições controladas (RYTTER et al., 1984), podendo atingir até 90 espécies (MISMAN; PURWATI, 1985, apud FIALLOS, 2010). O fungo também pode infectar e esporular em espécies pertencentes à subfamília *Papilionoideae*, família *Fabaceae*, citando-se como principais hospedeiros as espécies *Glycine max*, *G. sojae*, *Pachyrhizus erosus*, *Pueraria lobata* e *Vigna unguiculata* (CABI, 2001, apud FIALLOS, 2010).

Segundo Rupe e Sconyers (2008) dentre os hospedeiros alternativos da ferrugem asiática estão: Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*); Fava (*Vicia faba*); Labe-labe, (*Dolichos lab lab*); Feijão-de-lima (*Phaseolus lunatus* var. *lunatus*); Feijão broto (*Vigna radiata*); Feijão-trepador (*Phaseolus coccineus*) Feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*); Jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*, *P. erosus*); Feijão-macassa (*Vigna*

unguiculata); Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*); Trevo (*Alysicarpus vaginalis*); Trevo-encarnado (*Trifolium incarnatum*); Trevo-dourado (*Trifolium aureum*); Trevo-lapa (*Trifolium lappaceum*); Trevo-branco (*Trifolium repens*), crotalária (*Crotalaria anagyroides*, *C. spectabilis*); Feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*); Carrapicho beicho-de-boi (*Desmodium tortuosum*); Kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata*); Lespedeza (*Lespedeza* spp., *Kummerowia striata*, *K. stipulaceae*); Tremoço (*Lupinus* spp.); Alfafa (*Medicago* spp.); Alcaçuz-selvagem (*Astragalus cicer*, *A. glycyphyllos*); Ervilha (*Pisum sativum*); Sesbania (*Sesbania exaltata*); Feijão-Gandu (*Cajanus cajan*); Siratro (*Macroptilium atropurpureum*); Feijão-espada (*Canavalia gladiata*); Cornichão (*Lotus* spp.); Feijão-mungo (*Vigna mungo*); Ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* subsp. *varia*); Trevo-cheiroso (*Melilotus officinalis*).

Na literatura, são encontradas mais referências em relação aos hospedeiros de *P. pachyrhizi*, entre os quais se destacam os seguintes: *Colopogonium muconoides* (POOLPOL; PUPIPAT, 1985; apud FIALLOS, 2010), *Lablab purpureus* (SUDJADI, 1980; apud FIALLOS, 2010), *Securigera varia*, (RYTTER et al, 1984; apud FIALLOS, 2010), *Macroptilium atropurpureum* (KEOGH, 1974; apud FIALLOS, 2010), *Lipinus albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus* (KEOGH, 1974; apud FIALLOS, 2010), dentre outras.

2.5 Controle

O controle de *P. pachyrhizi* deve ser realizado com a integração de estratégias de controle elas devendo ser adotadas ao iniciar na entressafra com o manejo das plantas de soja, e isso depende da região. Caso haja a possibilidade da germinação de plantas voluntárias de soja durante a entressafra, as mesmas devem ser dessecadas ou eliminadas mecanicamente. Considerando a gravidade da doença, diversos estados adotaram o “vazio sanitário”, período de 60 a 90 dias sem plantas de soja no campo, como estratégia para reduzir a quantidade de inóculo (esporos) na entressafra (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

Com base nas informações disponíveis até o momento Yorinori (2003), destaca como medidas gerais de controle da ferrugem devem a serem adotadas as seguintes estratégias:

- Semear, preferencialmente, culturas mais precoces e no início da época recomendada para cada região; o objetivo é escapar do período de maior risco de ocorrência da doença;
- Evitar o prolongamento do período de semeadura, pois a soja semeada mais tardiamente (ou de ciclo longo) sofrerá mais dano devido à multiplicação do fungo nos primeiros plantios;
- Independentemente da ocorrência ou não da ferrugem em safras anteriores deve-se vistoriar

a lavoura desde o início do crescimento da soja e, principalmente, quando estiver próxima da floração; na primeira constatação da doença, e havendo condições favoráveis (chuva e/ou abundante formação de orvalho), poderá haver a necessidade de aplicação de fungicida.

Estudos mostram que em condições severas de epidemia são necessárias de três a cinco aplicações de fungicidas, em intervalos de dez dias (SINCLAIR; HARTMAN, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época de realização do experimento

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, na área experimental e no Laboratório de Fitopatologia e Virologia Vegetal (LAVIV), do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, os tratamentos consistiram de nove hospedeiras alternativas diferentes, sendo uma de *Vigna unguiculata* (feijão macassa); duas de *Pisum sativum* (ervilha torta e de flor roxa); duas de *Vicia faba* (fava branca e preta); três de *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum; feijão vagem macarrão trepador e feijão vagem macarrão rasteiro) e uma de *Dolichos lallab* (labe-labe) as repetições consistiram de 8 a 10 plantas e cada parcela era constituída por um vaso com duas plantas. Como controle positivo da infecção *P. pachyrhizi* utilizou-se soja (*Glycine Max*) cultivar MS 8200.

3.3 Substrato

Os tratamentos foram semeados em vasos plásticos no inverno de 2010, em casa de vegetação, contendo 0,5 litros da mistura composta por vermiculita expandida, húmus de minhoca, areia lavada, e solo, na proporção de 1:1: 2:4, respectivamente.

3.4 Tratos culturais

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos as quais receberam irrigação diária de acordo com a necessidade de cada planta. A adubação orgânica foi realizada semanalmente com 0,3 a 0,5 g/vaso de torta de mamona. A adubação mineral foi feita de 15 em 15 dias com

macro e micronutrientes (15% N; 15 % P₂O₅; 20 % K₂O; 1,1% Ca; 4% S; 0,4% Mg. As pulverizações realizadas foram para mosca branca com 0,5 gr/L do inseticida Saurus e para oídio usou-se Veget Oil a 0,5% ambas as aplicações para controle preventivo.

3.5 Obtenção de inóculo e inoculação

O isolado foi obtido em plantas de soja cultivadas na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia em março/abril e preservado em plantas de soja até o momento da inoculação. Para obtenção do inóculo folhas de soja com ferrugem asiática foram coletadas e os uredósporos foram removidos dos soros uredinais com pincel e água destilada contendo aproximadamente 0,01% de Tween 20, sendo que a água destilada com Tween 20 foi passada na folha com o pincel. Após a remoção dos esporos a concentração dos uredósporos foi determinada em câmara de Neubauer, e calibrados para a concentração de 45.000 uredósporos mL⁻¹ e um volume final de 170 mL.

