



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIO HIRANO

**PRODUÇÃO E GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE *Phakopsora*
pachyrhizi EM SOJA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

Londrina
2009

MARIO HIRANO

**PRODUÇÃO E GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE *Phakopsora*
pachyrhizi EM SOJA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri

Londrina
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

H668p Hirano, Mario.

Produção e germinação de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em soja sob diferentes condições ambientais / Mario Hirano. – Londrina, 2009. 54 f. : il.

Orientador: Marcelo Giovanetti Canteri.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Ferrugem asiática – Teses. 2. Soja – Doenças e pragas – Teses. 3. Pragas agrícolas – Epidemiologia – Teses. I. Canteri, Marcelo Giovanetti. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 632.952

MARIO HIRANO

**PRODUÇÃO E GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE *Phakopsora*
pachyrhizi EM SOJA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Débora Cristina Santiago – UEL

Profa. Dra. Márcia de Holanda Nozaki – PUC

Prof. Dr. Seiji Igarashi (suplente) – UEL

Prof. Dr. João Batista Vida (suplente) – UEM

Prof. Dr. Marcelo Giovaneti Canteri – Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 30 de março de 2009.

DEDICATÓRIA

*Aos meus familiares ...
Minha avó Sumiyo Hirano,
Meus pais Massuo e Masako Hirano,
Ao meu tio Norio,
Aos meus irmãos Regina, Emília, e Ricardo,
Minha fonte de inspiração, força e fé,
Que me aconselham,
E me apóiam
Nos momentos mais difíceis...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Dr. Marcelo Giovanetti Canteri, não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade, apoio e compreensão, e dos inúmeros e valiosos conselhos.

A minha co-orientadora Dr^a Cláudia Vieira Godoy, pelo apoio amizade e orientação nas atividades realizadas nos estabelecimentos da Embrapa – Soja.

Aos professores do mestrado, Dr. Martin Homechin, Dr^a. Débora Cristina Santiago, Dr^a Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves, Dr. Seiji Igarashi, Dr^a Inês Cristina de Batista Fonseca, Dr. Amarildo Pasini e Dr^a Maria de Fátima Guimarães, ao técnico de laboratório José Aparecido Rocha, e secretária da pós-graduação Weda Westin.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina e ao CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos concedida.

Aos colegas da pós-graduação Juvenil, Leandro Igashibara, Idenize Orsini, Ciro Sumida, Ricardo Levy, Harold Eduardo, Alexandre José da Silva, Rafael, Lucimara Koga, Marcell Hikishima, Silvia Akemi, aos irmãos de república Ricardo Shigueru Okumura, Norberto Cruz, Robson Queiroz, ao vizinho Júnior e família e demais agregados.

Gostaria de agradecer também algumas pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho: Aos companheiros da Embrapa-Soja, Allan Flausino, Luciana, Tatiana, Lucas, Gustavo, Rodrigo, Alda, Benato, Luis, e demais colaboradores.

E em especial a minha família que tanto me apoiaram...

HIRANO, Mario. **Produção e germinação de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* sob diferentes condições climáticas.** 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo verificar a variação na produção e na porcentagem de germinação *in vitro*, de esporos de *P. pachyrhizi* produzidos em diferentes horas do dia, em plantas de soja mantidas sob diferentes condições ambientais. O trabalho foi subdividido em dois experimentos. O primeiro experimento foi realizado na Fazenda Escola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UEL de Londrina, PR, onde avaliou-se a quantidade e porcentagem de germinação de esporos produzidos em folhas de soja da cultivar BRS 154, em três períodos do dia, e em duas posições de copa, terço superior e inferior, nas safras de 2006/2007 e 2007/2008, comparando com dados climáticos fornecidos pela estação Climatológica do Iapar. O segundo experimento foi conduzido em casas de vegetação e em campo na Embrapa soja, Londrina, PR, em duas épocas. As avaliações foram realizadas no período de novembro de 2007 e repetidas em maio de 2008. Utilizando-se a mesma cultivar BRS 154 semeada em 30 vasos, posteriormente, distribuídos em três ambientes diferentes: ambiente externo, casa de vegetação e casa de vegetação com sombrite. Quantificou-se a radiação incidente utilizando-se aparelhos piranômetro nos três ambientes, às 10:00 e às 14:00 horas da tarde. Avaliou-se a porcentagem de germinação dos esporos de *P. pachyrhizi* em três períodos do dia. Na análise de porcentagem de germinação de esporos utilizou-se o meio ágar-água. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de parcelas subdivididas, considerando-se como repetição (bloco) os dias da avaliação. Os resultados obtidos no primeiro experimento apresentaram correlação negativa entre os fatores porcentagem de germinação de esporos com a radiação solar total diária (R^2 : 0,56) para safra 2007 e (R^2 : 0,39) para safra 2008. Folhas posicionadas no terço inferior das plantas apresentaram maior número de pústulas por área. No segundo experimento o ambiente de casa de vegetação protegida com sombrite apresentou porcentagem de germinação de esporos significativamente superior aos esporos coletados em ambiente aberto ou em casa de vegetação sem sombrite.

Palavras-chave: Ferrugem asiática. Epidemiologia. Radiação solar.

HIRANO, Mario. **Production and germination of spores of *Phakopsora pachyrhizi* in different weather conditions.** 2009. 54p. Dissertation (Master`s Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

This study aimed to determine the variation in the production and percentage of in vitro germination of spores of *P. pachyrhizi* produced at different times of day, in soybean plants kept under different environmental conditions. The study was subdivided into two experiments. The first experiment was performed at Farm School belonging to the Center of Agricultural Sciences of the UEL Londrina, PR, where it was evaluated the number and percentage of germination of spores produced on leaves of soybean var. BRS 154 in three periods of the day, and two positions in the crown, upper and lower third, in the seasons 2006/2007 and 2007/2008, compared with weather data provided by the climatology of the station Iapar. The second experiment was conducted in a green house and field at Embrapa Soybean, Londrina, PR, in two seasons. The evaluations were conducted during November 2007 and repeated in May 2008. Using the same cultivar BRS 154 sown in 30 pots, then, distributed in three different environments: the external environment, greenhouse and greenhouse with black. Was quantified using the incident radiation devices in three environments piranometer, 10:00 and 14:00 hours in the afternoon. We evaluated the percentage of germination of spores of *P. pachyrhizi* in three periods of the day. In the analysis of percentage of germination of spores using the agar-water medium. The experimental design in both experiments was a split plot, considering as repetition (block) the days of evaluation. The results obtained in the first experiment showed a negative correlation between the factors percentage of germination of spores with the total daily solar radiation (R^2 : 0.56) for season 2007 and (R^2 : 0.39) for harvest in 2008. Leaves placed in the lower third of the plants had higher number of pustules per area. In the second experiment the environment of a greenhouse protected with black showed the percentage of germination of spores significantly higher than the spores collected from the open or in a greenhouse without black.