A inoculação foi realizada pela pulverização uniforme da suspensão de uredósporos nas folhas dos hospedeiros citados, quando pelo menos o primeiro trifólio estava completamente expandido, as plantas de soja cv MS 8200; feijão comum cv IAPAR 81; feijão vagem cv Macarrão rasteiro e cv Macarrão estavam entre V3-V4, ou seja, com dois a três trifólios a ervilha cv Torta estava com 6 folhas desenvolvidas e cv Flor roxa estava com 4 folhas desenvolvidas, com o auxílio de um atomizador Devilbs, em casa de vegetação, no final da tarde quando a temperatura estava próximo de 28°C. Imediatamente após a inoculação, as plantas de todos os tratamentos foram incubadas por 17 horas em câmara de nevoeiro. Ao término do tempo de molhamento foliar todas as plantas foram retiradas da câmara de nevoeiro e colocadas em bancadas na casa-de-vegetação por mais 24 horas, e em seguida, transferidas para o telado da área experimental onde foram irrigadas e cultivadas até o final das avaliações da doença. As plantas ficaram da germinação até a inoculação 20 dias na casa de vegetação, a seguir elas ficaram 17 horas na câmara de nevoeiro e foram então transferidas para o telado onde ficaram por mais 30 dias até a conclusão das avaliações.

3.6 Determinação da temperatura do ar

A temperatura do ar no interior da câmara de nevoeiro e do telado foram determinadas diariamente em termômetros de máxima e de mínima, o primeiro localizado no interior da câmara de nevoeiro e outro no interior do telado. As temperaturas máximas e mínimas na câmara de nevoeiro foram determinadas no momento de retirada dos tratamentos deste local. Para as determinações no interior do telado foi realizada a leitura uma vez por dia, aproximadamente às 17:00 h da tarde.

3.7 Avaliação da infecção da ferrugem asiática da soja

Para as avaliações foi marcado o folíolo central do primeiro trifólio de cada repetição para todos os tratamentos. As avaliações realizadas consistiram das determinações dos seguintes parâmetros: número de pústulas/dia e número de lesões necróticas/dia, determinadas no folíolo marcado. As plantas inoculadas foram observadas diariamente a partir do sétimo dia após a inoculação até 45 dias após a inoculação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de molhamento foliar, as temperaturas mínimas e máximas do ar no interior da câmara de nevoeiro foram de 19 °e 22° C, respectivamente. Em seguida, no telado, durante o período de avaliação a média das temperaturas mínima e máxima em seu interior foram de 20° C e 31° C respectivamente (Figura 1).

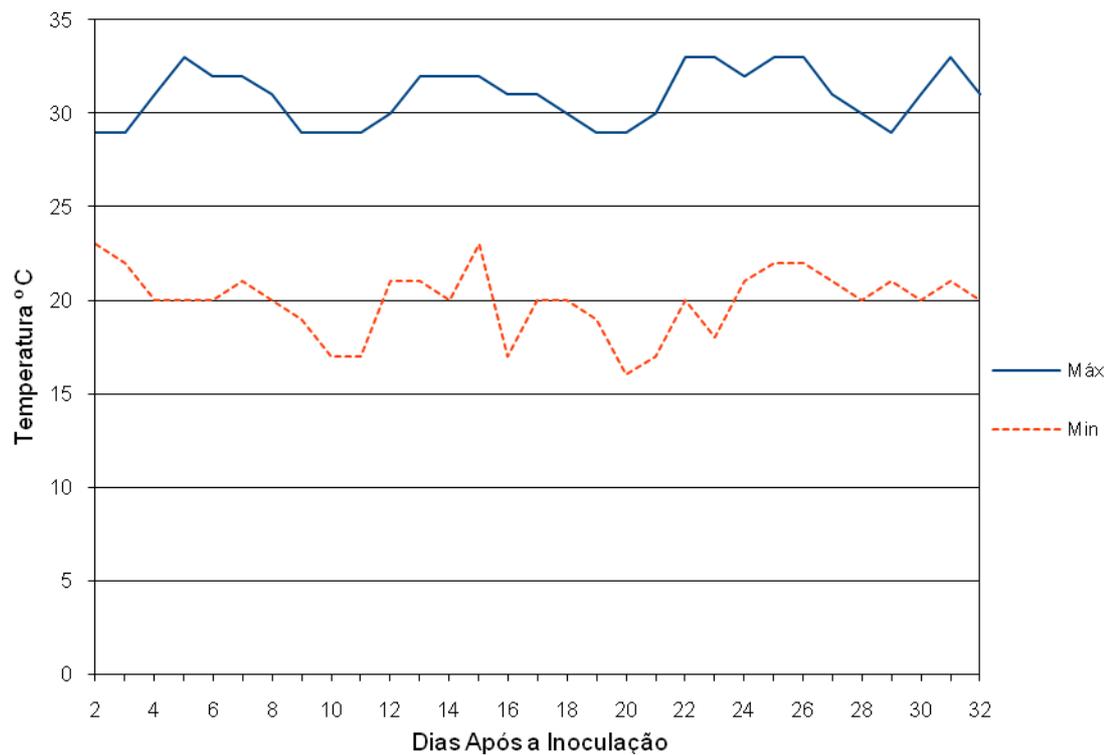


Figura 1- Temperaturas máximas e mínimas diárias observadas no telado. Uberlândia, MG, 2010.

Sinclair e Backman (1989) citam que o intervalo de temperatura ótima para a infecção ocorre entre 20 a 25 °C. Portanto, de acordo com as temperaturas máximas e mínimas coletadas neste trabalho ocorreu durante o período de incubação condições de temperatura e molhamento foliar necessárias para a germinação e penetração do fungo na planta durante um período de 24 horas. Após estas serem retiradas da incubação, as condições ambientais foram favoráveis para a colonização do fungo, uma que vez a temperatura mínima e máxima variaram entre 17 a 34°C, e na grande maioria as temperaturas foram amenas e favoráveis ao desenvolvimento da doença (Figura 1). Devido a estas condições ambientais favoráveis os sintomas apareceram e o experimento foi avaliado a partir de 7 dias após a inoculação para

detecção e quantificação da doença nos diferentes hospedeiros alternativos.

Com as condições ideais para o desenvolvimento de *Phakopsora pachyrhizi*, pode se observar que as plantas de soja foram infectadas por este patógeno (Figura 2), hospedeira, considerada como testemunha neste trabalho e também nas plantas de *Pisum sativum*, cultivares ervilha Torta e ervilha de Flor roxa, e de *Phaseolus vulgaris*, cultivar IAPAR 81. Passini (2007), em seu experimento observou que as cultivares (Jalo precoce e BRS-Radiante) do grupo manteigão da espécie *P. vulgaris* são hospedeiras do agente da ferrugem asiática e consideradas suscetíveis à doença. Nunes et al. (2005) testando 99 genótipos diferentes de feijoeiro comum constataram que destes apenas 24 eram resistentes à infecção por *P. pachyrhizi*. Já Souza (2007) constatou em seu trabalho com 9 espécies diferentes de leguminosas que *P. sativum* e *P. vulgaris* são também hospedeiras do patógeno. Estas observações também concordam com os resultados de Rupe e Sconyers (2008).

Os demais hospedeiros alternativos testados neste trabalho, a saber, *Vigna unguiculata* (feijão macassa); *Vicia faba* (fava preta e branca); e os cultivares de feijoeiro vagem (*Phaseolus vulgaris*) Macarrão rasteiro e Macarrão trepador não apresentaram nenhum sintoma de doença durante os 45 dias de observação e sugerem que eles não foram infectados pelo isolado utilizado. Em contraste, *Dolichos lablab* apresentou sintomas de necrose dos tecidos, sugerindo que houve infecção pelo patógeno inoculado, mas a reação deste hospedeiro foi diferente da soja e das plantas de *Pisum sativum* e do cultivar de feijão vagem macarrão trepador, pois nele, durante o período de observação não houve esporulação e nem formação de estrutura semelhante a pústulas.

Dentre as espécies que apresentaram sintomas a sua ocorrência deu-se entre 8 a 13 dias após a inoculação como pode ser observado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Período mínimo de incubação da Ferrugem Asiática da Soja nas hospedeiras alternativas com sintomas. Uberlândia, MG, 2010.

Hospedeiros	Dias após a inoculação (DAI)
Soja cv. MSOY 8200	8
Ervilha cv. Flor roxa	10
Feijão cv. IAPAR 81	11
Ervilha cv. Torta	13

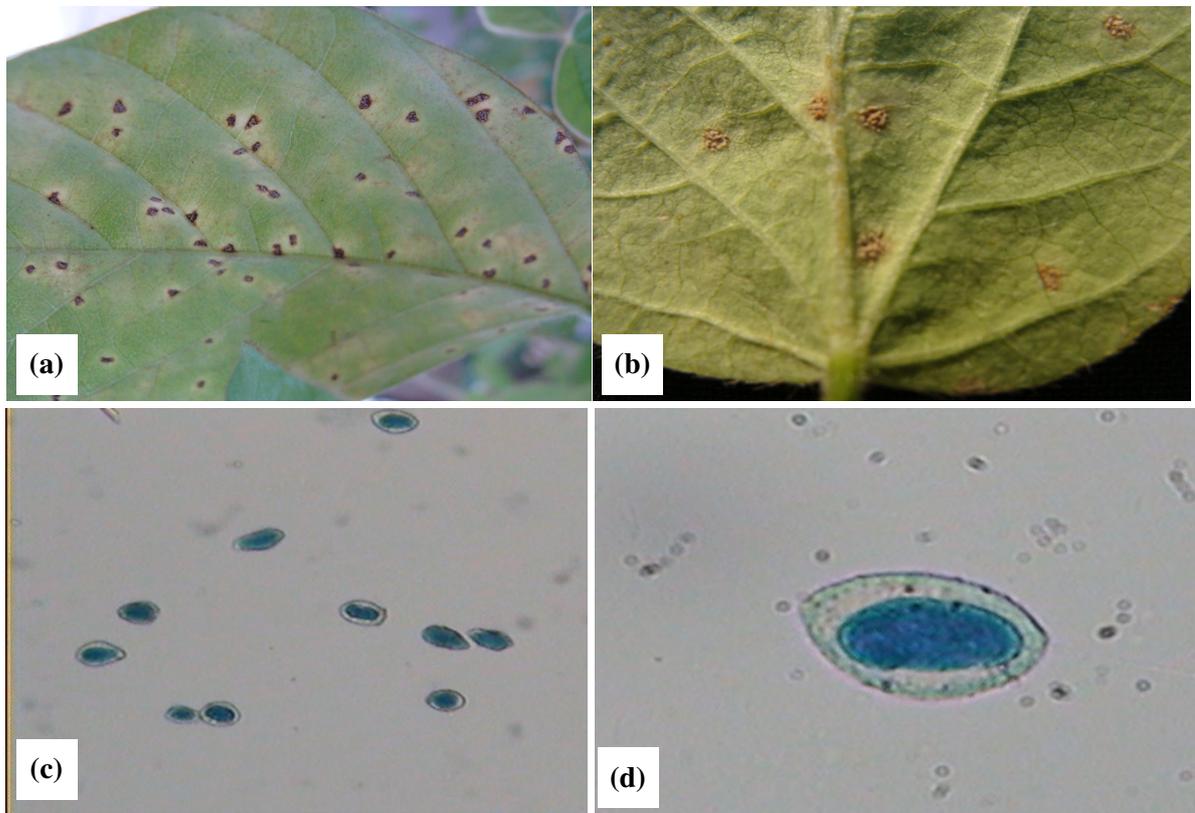


Figura 2- Sintomas e sinais de ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi* em soja MSOY 8200: (a) Lesões necróticas, (b) pústulas, (c) e (d) uredósporos. Uberlândia, MG, 2010.

Na soja os primeiros sintomas observados foram pequenos pontos escuros na parte inferior da folha, as lesões de ferrugem asiática aos 8 DAI nos quais foram detectados as pústulas de cor castanho claro neste mesmo dia (Figura 2). Sintomas semelhantes foram encontrados por Yorinori et al (2003) e Souza (2007).

A evolução do período de incubação, ou seja, do aparecimento das lesões necróticas em soja pode ser observado na Figura 3.

O período mínimo de incubação menor período para aparecer as lesões em soja foi de 8 DAI e o aparecimento das lesões ocorreu até o 14 DAI (Figura 3). Balardin et al. (2005), trabalhando com cultivares suscetíveis, inoculadas após o florescimento e mantidas em temperaturas variando entre 22 e 30°C, observou que elas apresentaram início da formação das lesões entre 7 e 9 dias, concordando com os resultados observados. Zambenedetti (2007) e Koga et al. (2008) observaram que o período de incubação por outro lado foi de 6 dias após a

inoculação. Quanto ao desenvolvimento de lesões, Alves (2007) constatou que elas podem ocorrer por até 20 dias após a inoculação na cultivar de soja BRS 154.