Keywords: Asian rust. Epidemiology. Solar radiation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –Modelo analógico para o patossistema tropical.....	18
Figura 2 –Porcentagem de germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm ²) nos dias de coleta, safra 2006/2007.	36
Figura 3 –Porcentagem de germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm ²) nos dias de coleta, safra 2007/2008	41
Figura 4 –Representação da germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm ²) nos dias de coleta	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estádios fenológico, dias após a semeadura (DAS), datas da coleta de folhas com sintomas e pústulas esporulantes nas safras 2006/2007 e 2007/2008	32
Tabela 2 – Números médios de pústulas de ferrugem asiática presentes em folhas coletado no terço superior e inferior de plantas de soja (área: 0,35 cm ²), safra 2006/2007, Londrina, PR.....	34
Tabela 3 – Influência da posição de copa e horário de coleta dos esporos, na porcentagem de germinação de esporos – safra 2006/2007	35
Tabela 4 – Dados da insolação (horas) e intensidade de radiação solar observadas em diferentes datas de coleta e respectivos totais de esporos e respectivas e médias dos percentuais de germinação, safra 2006/07.....	36
Tabela 5 – Influência da posição de copa e horário de coleta das folhas, na quantidade de esporos extraídos – safra 2006/2007	37
Tabela 6 – Média do número de pústulas de ferrugem asiática presentes em folhas coletadas no terço superior e terço inferior de plantas de soja (área: 0,35 cm ²), safra 2007/2008.....	38
Tabela 7 – Porcentagem de germinação de esporos em função da posição das folhas na copa e horário de coleta, safra 2007/2008	39
Tabela 8 – Quantidade de esporos extraídos de acordo com a posição da folha na copa das plantas e o horário de coleta das folhas, safra 2007/2008	40
Tabela 9 – Insolação (horas) e intensidade de radiação solar observadas nas datas de coleta e total de esporos observados e média da porcentagem de germinação, safra 2007/2008.....	41
Tabela 10 –Número de dias utilizados, equações lineares relacionando a radiação solar e porcentagem de germinação, safras 2006/2007 e 2007/2008	43
Tabela 11 –Intensidade de radiação solar em (Cal/cm ²) mensuradas em diferentes dias horários e ambientes.....	46
Tabela 12 –Porcentagem de germinação de esporos de ferrugem asiática (<i>P. pachyrhizi</i>) extraído de plantas sob diferentes ambientes e horário de coleta.....	47
Tabela 13 –Efeito dos diferentes ambientes, e horários de coleta, no percentual de germinação de esporos de Ferrugem Asiática (<i>P. Pachyrhizi</i>)	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 AGENTE CAUSAL	12
2.2 HISTÓRICO DA DOENÇA	12
2.3 DANOS E PERDAS	13
2.4 SINTOMATOLOGIA	13
2.5 INTERAÇÃO PATÓGENO HOSPEDEIRO	14
2.6 FATORES AMBIENTAIS	15
2.6.1 Temperatura	15
2.6.1.1 Efeito na infecção	15
2.6.1.2 Efeito na viabilidade de esporos	16
2.6.2 Molhamento foliar	16
2.6.3 Irradiação solar	18
2.6.4 Efeito dos fatores ambientais no progresso da doença	20
2.7 FORMAS DE CONTROLE	21
2.7.1 Controle Genético	21
2.7.2 Controle químico	22
REFERÊNCIAS	23
3 ARTIGO – PRODUÇÃO E GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE <i>Phakopsora pachyrhizi</i> SOB DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E PERÍODOS DO DIA	29
3.1 RESUMO	29
3.2 ABSTRACT	30
3.3 INTRODUÇÃO	30
3.4 EXPERIMENTO I – CORRELAÇÃO CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E VIABILIDADE DE ESPOROS	31
3.4.1 Material e Métodos	31
3.4.2 Análise de Dados	33
3.4.3 Resultados e Discussão	34

3.4.3.1 Safra 2006/2007.....	34
3.4.3.2 Safra 2007/2008.....	38
3.5 EXPERIMENTO II – VIABILIDADE DE ESPOROS DE FERRUGEM ASIÁTICA PRODUZIDOS EM TRÊS AMBIENTES RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÕES SOLARES	43
3.5.1 Material e Métodos.....	43
3.5.2 Análise de Dados.....	45
3.5.3 Resultados e Discussão.....	45
3.5.3.1 Safra 2007.....	46
3.5.3.2 Safra 2008.....	47
3.6 REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS	52
ANEXO A – Banco de dados agrometeorológico - IAPAR	53

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa pertencente a família das Fabaceae. A espécie cultivada é a *Glycine max* (L.) Merr., considerada como a oleaginosa mais cultivada no mundo devido a sua grande adaptabilidade a diferentes latitudes e ao seu valor nutricional. Os grãos são importante fonte de proteínas, podendo ser utilizados na fabricação de ração animal, óleo vegetal, e na alimentação humana. Os maiores produtores mundiais em ordem decrescente são: os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai (FAO, 2007).

O Brasil possui potencial para aumento da produção pela expansão da área de cultivo e aumento de produtividade. Este último tem sido limitado por diversos fatores, dentre eles as mais de 40 doenças de origem biótica, destacando-se a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

Os sintomas da ferrugem são caracterizados pela presença de pequenas pontuações escuras, onde são visualizadas as estruturas de reprodução, principalmente, na parte abaxial da folha. A coloração dessas lesões podem variar de acordo com a raça do patógeno e a suscetibilidade do hospedeiro.

As estruturas de reprodução do fungo são compostas pelas urédias, onde são produzidos os esporos os quais são liberados e disseminados pelo vento. Sob condições de ataque severo ocorre a queda prematura das folhas ocasionando menor produção principalmente devido ao menor enchimento dos grãos.

Condições do ambiente como intensidade da irradiação solar, temperatura, precipitação, e a localização das folhas na planta (terço superior, e inferior) podem apresentar relação com a quantidade e viabilidade de esporos produzidos pela ferrugem asiática. Por sua vez, essas condições influenciam na epidemiologia da doença e apresentam potencial para serem utilizadas para prevenção de danos e perdas, e auxiliarem na tomada de decisão para o controle da doença.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo verificar a variação na produção e na porcentagem de germinação de esporos de *P. pachyrhizi*, em diferentes horas do dia, em plantas de soja mantidas sob diferentes condições ambientais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGENTE CAUSAL

A ferrugem da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* pertencente ao gênero *Phakopsora*, filo Basidiomycota, classe Pucciniomycetes, ordem Pucciniales e família *Phakopsoraceae* (INDEX FUNGORUM, 2008).