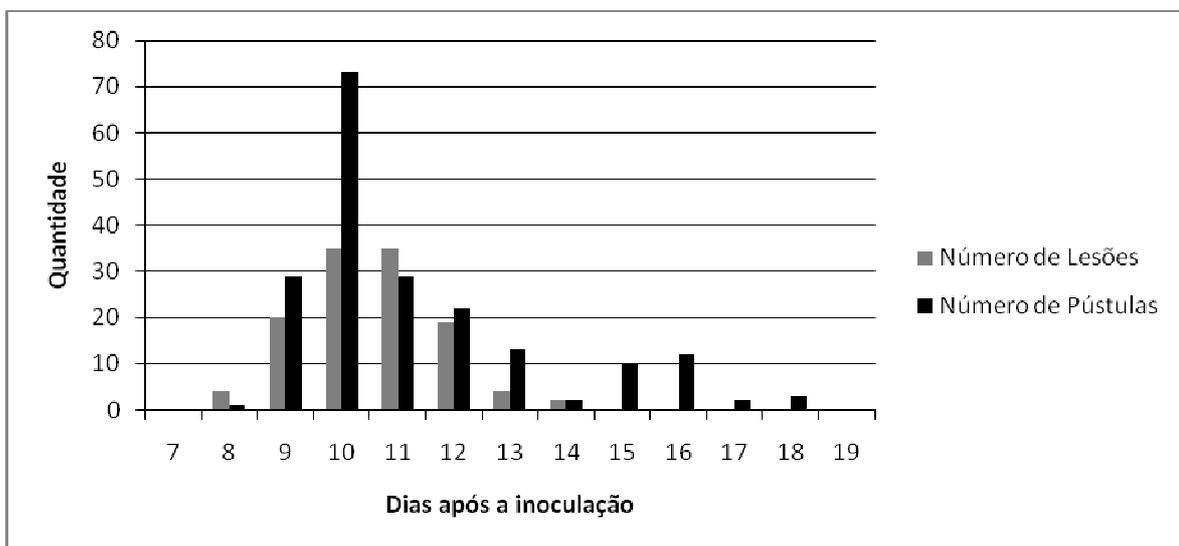


Figura 3 – Evolução do aparecimento de lesões necróticas de Ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* em soja. Uberlândia, MG, 2010.

O padrão de esporulação de *P. pachyrhizi* caracteriza-se por apresentar curva de produção diária de esporos com vários picos de máxima esporulação distribuídos durante todo período infeccioso (MELCHING et al., 1979). As pústulas começaram a aparecer 8 DAI (Figura 3), aproximando dos resultados obtidos por Alves (2007) que observou pústulas nas cultivares Savana e Suprema aos 9 dias após a inoculação, nos períodos de molhamento foliar de 6, 12, 18 e 24 horas e sob temperatura de 15, 20 e 25° C. Neste trabalho foi observada até aos 18 dias após a inoculação. Reis e Bresolin (2004) verificaram que novas urédias continuaram a se formar até 28 dias após a inoculação. Segundo Ugalde (2005), após 7 a 9 dias da inoculação, ocorre o aparecimento das primeiras urédias, 9 a 10 dias inicia a liberação dos uredíniosporos de dentro das urédias, sendo que este evento poderá perdurar durante um período de 3 semanas. Novas urédias poderão surgir dentro das lesões até 7 semanas após o surgimento dos primeiros sintomas. Portanto, os resultados observados estão dentro do esperado para infecção de *P. pachyrhizi* em soja.

Nas observações feitas em ervilha, tanto a cv. Torta quanto a cv. Flor roxa, foram verificados pontos minúsculos e de coloração castanho escuro que evoluíram para uma cor enegrecida. Estes sintomas ocorriam em ambas às faces da folha, porém com uma ocorrência maior na face inferior da folha. Ao redor destes pontos foram observados halos cloróticos (Figura 4). Com a evolução da doença, nestas lesões foi observada a formação de pústulas sendo estas maiores que as observadas em soja, porém em menor número. Resultados

semelhantes foram obtidos por Kato e Yorinori (2005) e Souza (2007). A Figura 5 indica a evolução do aparecimento de pústulas e lesões com o decorrer dos dias após a inoculação de *Phakopsora pachyrhizi* em ervilha cv. Torta.

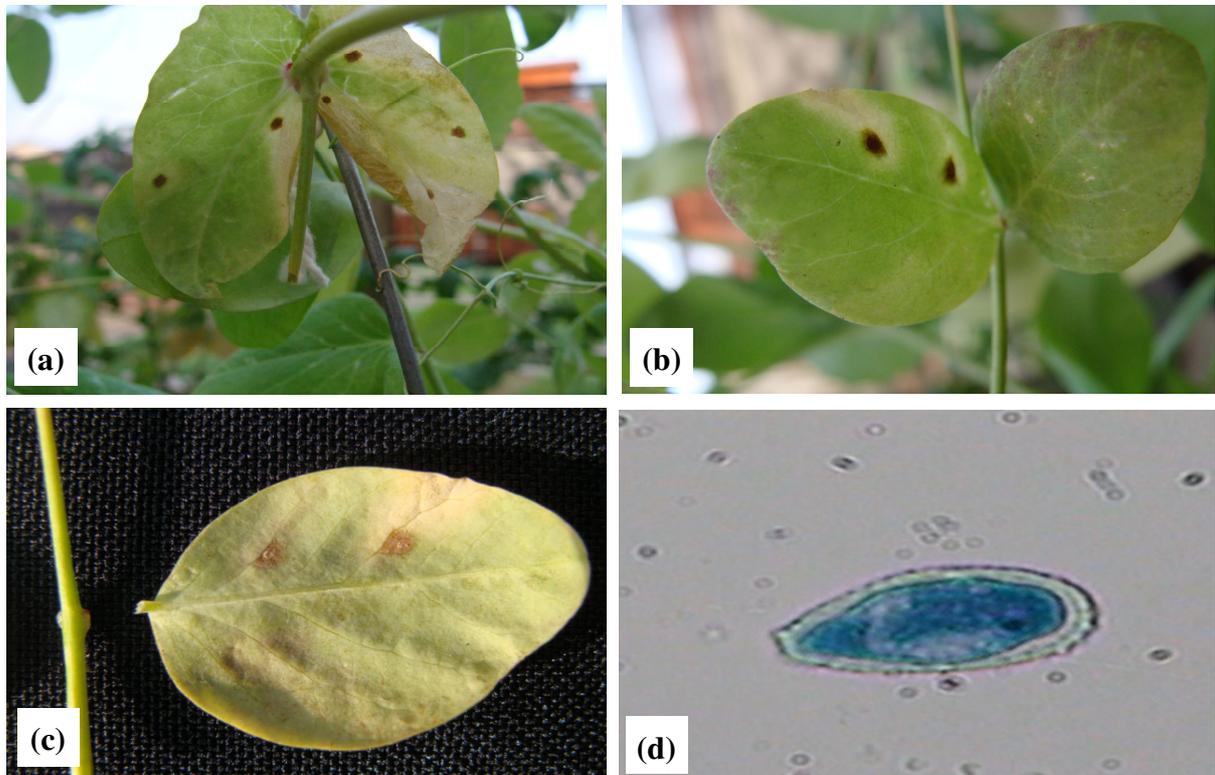


Figura 4 – Sintomas e sinais de ferrugem causada por *Phakopsora pachyrhizi* em ervilha cv. Torta: (a) e (b) lesões necróticas, (c) pústula e (d) uredósforo. Uberlândia, MG, 2010.

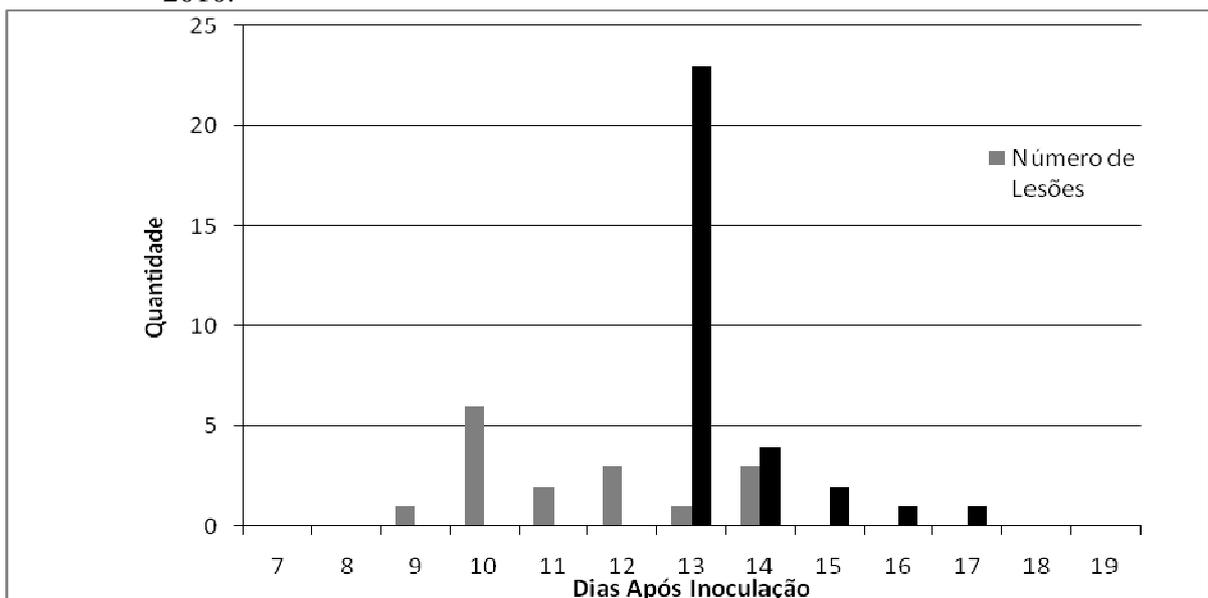


Figura 5 - Evolução do número de pústulas/dia e número de lesões/dia após a inoculação por *Phakopsora pachyrhizi* em ervilha (*Pisum sativum*) cv. Torta. Uberlândia, MG, 2010.

As lesões começaram a aparecer 9 dias após a inoculação (Figura 5), que difere dos resultados obtidos por Souza (2007), pois ele relatou a presença de lesões com 19 dias após a inoculação. Essa diferença observada pode ser devido aos isolados utilizados serem de regiões diferentes. O deste trabalho provém da região de Uberlândia o do referido autor foi obtido da região de Mato Grosso do Sul. Outro sintoma observado na ervilha foi a desfolha rápida da planta após a ocorrência da ferrugem sugerindo que a hospedeira é muito suscetível ao patógeno e que em condições de campo o tempo de permanência das pústulas é de curta duração, a desfolha rápida também foi relatada por Bonde (2008). Quanto ao aparecimento das pústulas observa-se que elas começaram a aparecer aos 13 dias após a inoculação. Este resultado também foi obtido por Souza (2007).

Entretanto resultados diferentes foram obtidos para a ervilha cv. Flor roxa (Figura 6). Nesta ervilha constata-se que o aparecimento das pústulas ocorreu 10 DAI ao contrário da outra cultivar em que foi aos 13 DAI e não desenvolveu lesões, durante o período de observação sugerindo que esta cultivar é mais resistente a ferrugem asiática do que a cv Torta.