Duas espécies do gênero são descritas como agentes causais de ferrugem na soja: *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. e *P. meibomia* (Arthur) Arthur, ferrugem asiática e americana, respectivamente (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). As duas espécies são diferenciadas morfológicamente em suas formas anamórficas e teleomórficas: *P. pachyrhizi* apresenta duas a sete camadas de esporos, e os teliósporos têm paredes, com coloração variável de pálido amarelado a marrom incolor, com 1 µm de espessura ou no máximo de 3 µm nas camadas mais externas (ONO et al., 1992). *Phakopsora meibomia* apresenta de uma a quatro camadas de esporos, sendo que as células da camada apical medem até 6µm (CARVALHO JÚNIOR; FIGUEIREDO, 2000).

Essas duas espécies também podem ser diferenciadas por meio de análise de PCR (polymerase chain reaction), utilizando-se a sequência do nucleotídeo, do espaço interno transcrito (ITS), possuindo similaridade de mais de 99% para isolados de mesma espécie, e uma similaridade de apenas 80% entre as espécies (FREDERICK, 2002).

2.2 HISTÓRICO DA DOENÇA

Segundo Ono et al. (1992), a ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi*) foi relatada pela primeira vez por Hennings 1903, em material proveniente do Japão. Em 1914 foi encontrada em países do sudoeste asiático e Austrália e foi considerada uma epidemia severa (BROMFIELD, 1981).

Em março de 2001, a *Phakopsora pachyrhizi*, foi detectada pela primeira vez na América do Sul em Pirapó no Paraguai, e em maio a doença atingiu o norte e oeste do estado do Paraná, no Brasil. Em 2003, o patógeno já era observado em mais de 90% dos

campos de produção do Brasil, somando-se as perdas somente dos estados da Bahia e Mato Grosso observou-se perdas de 2,2 milhões de toneladas (YORINORI et al., 2005).

2.3 DANOS E PERDAS

Segundo Sinclair e Hartman (1999), a ferrugem pode causar perdas de até 80% na produtividade. Entretanto, Yorinori (2006) constatou perdas de até 100% nas regiões oeste da Bahia, e no Centro-Oeste e Norte do país.

Sob condições de maiores severidades ocasionam a queda prematura das folhas o que impede a plena formação de grãos. Quanto mais precocemente ocorrer à desfolha, menor será o tamanho dos grãos e conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (sementes verdes) (YANG et al., 1990).

Estima-se que a *P. pachyrhizi* causou prejuízos de mais de US\$ 2 bilhões sendo identificado em quase todas as regiões produtoras do Brasil na safra de 2005/2006 (EMBRAPA SOJA, 2007).

2.4 SINTOMATOLOGIA

Os sintomas iniciais da ferrugem são caracterizados por minúsculas lesões mais escuras, com formato poligonal e coloração de marrom a castanho escuro (MUSSURY et al., 2007). No interior de cada lesão observa-se erupções globosas, subepidérmica irrompentes, denominadas urédias, onde são produzidos os uredósporos e liberados através de um ostíolo circular, ocorrendo em todas as partes aéreas, mas em maior abundância na face abaxial das folhas (MUSSURY et al., 2007; SOUSA et al., 2006).

O tipo de reação da planta pode expressar dois tipos de sintomas. As lesões nas cultivares suscetíveis são, predominantemente, castanho claro (TAN), já em cultivares resistentes ou tolerantes, as lesões são, predominantemente, castanho-avermelhadas (RB) (JULIATTI et al., 2003).

Eventualmente, observa-se a formação de teliósporos, porém a função destes ainda não é bem esclarecida, uma vez que se observou em experimentos que os

teliósporos produzidos não se mostraram infectivos (YUJUN et al., 2001), estudos posteriores realizados por Sousa et al. (2006) verificando a formação de teliósporos, em condições de baixas temperaturas (15°C), sendo que os mesmos variaram tanto quanto a forma e tamanho dependendo da cultivar de soja utilizada, Pintado e Uirapuru, e também o período de incubação que variou de 25 a 30 dias, respectivamente.

2.5 INTERAÇÃO PATÓGENO HOSPEDEIRO

No início do processo da infecção, o patógeno pode apresentar diferentes períodos de incubação (período da inoculação até o surgimento dos primeiros sintomas), e diferentes períodos latentes (período da inoculação até a produção de esporos) em cultivares de soja. Segundo Zambedenetti et al. (2007) o período de incubação observado em ensaios com diferentes genótipos foi de seis dias, já o período de latência variou de seis a 12 dias para genótipos de resistência Rpp4.

A espécie *P. pachyrhizi*, geralmente apresenta uma severidade maior no terço inferior da planta, devido a região ser a primeira a ser infectada e, também, por possuir um microclima mais favorável e por receber constante inóculo dos terços superiores (ZAMBEDENETTI et al., 2007)

Segundo Furtado (2007), o estágio fenológico da soja não influencia significativamente o período latente médio (PLM), verificando diferença de apenas um dia entre as cultivares: BRS 154 e BRS 258, constatando um PLM de oito e nove dias respectivamente. Porém, analisando-se a susceptibilidade das mesmas Furtado (2007) verificou que o estágio R5 mostrou-se menos favorável à ocorrência da *P. pachyrhizi*, do que no estágio V3 e R1 os mais suscetíveis em contraste com o que se observa no campo, provavelmente, devido ao baixo potencial de inóculo nesse período de início da cultura, o qual aumenta com desenvolvimento desta.

Além do estágio fenológico, o tipo de superfície no qual o inóculo se encontra também pode influenciar a formação de hifas germinativas e de apressórios segundo Allen et al. (1991), que estudou várias espécies de ferrugens em resposta a diferentes tipos de superfície, verificando que os esporos da *P. pachyrhizi* apresentaram apressórios com fraca associação com o tipo de superfície com obstáculos, e alta diferenciação da hifa em superfície de membrana apresentando ranhuras, formando apressórios nas depressões simulando junções das epidermes das folhas.

2.6 FATORES AMBIENTAIS

2.6.1 Temperatura

2.6.1.1 Efeito na infecção

O esporo de *P. pachyrhizi* tem a capacidade de germinar em uma ampla faixa de temperatura variando de 7 a 28°C, porém a faixa ótima de germinação gira em torno de 15 a 25°C (MARCHETTI et al., 1976).

Em condições de temperaturas extremas, Alves et al. (2005) verificaram que *P. pachyrhizi* não tem capacidade de infectar o hospedeiro em temperaturas superiores a 30°C, e que plantas submetidas a temperaturas de 10°C somente apresentaram sintomas, 20 dias após inoculação.

Já Ribeiro do Vale et al. (1990) também testando o efeito das temperaturas e períodos de molhamento sobre a infecção de *P. pachyrhizi*, verificaram que as temperaturas menores ou iguais a 12°C e maiores ou iguais a 28°C não permitiram a formação de lesões, nem urédias.

Além da germinação e da infecção, a temperatura também pode influenciar no período latente da doença que variou de 13 dias, na temperatura de 15,4°C, a seis dias, na temperatura de 28°C (KITANI; INOUE, 1960).

Alves et al. (2007) analisando o efeito das temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, em três cultivares de soja: Conquista, Savana e Suprema, observaram diferença no comportamento da *P. pachyrhizi* em cada cultivar, verificando que em geral as melhores temperaturas para a incidência da doença foram de 20 e 25°C, decrescendo acentuadamente na temperatura de 30°C, com exceção da cultivar Savana que apresentou uma incidência de *P. pachyrhizi* a 15°C maior do que a 20°C, observando-se interação significativa entre a temperatura e molhamento foliar dentro de cada cultivar.

2.6.1.2 Efeito na viabilidade de esporos

Kochman (1979) estudou a viabilidade de esporos expostos a temperaturas que variaram de 11 a 42,5°C, por período de 8 horas. Após isso os esporos foram deixados para germinar a 21°C. Os esporos que foram expostos a temperaturas acima de 28°C tiveram sua germinação reduzida significativamente.

A forma de armazenamento de esporos sob diferentes condições de temperatura, influencia na infectividade dos esporos, Godoy (2004) analisou à temperatura ambiente, e observou que a viabilidade decresceu cerca de 80% para 0% após 17 dias, e em geladeira após 59 dias ainda se constatou uma viabilidade de 30%. Em outro ensaio armazenando-se os esporos nas próprias folhas com as urédias, após 30 dias não foram mais detectados esporos viáveis.

Furtado (2007), também testando o armazenamento de esporos, constatou que logo após a coleta, os esporos submetidos a desidratação em sílica gel por 24 horas, apresentaram-se menos viáveis e menos infectivos de início comparando-se com aqueles não desidratados. Porém ao longo do tempo, os esporos desidratados tiveram sua viabilidade prolongada por aproximadamente 6 dias, e analisando-se diferentes temperaturas de armazenamento sob refrigeração, por períodos maiores os esporos submetidos ao processo de desidratação, novamente mostraram-se mais viáveis independente da temperatura.

Aparentemente as baixas temperaturas induzem os uredíniosporos de *Puccinia graminis tritici* a um estado de dormência, a qual é “quebrada” após um choque térmico e processo de hidratação (MELCHING et al., 1991). Furtado (2007) também verificou que esporos de *P. pachyrhizi* armazenados a -80°C apresentaram uma níveis de germinação maiores quando tratados por um processo de hidratação de 16-24 horas, e uma tendência de germinação ainda maior quando submetido a um choque térmico de 40°C por 5 minutos antes do processo de hidratação.

2.6.2 Molhamento Foliar

A duração do molhamento foliar é um dos fatores mais importantes no processo de infecção da *P. pachyrhizi* (RIBEIRO do VALE et al., 1990), concordando com

Tsukahara et al. (2008), verificando relação entre a duração do período de molhamento foliar e o aparecimento dos primeiros sintomas, e uma alta correlação entre o número de dias de chuva e a severidade final da doença (93%).

Para a *P. pachyrhizi*, temperaturas de 20°C com 16 horas de molhamento na superfície foliar constituem condições ótimas para infecção por *P. pachyrhizi*, e o período mínimo de molhamento para que ocorra a infecção são 6 horas na faixa de temperatura ótima (MARCHETTI et al., 1976).

A interrupção do molhamento foliar após 4 horas iniciais, impossibilitaria o processo de infecção da doença, uma vez que a maioria dos esporos já se encontram germinados, e formação de apressórios em 6,5% dos esporos germinados, porém sem formação da hifa de penetração o que possivelmente viabilizaria a infecção pela *P. pachyrhizi*, demonstrando a fragilidade do tubo germinativo (FURTADO, 2007).

A característica do esporo de *P. pachyrhizi* germinar em uma ampla faixa de temperaturas (10 a 31°C) (BONDE et al., 2007) pode prejudicar a probabilidade de sobrevivência, devido ao risco de interrupção do molhamento em temperaturas mais elevadas, ao contrário de outros patógenos que apresentam esporos que germinam apenas em uma faixa de temperatura mais estreita e inferior, permanecendo por um período maior na condição de não germinado, germinando somente nas condições mais favoráveis ao sucesso da infecção (FURTADO, 2007).

Há indícios de que uma maior quantidade de ceras na epiderme da folha dificulte a formação de filme de água necessários para germinação de esporos de *P. pachyrhizi* e consequente penetração, característica que pode variar de acordo com a cultivar (MAGNANI et al., 2007).

No patossistema tropical, onde o orvalho é escasso, as condições gerais do clima impõem diversas limitações à germinação do esporo e à infecção do hospedeiro, e para a elucidação do sucesso da ferrugem Bergamim Filho e Amorim (2001) apresentaram o Modelo analógico para o patossistema tropical (Figura 1).

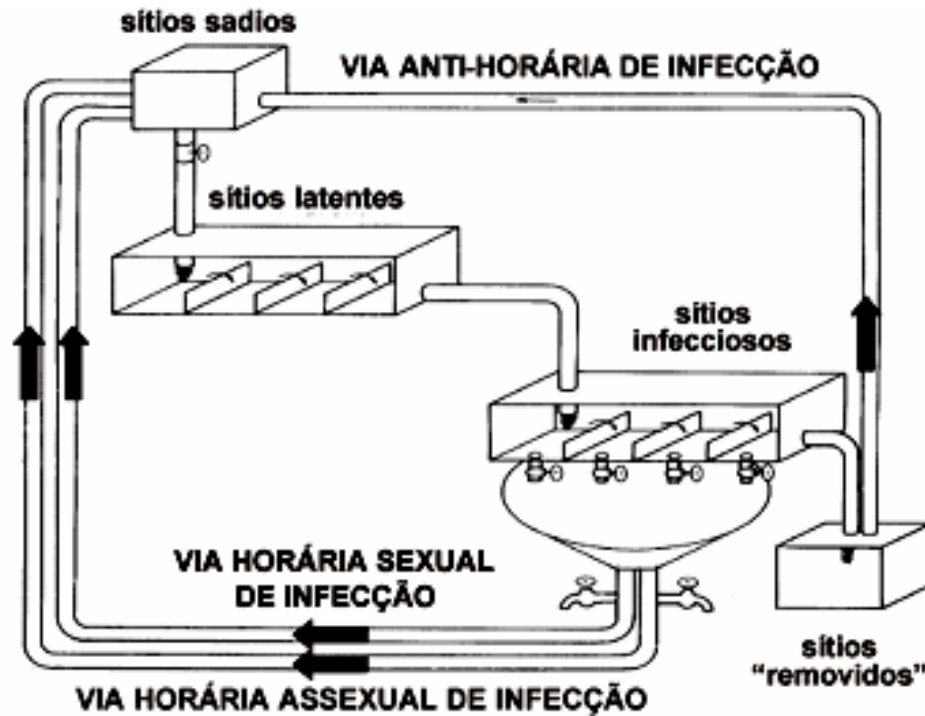


Figura 1 – Modelo analógico para o patossistema tropical (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 2001).