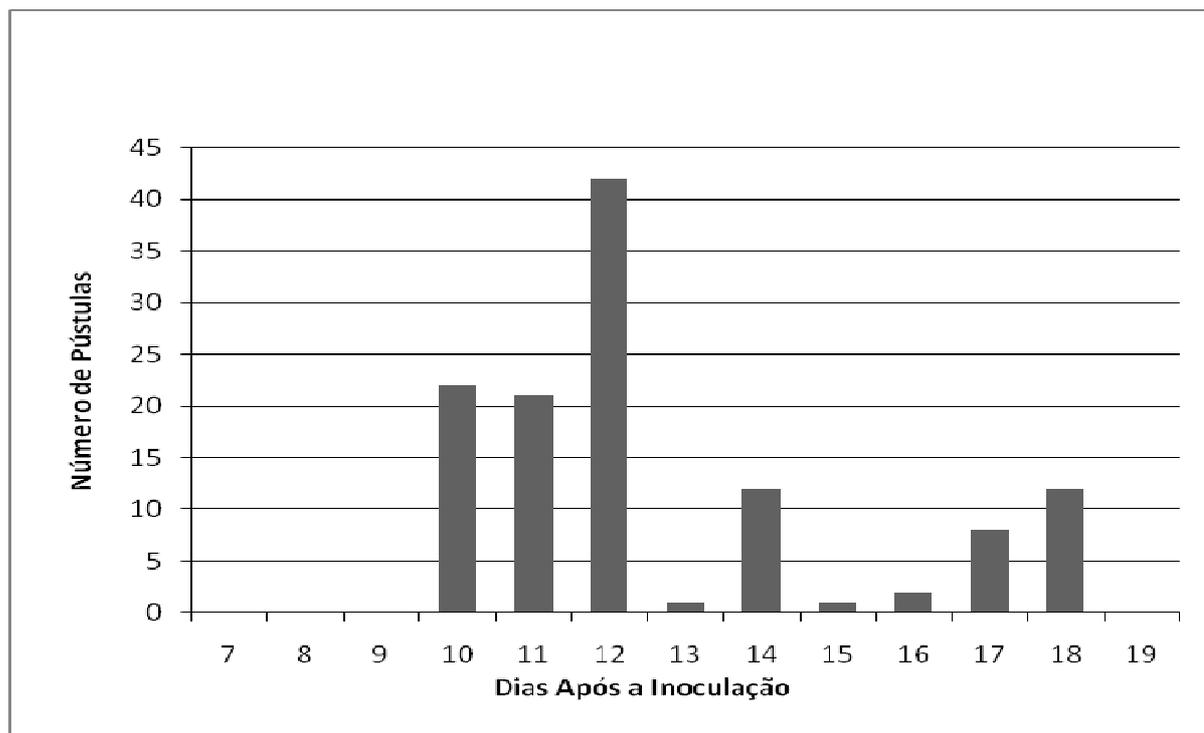


Figura 6 - Evolução do número de pústulas/dia após a inoculação por *Phakopsora pachyrhizi* em ervilha (*Pisum sativum*) cv. Flor roxa. Uberlândia, MG, 2010.

Em feijão comum cv IAPAR 81 os sintomas iniciais observados foram pontos cloróticos que evoluíram para lesões castanhos e desenvolveram pústulas com uredósporos (Figura 7).

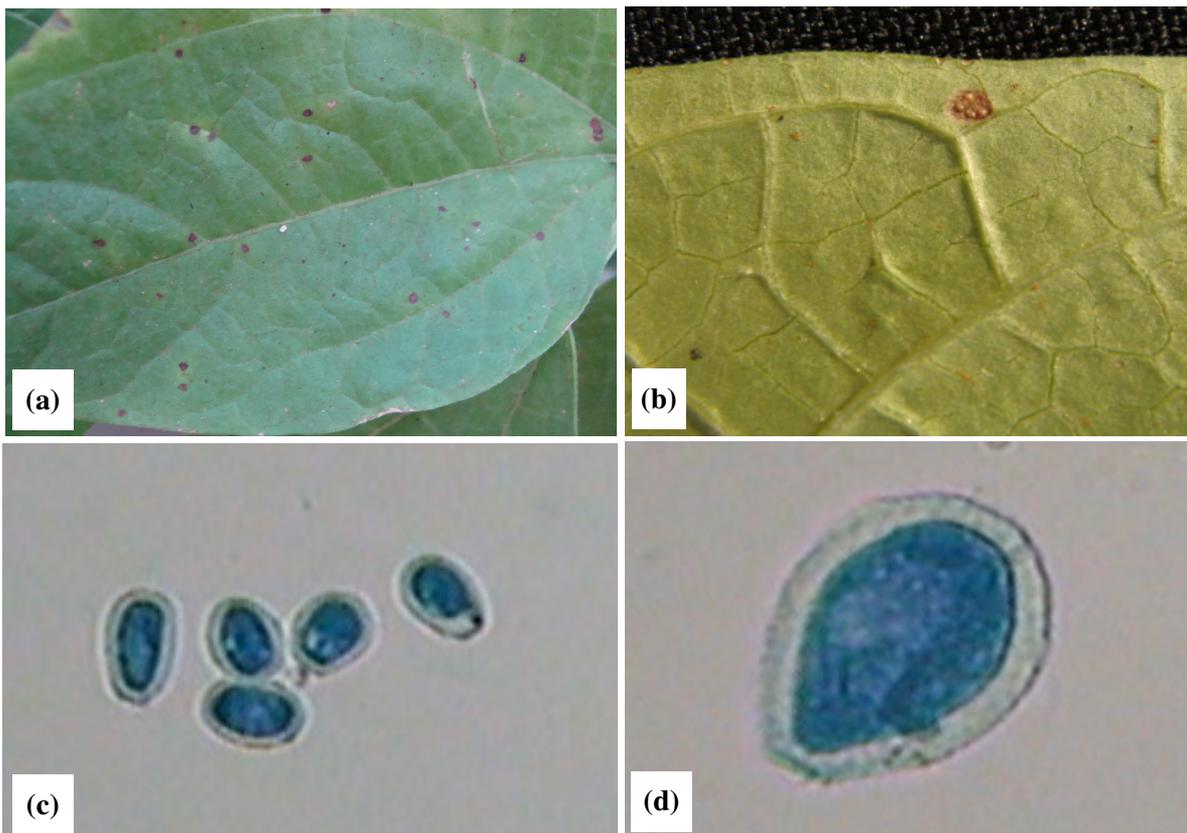


Figura 7 – Sintomas e sinais de ferrugem causada por *Phakopsora pachyrhizi* em feijão Comum cv. IAPAR 81: (a) Sintomas necróticos na pagina superior da folha, (b) pústulas, (c) e (d) uredósporos. Uberlândia, MG, 2010.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2005) e Souza (2007) que observaram a ocorrência tanto de sintomas de pústulas.

Na cultivar de feijoeiro comum as pústulas apareceram aos 11 e 17 DAI e as lesões ocorreram aos 14 DAI (Figura 8). Trabalhando com este hospedeiro e isolado do Mato Grosso do Sul Souza (2007) observou um grande número de lesões/folíolo aos 10 DAI e o aparecimento de pústulas aos 7 DAI.

A reação manifestada por *Dolichos lablab* (labe-labe) apareceram lesões de cor castanho claro a escuro (Figura 9) com áreas necrosadas 16 DAI e não ocorreu o desenvolvimento de pústulas durante o período de observação. Resultado diferente foi observado por Souza (2007) neste mesmo tipo de hospedeiro, pois ele observou pústulas 20 DAI. Esta diferença pode ser devido ao fato do isolado utilizado neste trabalho e do referido autor terem sido obtidos em regiões distintas, mas também pode ser devido ao genótipo deste hospedeiro ser diferente do material utilizado no presente estudo.