No modelo os autores apresentam a via horária de infecção, que demonstra o crescimento da epidemia pelo aumento do número de sítios de infecção, porém na ausência de condições favoráveis de infecção, ocorre um aumento na epidemia com o tamanho da lesão, representado pela via anti-horária de infecção.

Essas informações podem ser comparados com estudos realizados por Melching et al. (1979) que verificaram que o aumento da lesão ocorreu pelo número médio de urédias por lesão, que aumentou de seis a oito vezes ao longo de sete semanas. O aumento da epidemia não foi ocasionado por novas inoculações, mas sim devido ao crescimento do patógeno no interior do tecido do hospedeiro a partir da primeira e única inoculação.

2.6.3 Irradiação Solar

A luminosidade influencia na infecção segundo Furtado (2007). O autor verificou que os esporos de *P. pachyrhizi*, sob condição de escuro propiciam maior severidade e frequência de infecção, porém foram capazes de germinar e de causar infecção também sob condições de luz. Observou também que a hifa produziu apressórios com tamanho inferior na

condição de luz. E maior desenvolvimento da *P. pachyrhizi* quando inoculada na face adaxial da folha, tanto na condição de escuro quanto na de luz.

Outro aspecto observado por Koch e Hoppe (1987) foi o fototropismo negativo em esporos de *P. Pachyrhizi* em condições de laboratório, e o crescimento da hifa germinativa no lado sombreado do esporo, sendo influenciado pela luz azul. Os autores discutem que este fator de luminosidade poderia favorecer a infecção facilitando a formação de estruturas de infecção.

O fator irradiação solar pode influenciar na capacidade de infecção dos propágulos produzidos. Isard et al. (2006) verificaram diferenças estatísticas no número de lesões produzidas de inoculações com esporos expostos a diferentes intensidades de radiação solar. As amostras de esporos que não foram submetidas à radiação (0 MJ/m²) produziram 150 pústulas por trifólio, as amostras de esporos expostos a uma intensidade luminosa moderada (10 MJ/m²) produziram 85 pústulas, e as amostras que foram expostas a maior intensidade de radiação solar (23 MJ/m²) produziram 50 pústulas por trifólio.

A irradiação solar total (MJ m⁻²) apresentou influência significativa sobre a proporção de esporos viáveis produzidos pelas urédias, principalmente com radiação solar UV do comprimento de onda entre 0,25 e 0,27 μm (ISARD et al., 2006). Os esporos expostos à radiações apresentaram menor viabilidade, sendo que esporos expostos à radiação solar de $\geq 27,3$ MJ/m² ou a radiação UV $\geq 1,2$ MJ/m² não germinaram. A relação entre as variáveis foi representada pela função normalizada ($R^2=0,83$) de proporção de germinação de esporos (Y) em função da exposição a radiação UV (X) onde: $Y = 1,0011 - 0,6724 X$. Isard et al. (2006) também estudaram o efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa mas não obtiveram influência significativa destas variáveis sobre a viabilidade dos esporos.

Este fator ambiental foi incluído em modelos aerobiológicos Americanos chamado de SRAPS (Soybean Rust Aerobiology Prediction System), que verificam o risco de epidemia, através de fatores de: produção de esporos, liberação dos esporos das folhas do hospedeiro, e mortalidade de esporos por exposição a radiação solar durante o transporte aéreo, e a umidade da região de deposição (DEL PONTE et al., 2006b).

Além da influência exercida pela irradiação solar sobre os esporos da ferrugem asiática, existe a influência sobre o hospedeiro. Segundo Debona et al. (2008) realizando estudos com dois níveis de sombreamento e diferentes doses de cálcio no solo verificaram que os tratamentos afetaram os níveis de severidade ferrugem asiática. Houve maior severidade com aumento da dose de cálcio no tratamento sombreado, já no tratamento sem sombreamento foi observado o comportamento oposto menor severidade com aumento

da dose de cálcio. Provavelmente o aumento da taxa fotossintética tenha possibilitado maior incorporação de Ca na forma de pectatos na parede celular, aumentando a resistência da mesma e dificultando a penetração das hifas germinativas produzidas pelos esporos.

2.6.4 Efeito dos Fatores Ambientais no Progresso da Doença

Dentre as diversas variáveis climáticas, Del Ponte et al. (2006a) estudaram a epidemia analisando-se as variáveis climáticas (chuva e temperatura) e verificaram que a chuva explicou grande parte da variação da severidade final da doença entre campos experimentais. A alta correlação entre a chuva e severidade final de doença pode ser explicada pela característica incomum de *Phakopsora*, não compartilhada com a maioria das outras ferrugens, onde uredíniosporos do fungo tendem a permanecer firmemente juntos, não sendo facilmente liberados pela ação do vento (MELCHING et al., 1979). As gotas da chuva, tem a função de liberar os esporos seja pelo efeito do borrifamento, salpico, ou pelo impacto que causam nas folhas.

O incremento no período de molhamento foliar pode estar relacionado ao maior adensamento, dificultando a passagem do vento (KNEBEL et al., 2006) e conseqüentemente menor eficiência do controle químico, além disso um adensamento maior no espaçamento de 45 cm pode reduzir a sua produtividade, devido a maior competição entre plantas (TOURINO et al., 2002).

Esses fatores ambientais influenciam diretamente e indiretamente no progresso de doença, compondo variáveis importantes no desenvolvimento de diversos softwares e modelos de simulação capazes de prever o aparecimento e o desenvolvimento de epidemias através de fórmulas e modelos matemáticos em computadores. Os modelos de simulação podem ser separados em dois grupos: modelos epidemiológicos e aerobiológicos. Simulação modelos epidemiológicos têm como objetivo imitar processos biológicos no ciclo da doença para estimar o desenvolvimento local, considerando a disponibilidade de inóculo. Três modelos deste tipo foram desenvolvidos com aplicabilidade principalmente para estudos de avaliação dos riscos potenciais de estabelecimento, desenvolvimento epidêmico, as perdas e sobrevivência Modelos aerobiológicos são eventualmente mais complexos do que epidemiológicos sendo utilizados principalmente para avaliar o potencial de entrada e, em alguns casos, e a subsequente colonização e infecção após a entrada (DEL PONTE et al., 2006b).

2.7 FORMAS DE CONTROLE

A melhor forma de controle é o manejo integrado, compreendendo diferentes estratégias como escolha de variedades precoces e época de semeadura, controle químico e genético, práticas culturais, controle de hospedeiros alternativos, nutrição etc, baseados nos princípios de Whetzel et al. (1925) e Whetzel (1929) citado por Bergamin Filho (1995): exclusão, erradicação, proteção, terapia, imunização.

Em termos gerais, plantas bem nutridas apresentam uma redução na suscetibilidade a doenças, como observado por Balardin et al. (2006), em experimentos com plantas de soja com resistência parcial e diferentes doses de P e K, notando uma correlação positiva entre maiores doses desses elementos com menores severidades e progresso de doença.

2.7.1 Controle Genético

Dentre as práticas para controle da ferrugem podemos empregar cultivares resistentes, obtidos através dos genes de resistência identificados e denominados como Rpp1 e Rpp4. Mas a estabilidade da resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade apresentada pelo patógeno (HARTMAN et al., 1994). Apenas no Japão foram identificadas 18 raças de ferrugem asiática provenientes de diferentes regiões do país, e diferentes hospedeiros (YAMAOKA et al., 2002).

O patógeno apresenta comportamento diferenciado de acordo com o hospedeiro, seja para os esporos apresentando menor porcentagem de germinação, quanto a menor porcentagem de formação de apressórios ou pelo maior tempo para a sua diferenciação (MAGNANI et al., 2007).

Outras características devem ser considerados além dos genes de tolerância, como os ciclos da cultura que podem ser precoces, médios ou tardios, que influenciam no período de exposição da cultura ao ataque da *P. pachyrhizi*, cultivares de ciclo mais precoces podem apresentar menor redução de produtividade quando comparado as de ciclo tardio (OLIVEIRA, 2005).

2.7.2 Controle Químico

O controle químico da *P. pachyrhizi* na soja é obtido através do uso de fungicidas que podem ter diferentes modos de ação: erradicantes ou de contato (diretamente na fonte de inóculo), protetores ou residuais (formam uma camada superficial protetora antes da deposição do inóculo), e curativos ou terapêuticos (atenua os sintomas ou repara os danos provocados pelo patógeno) (KIMATI, 1995).

Recomenda-se a aplicação de fungicidas a partir do fechamento da cultura principalmente no estágio R1 dado pelo início do florescimento na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977) (Tabela 2.1). Segundo estudos de Godoy e Canteri (2004), testando o efeito protetor, curativo e erradicante em casa de vegetação, de produtos já registrados para cultura da soja, pertencentes aos grupos das estrobirulinas e triazóis, sozinhos e em misturas, verificaram que a eficiência decrescia a medida que se atrasava a aplicação do fungicida. O grupo dos benzimidazóis apresentaram as menores eficiências de controle, tanto curativa como preventivamente, enquanto todos os demais apresentaram-se eficientes no controle da *P. pachyrhizi*.

Os princípios ativos apresentam também diferentes períodos residuais, como observado por Soares et al. (2004), que em ensaios aos 15 dias os princípios difeconazole+propiconazole, difeconazole e carbendazin, apresentavam incidência da *P. pachyrhizi*, e, aos 21 dias todos os demais tratamentos apresentavam incidência em diferentes graus de intensidade, influenciando no número de aplicações de fungicidas, que resultam em diferenças significativas quanto a severidade da *P. pachyrhizi*. Segundo Barros et al. (2008), utilizando os tratamentos de pyraclostrobin+epoxiconazole e carbendazin, mostrando-se os primeiros os mais eficientes.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, E. A.; HAZEN, B.E.; HOCH, H.C.; KWON, Y.; LEINHOS, G.M.E.; STAPLES, R.C.; STUMPF, M.A.; TERHUNE, B.T. Apressorium formation in response to topographical signals by 27 rust species. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, n.3, p.323-331, 1991
- ALVES, M.C. POZZA, E.A.; FERREIRA, J.B.; ARAÚJO, D.V.; COSTA, J.C.B. DEUNER, C.C.; MUNIZ, M.F.S.; ZAMBEDENETTI, E.B.; MACHADO, J.C. Intensidade de 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, 2007a.
- ALVES, S.A.M. Quantificação de parâmetros da pré penetração e monocíclicos relacionados ao patossistema. **Tese de doutorado**, Piracicaba, 2007b.
- ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; CARNEIRO, L.C.; GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A. Influencia da temperatura e da duração do período de molhamento foliar no desenvolvimento da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, p.127, 2005
- BALARDIN, R.S.; DALLAGNOL, L.J.; DIDONÉ, H.T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.462-467, set-out, 2006.
- BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Efeito do número de aplicação de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v.30, n.2, p.239-245, 2008.
- BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Epidemiologia comparativa entre os patossistemas temperado e Tropical: consequências a resistência a fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.119-127, junho, 2001.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. 3^o Edição. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres Ltda., 1995. p. 692-709
- BONDE, M.R.; BERNER, D.K.; NESTER, S.E.; FREDERICK, R.D.; Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. **Phytopathology**, St. Paul, v.97, n.8, p.997-1003, 2007.
- BROMFIELD, K.R. Differential reaction of some soybean accessions to *Phakopsora pachyrhizi*. **Soybean Rust News**, n.4, p.2, 1981.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CARVALHO JÚNIOR, A.A.; FIGUEIREDO, M.B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.26, n.2, p.197-200, 2000.

DEBONA, D.; NAVARINI, L.; FAVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. Efeito de níveis de cálcio e sombreamento em plantas de soja sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.33, n.5, setembro-outubro 2008.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; LI, X.; YANG, X.B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, St. Paul, v.96, 2006 (a).

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; CANTERI, M.G.; REIS, E.M.; YANG, X.B. Models and applications for risk assesment and prediction of asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.533-544, novembro-dezembro, 2006(b).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –In. EMBRAPA, **Sistema de Alerta**. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/Tabela_custos_ferrugem_2006. Acesso em: 10 maio de 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA, 1999. 412p.

FAO, **Major Food and Agricultural commodities and producers**. Disponível em: <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=en&item=236&year=2005>. Acesso em: 15 de maio de 2007.

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

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.

FURTADO, G.Q. Ferrugem asiática da soja: métodos de preservação dos urediniósporos e fatores relacionados à infecção do hospedeiro. **Tese de doutorado**, Piracicaba, 2007.

GODOY, C. V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação . **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p. 97-101, jan-fev, 2004.

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S. Vazio sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento. In: Bassoi, M.C. **Anais do simpósio brasileiro de ferrugem asiática da soja**. Ed. 1. Londrina: Embrapa soja, 2007. p. 23-33.

HARTMAN, G.L., WANG, T.C. & SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean rust research: progress and future prospects. In: Napompeth, B. (Ed) **World Soybean Research Conference**. Chang Mai, Thailand. Proceedings. 581, p. 180-186. 1994

HENNINGS, V. P. A few new Japanese Uredinaceae. *Hedwigia*. V.42, p.107-108, 1903.

Index Fungorum. Disponível em:

<http://www.indexfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=121037>, Acesso em: 17 de novembro, 2008.