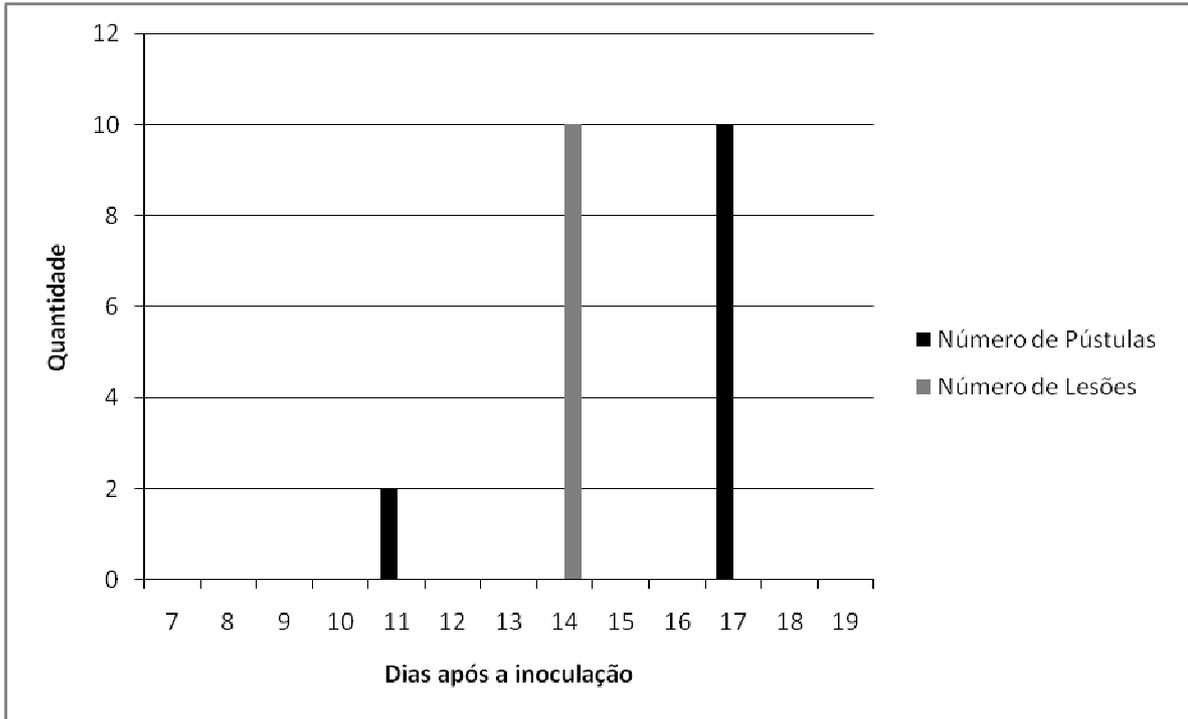


Figura 8 - Evolução do número de pústulas/dia após a inoculação por *Phakopsora pachyrhizi* em feijão comum cv. IAPAR 81. Uberlândia, MG, 2010.

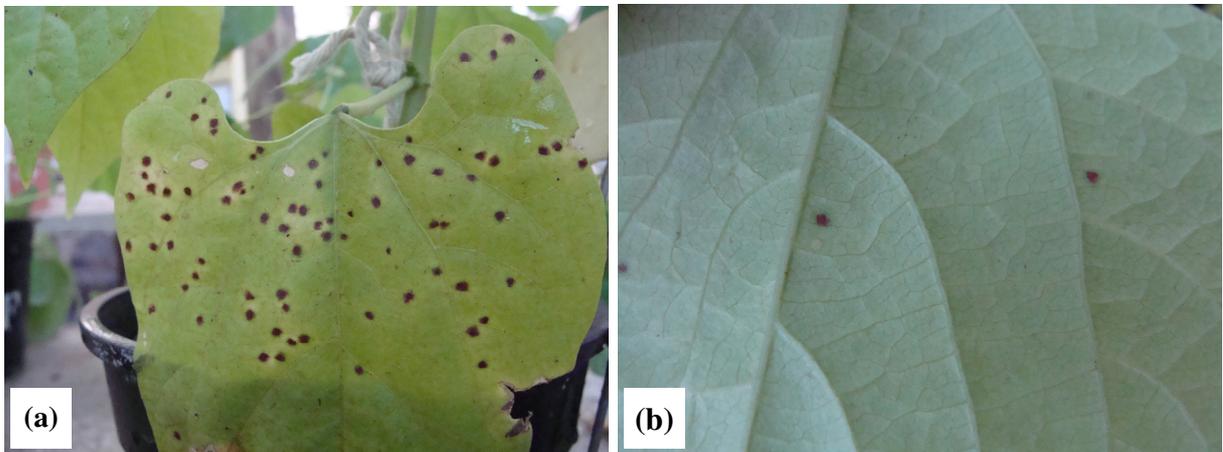


Figura 9 - Sintomas observados em labe-labe (*Dolichos lablab*): (a) página superior e (b) página inferior, 16 dias após a inoculação por *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, MG, 2010.

5 CONCLUSÕES

As cultivares Torta e Flor roxa de ervilha e a cultivar IAPAR 81 de feijoeiro comum apresentaram sintomas de ferrugem pela infecção por *P.phachyrhizi*.

Dentre os tratamentos testados, podem ser considerados como hospedeiros alternativos do isolado de *Phakopsora pachyrhizi* coletado em Uberlândia em 2010 a ervilha (*Pisum sativum* cv Torta e cv Flor Roxa) e o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* cv IAPAR 81).

Os tratamentos *Vigna unguiculata* (feijão macassa); *Vicia faba* (fava preta e branca); e os cultivares de feijoeiro vagem (*Phaseolus vulgaris*) Macarrão rasteiro e Macarrão trepador não apresentaram nenhum sintoma e nem pústulas devido ao ataque deste patógeno nas condições deste experimento.

O hospedeiro labe-labe (*Dolichos lalab*) apresentou sintomas de necrose dos tecidos foliares dentro dos 45 dias de observação, mas não houve formação de pústulas.

O período de incubação da ferrugem causada por *P.phachyrhizi* nas cultivares, Torta e Flor roxa, de ervilha, e IAPAR 81, de feijoeiro comum, foi maior do que o observado em soja MS 8200.

A infecção de *P. phachyrhizi* em cultivares de ervilha e de feijoeiro comum testadas possibilitam a sobrevivência deste patógeno em hospedeiro vivo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. E. V.; HENNING, A. A. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO; AMORIM, L.; CAMARGO, L. E. A. (ed) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 569-588.
- ALVES, S. A. M. **Quantificação de parâmetros de pré-penetração e monocíclicos relacionados ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi***. 2007. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia). Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. 2007.
- ALVES, M. C.; POZZA, E. A.; FERREIRA, J. B.; ARAÚJO, D. V.; COSTA, J. C. B.; DEUNER, C. C.; MUNIZ, M. F. S.; ZAMBENEDETTI, E. B.; MACHADO, J. C. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 239-244, 2007.
- BALARDIN, R. S.; NAVARINI, L.; DALLAGNOLL, L. J. Epidemiologia da ferrugem da soja. In: JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; HAMAWAKI, O. T. (Org.). **Workshop Brasileiro Sobre a Ferrugem Asiática**, Uberlândia, MG: EDUFU, 2005. p. 39-50.
- BONDE; M. R., NESTER, S. E.; BERNER, D. K.; FREDERICK, R. D.; MOORE, W. F.; LITTLE, S. Comparative susceptibilities of legume species to infection by *Phakopsora pachyrhizi*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, p.30-36. 2008.
- BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S. Sources of specific resistance to soybean rus. **Phytopathology**, Saint Paul, v.72, n.2, p.706. 1982.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010 – Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2010** 5. 39 p. Disponível em: www.conab.com.br. Acesso em: 20 de abril 2011.
- CONSORCIO ANTIFERRUGEM. **Sintoma da Doença**. Disponível em: http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/?page_id=56. Acesso em 24/03/2011.
- COSTA, M. J. N.; BERTAGNOLLI, P. F.; YORINORI, J. T. Sobreviventes no ataque. **Cultivar**, Pelotas, Ano VII. n. 79, p. 30, 2005.
- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian Soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p. 797-803. 2006.
- EMBRAPA. **Doenças e medidas de controle: Tecnologias de Produção de soja na Região Central do Brasil**. 2004. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/doenca.htm. Acesso em: 27 abril de 2011.
- EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil- 2004**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239 p. (Sistemas de Produção/ Embrapa Soja: n.6).
- EMBRAPA. **Sistemas de produção**. 2003. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 25 abril de 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil 2006. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