ISARD, S.A. et al. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* Uredionospores. **Plant Disease**, v.90, n.7, p.941-945, 2006.

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

KIMATI, H.; Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**: V. 1, Princípios e Conceitos. Ed. 3, p.763-774, 1995.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: volume 1**: Princípios e conceitos. Terceira edição. São Paulo. Ceres Ltda, 1995. p.692-709.

KITANI, K.; INOUE, Y. Studies on soybean rust and its control measure. Part 1. Studies on the soybean rust. **Shikoku Agric. Exp. Stn. Bull.**, V.5, p.319-342,1960.

KNEBEL, J.L.; GUIMARÃES, V.F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J.R. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças do final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. **Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 28, n.3, p.385-392, Jul/set, 2006.

KOCH, E.; HOPPE, H.H.; Effect of light on uredospore germination and germ tube growth of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.). **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v.119, p. 64-74, 1987.

KOCHMAN, J.K. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 30, p. 273-277, 1979.

MAGNANI, E.B.Z; ALVES, E.; ARAUJO, D.V. Eventos do processo de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia brasileira**, Lavras, v.32(2), p. 157-160, mar/abr, 2007.

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*. **Phytopatology**, St. Paul, v.66, p. 461-463, 1976.

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

MUSSURY, R.M.; BETONI, R.; SILVA, M.A.; DECIAN, V.; SCALON, S.P.Q.; BARBOSA, E.L. Morfoanatomia de *Glycine max* (L.) Merrill infectadas por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow. **Revista brasileira de biociências**, Porto Alegre, v.5, n.1, p.459-461, jul. 2007.

OLIVEIRA, A.C.B.; GODOY, C.V. MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**. v.30, n.6, p.658-662, nov-dez, 2005.

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

RIBEIRO DO VALE, F.X.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; Efeito do binômio temperatura – duração do molhamento foliar sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi* em soja. **Fitopatologia Brasileira**. v.15(3):200-202, setembro, 1990.

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

SOARES, R.M.; RUBIN, S.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G.; Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1245-1247, jul-ago, 2004

SOUSA, P.F.C.; ALVES, E.; CASTRO, H.A. Influência da temperatura no desenvolvimento de teliósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.3, p.227-231, 2006.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N.; Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p. 1071-1077, agosto, 2002.

TSUKAHARA, R.Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas micro-regiões do Estado do Paraná. **Semina**, Londrina, v.29, n.1, p.47-52, jan./mar. 2008

WHETZEL, H.H. The terminology of phytopathology. **Proc. Int. Congr. Plant Sciences 2**. p. 1204-12015, 1929.

WHETZEL, H.H.; HESLER, L.R.; GREGORY, C.T.; RANKIN, W.H. **Laboratory outlines in plant pathology**. Philadelphia, W.B. Saunders, p.231, 1925.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of general plant pathology**. V. 68, p.52-56, 2002.

YANG, X.B.; ROYER, M.H.; TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Analysis and quantification of soybean rust epidemics from seventy-three sequential experiments. **Phytopathology**, St Paul, v. 80, n.12, p. 1421 – 1427, 1990.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, n.11, p.1420-1426, 1991.

YORINORI, J.T. Ferrugem “asiática” da soja: o desafio continua e como aprimorar o seu controle. In: Congresso Brasileiro de Soja, 4, 2006, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 102-108. 2006.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V. NUNES JR, J. **Epidemics of soybean rust (*Pakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003**. Plant disease, v.89, n.6, p. 275-277. Junho, 2005.

YUJUN - TAN; FEI - FUHUA; SHAN - ZHIHUI; ZHOU - LECONG; SHEN - MIGZHEN; LI - SONG; TAN - YJ; FEI - FH; SHAN - ZH; ZHOU - LC; SHEN - MZ; LI - S. Study on teliospore formation of *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. **Chinese Journal of Oil Crop Sciences**, Wuhan, v.23, n.1, p.57-59, 2001.

ZAMBEDENETTI, 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.

3. ARTIGO

PRODUÇÃO E GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE *Phakopsora pachyrhizi* SOB DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS E PERÍODOS DO DIA.

3.1 RESUMO

Patossistemas típicos de clima tropical e de clima temperado apresentam diferentes padrões de produção de esporos. O presente trabalho teve por objetivo verificar a variação na produção e na porcentagem de germinação de esporos de *P. pachyrhizi*, em diferentes horas do dia, em plantas de soja mantidas sob diferentes condições ambientais. O primeiro experimento foi realizado na Fazenda Escola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UEL de Londrina, PR, onde avaliou-se a porcentagem de germinação dos esporos produzidos em folhas de soja da cultivar BRS 154, em três períodos do dia, e em duas posições de copa, terço superior e inferior, nas safras de 2006/2007 e 2007/2008, comparando com dados climáticos fornecidos pela estação Climatológica do Iapar. O segundo experimento foi conduzido em casas de vegetação e em campo na Embrapa soja, Londrina, PR, em duas épocas. As avaliações foram realizadas no período de novembro de 2007 sendo repetido em maio de 2008. Utilizou-se a mesma cultivar BRS 154 semeada em 30 vasos. Estes, posteriormente, foram distribuídos em três ambientes diferentes: ambiente externo, casa de vegetação e casa de vegetação com sombrite. Quantificou-se a radiação incidente utilizando-se aparelhos piranômetro nos três ambientes, às 10:00 e às 14:00 horas da tarde. Avaliou-se a porcentagem de germinação dos esporos de *P. pachyrhizi* em três períodos do dia. Na análise de porcentagem de germinação de esporos utilizou-se o meio ágar-água. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, considerando-se como repetição (bloco) os dias da avaliação. Resultados obtidos apresentaram correlação negativa entre os fatores porcentagem de germinação de esporos com a radiação solar total diária (R^2 : 0,56) para safra 2007 e (R^2 : 0,89) para safra 2008. Folhas posicionadas no terço inferior das plantas apresentam maior número de pústulas por área. Ambiente de casa de vegetação protegida com sombrite apresentou porcentagem de germinação de esporos significativamente superior aos esporos coletados em ambiente aberto ou em casa de vegetação sem sombrite.

Palavras-chave: Ferrugem asiática. Epidemiologia. Radiação solar.