EMBRAPA. **Usos**. 2008. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=25&cod_pai=29>. Acesso em: 24 março de 2011.

EMBRAPA. **Estimativas apontam redução de custos para controlar ferrugem da soja**. 2008. Disponível em: www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2008/novembro/-apontam-reducao-de-custos-para-controlar-ferrugem-da-soja. Acesso em: 15 março de 2011.

EMBRAPA. **Brasil aprende a combater ferrugem da soja**. 2008. Disponível em: www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2008/outubro/3a-semana/brasil-aprende-acombater-ferrugem-da-soja/. Acesso em: 27 fevereiro de 2011.

EMBRAPA. **Ferrugem da soja já está presente em 11 estados**. 2009. Disponível em: www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/fevereiro/2a-semana/ferrugem-da-soja-jaesta-presente-em-11-estados/. Acesso em: 28 fevereiro de 2011.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2008/2009)**. 2009. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=17> . Acesso em: 29 março de 2011.

EMBRAPA, 2010. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010**.- Londrina: Embrapa Soja, 2008. 262 p.

FIALLOS, G. R. F. **Efeito de programas de aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem, no seu controle e na área foliar da soja**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia). Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.

FURLAN, S, H. Impacto, diagnose e manejo da ferrugem asiática da soja no Brasil. In: XI REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO GRÃOS E I ENCONTRO DE FITOSSANIDADE DE PLANTIO DIRETO NA PALHA DO CLUBE AMIGOS DA TERRA DE AGUAÍ, 2005, AGUAÍ. **Anais...** Aguaí: CAT, 2005, p 31-32.

GASSEN, F. R. **Doenças foliares em Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora Ltda, 2005. 178 p.

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

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

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A. **Histórico do vazio sanitário como medida de manejo da ferrugem asiática da soja, 2006**. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/download/HistoricoVazio.doc>. Acesso em: 02 fevereiro 2011.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE E SCONYERS, J. C. **Compendium of Soybean Diseases**. 4. ed. Saint Paul: APS Press, 1999.100 p.

HENNINGS, V.P. A few new Japanese Uredinaceae. **Hedwigia**, Berlin, v. 42, p 107–108.1903.

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

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

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

JULIATTI, F. C. Relato da ferrugem asiática em Minas Gerais. In: JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; HAMAWAKI, O. T. (Org.). **Workshop Brasileiro Sobre a Ferrugem Asiática**, Uberlândia, MG: EDUFU, 2005. p. 55-68.

NUNES, J. J.; CAMPOS, D. H.; SARTORATO, A.; PELOSO, D. J. M.; CORRALES, P. A. M; PEREIRA, A. A. P. Ferrugem asiática da soja em cultivares de feijoeiro comum. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 466- 469.

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

KAWUKI, R. S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, p. 7-12, 2003.

KOGA, J. L; CANTERI, C. M; CALVO, S. E, UNFRIED, R. J; GARCIA, A; HARADA, A; KIIHL, S.A. R; Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem-asiática em genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 43, n.10, p.1277-1286, out. 2008

LYNCH, T. N.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; HARMON, P. F.; HARMON, C. L.; MILES, M. R.; HARTMAN, G. L. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* on *Phaseolus* spp. in the United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 970, 2006.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 6, p. 461- 463, 1976.

MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H. Infection, colonization and uredospores production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 12, p. 1262-1265, 1979.

PASSINI, B. F. **Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycine max*) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. 2007, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: REIS, E. M. (Ed.). **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 55-70.

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

RIBEIRO, F. X; JUNIOR W. C. J; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Viçosa: Editora Perfil, 2004, 225 p.

RUPE, J.; SCONYERS, L. **Soybean rust**. 2008 Disponível em: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRustPort.aspx>. Acesso em: 24 de mar de 2011.

RYTTER, J. L.; DOWLER, W. M.; BROMFIELD, K. R. Additional alternative hosts of *Phakopsora pachyrhizi*, causal agent of soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, p. 818-819, 1984.

SILVA, L. H.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; RIBEIRO, G. C.; NEVES, D. L. Ferrugem asiática em Goiás: controle químico e hospedeiros alternativos. In: **Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem asiática**, Uberaba, 2005. Viçosa: EDUFV. 2005. 232 p.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. **Compendium of soybean diseases**. 3.ed. Saint. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

SOUZA, F. G. **Avaliação de nove espécies de leguminosas como hospedeiros alternativos de *Phakopsora pachyrhizi* Syd & P.Syd**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Produção Vegetal). Universidade da Grande Dourados, Dourados. 2007.

UGALDE, M. G. **Controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja**. 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

YORINORI, J. T.; UTIMADA, C. M.; SATO, L. N.; MUTTA, F. T. T.; ROIM, F. B. Perdas ocasionadas pela ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. S210, 2003.

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

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; CONSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): Identificação e controle. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, ano 2003, n. 104, p. 05 – 08. 2003.

YORINORI, J. T. Soja - Ferrugem Asiática, doença recente e preocupante. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 1, p. 16-21, 2003.

YORINORI, T. J; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina. Embrapa Soja, 2004. 27 p.

YORINORI, J. T.; NUNES JR., J.; GODOY, C. V.; LAZZAROTTO, J. J. Situação da ferrugem “asiática” no Brasil, safra 2003/04. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja.

p. 134-135. 2004.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES, J. J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n.6, p. 675-677, 2005.

ZAMBENEDETTI, E. B.; ALVES, E.; POZZA, E. A ; ARAÚJO, D. V.; GODOY, C. V. Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 178-181, 2007.