3.2 ABSTRACT

This study aimed to determine the variation in the production and percentage of germination of spores of *P. pachyrhizi* at different times of day, in soybean plants kept under different environmental conditions. The study was subdivided into two experiments. The first experiment was performed at Farm School belonging to the Center of Agricultural Sciences of the UEL Londrina, PR, where it was evaluated the percentage of germination of spores produced on leaves of soybean cultivar BRS 154 in three periods of the day, and two positions of crown, upper and lower third, in the seasons 2006/2007 and 2007/2008, compared with weather data provided by the climatology of the station Iapar. The second experiment was conducted in a green house and field at Embrapa Soybean, Londrina, PR, in two seasons. The evaluations were conducted during November 2007 and repeated in May 2008. Using the same cultivar BRS 154 sown in 30 pots, then, distributed in three different environments: the external environment, greenhouse and greenhouse with black. Was quantified using the incident radiation devices in three environments piranometer, 10:00 and 14:00 hours in the afternoon. We evaluated the percentage of germination of spores of *P. pachyrhizi* in three periods of the day. In the analysis of percentage of germination of spores using the water-agar medium. The experimental design in both experiments was split plot, considering as repetition (block) the days of evaluation. The results showed a negative correlation between the factors percentage of germination of spores with the total daily solar radiation (R^2 : 0.56) for season 2007 and (R^2 : 0.89) for harvest in 2008. Leaves placed in the lower third of the plants had higher number of pustules per area. Environment of a greenhouse protected with black showed the percentage of germination of spores significantly higher than the spores collected from the open or in a greenhouse without black.

Keywords: Asian rust. Epidemiology. radiation.

3.3 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. é uma das principais doenças da cultura da soja dentre as mais de 40 identificadas. Pode promover perdas de até 100% como ocorrido em áreas de cultivo localizadas nas regiões oeste da Bahia, Centro-Oeste e Norte do país (Yorinori et al., 2006).

Sob condições de maior severidade causa a queda prematura das folhas o que impede a plena formação de grãos. Segundo Yang et al. (1990) quanto mais

precocemente ocorrer a desfolha, menor é o tamanho dos grãos com conseqüente elevação da perda de rendimento e de qualidade (sementes verdes). Diversas práticas estão sendo desenvolvidas visando o manejo da *P. pachyrhizi*, como resistência genética (Zambedenetti et al., 2007) e, principalmente, o controle químico (Silva et al., 2007; Godoy e Canteri, 2004), as quais tem encontrado dificuldades devido a grande variabilidade genética do patógeno, como observado por Bonde et al. (2006), os quais avaliaram inóculos obtidos de diferentes localidades obtendo reações distintas nos cultivares.

O progresso de uma epidemia está intimamente relacionado com as condições climáticas como observado em ensaios de campo realizados por Tsukahara et al. (2008), sendo tema de pesquisas visando desenvolvimento de modelos de previsão baseados em fatores ambientais, como umidade, molhamento foliar, temperatura e irradiação solar (Isard et al., 2006; Bergamim Filho e Amorim, 2001; Del Ponte 2006, Ribeiro do Vale, 1990).

Diferentes condições do ambiente como intensidade de irradiação solar, temperatura, precipitação, umidade relativa (UR) e a localização da folha na planta (terço superior e inferior) podem estar relacionados com a quantidade e na viabilidade de esporos produzidos pela ferrugem asiática. O conhecimento dessas condições apresentam potencial para serem utilizadas na prevenção de danos e perdas por auxiliarem na tomada de decisão para o controle da doença.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar em plantas de soja a variação na produção e na viabilidade de esporos de *P. pachyrhizi*, em diferentes horas do dia, sob diferentes ambientes e locais da planta.

3.4 EXPERIMENTO I – CORRELAÇÃO ENTRE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E VIABILIDADE DE ESPOROS

3.4.1 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo sob condições *in vitro* avaliou-se a germinação de esporos de *P. pachyrhizi*, produzidos em folhas de soja coletadas no terço superior e inferior das plantas, em dias e horários diferentes, com maior ou menor incidência de radiação solar.

As atividades foram conduzidas durante as safras de 2006/2007 e 2007/2008, na Fazenda Escola e no Laboratório de Fitopatologia pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. O clima é do tipo subtropical Cfa (segundo classificação de Köppen), as coordenadas geográficas são 23°18'37"S e 51°09'46"W, 560m de altitude. O solo na área é classificado como Latossolo Vermelho

distroférico (Embrapa, 1999).

Utilizou-se a cultivar BRS 154, de ciclo médio, que apresenta como característica como: suscetível à ferrugem asiática, resistente ao acamamento, hábito de crescimento determinado e alta capacidade de ramificação. Também apresenta amplo período para semeadura, altura média de 81 cm, flor branca com pubescência marrom e hilo preto e peso de cem sementes de 19,4g. (Embrapa, 2008).

A semeadura dos experimentos foi realizada nos dias 24 de novembro de 2006 e 21 de dezembro de 2007, em parcelas de cinco linhas de seis metros de comprimento, espaçadas 0,45 metros. Práticas culturais recomendadas, como tratamento de sementes, adubação, controle de plantas daninhas e pragas foram realizadas para manter a área livre da interferência desses fatores, porém não se realizou o tratamento com fungicidas visando o desenvolvimento da ferrugem asiática a qual na área do ensaio se desenvolveu apenas com inóculo oriundo de lavouras vizinhas.

As coletas de folhas com sintomas de ferrugem, e com pústulas esporulantes foram realizadas nos estádios fenológicos (Fehr e Caviness, 1977) descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Estádios fenológico, dias após a semeadura (DAS), datas da coleta de folhas com sintomas e pústulas esporulantes nas safras 2006/07 e 2007/08.

Data de Semeadura	DAS	Data de Coleta	Estádio Fenológico
24/11/2006	80	11/3/2007	R5
	81	12/3/2007	R5
	86	17/3/2007	R5
	93	24/3/2007	R5.5
	94	25/3/2007	R5.5
21/12/2007	49	08/2/2008	R2
	56	15/2/2008	R3
	60	19/2/2008	R4
	66	25/2/2008	R5
	67	26/2/2008	R5
	68	27/2/2008	R5
	75	05/3/2008	R5.3
	77	07/3/2008	R5.4

A cada data foram realizadas coletas em três diferentes horas do dia 8:00, 12:00 e 17:00 horas, e a cada horário foram coletados 20 trifólios com sintomas da ferrugem sendo 10 no terço superior e 10 trifólios do terço inferior. Após a coleta, as folhas foram analisadas no laboratório.

Em cada folíolo do trifólio selecionou-se a região com grande quantidade de pústulas e retirou-se um disco com tamanho padrão de $0,35 \text{ cm}^2$ com auxílio de um vazador. Quantificou-se o número total de urédias que cada fragmento apresentava com o auxílio de microscópio estereoscópio.

Os 10 fragmentos de cada posição (superior e inferior) foram imersos em solução de 10 mL de água+tween 20 (na proporção de 2 gotas de tween 20/ litro de água) em tubos de ensaio, estes submetidos à agitação por 30 segundos, obtendo uma suspensão de esporos a partir das urédias. De cada suspensão das amostras, foi pipetado 1 ml sendo inoculado em três placas de Petri contendo meio de ágar-água, após estas foram incubadas por seis horas em câmara escurecida artificialmente sob temperatura ambiente de aproximada de $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Após o período de incubação paralisou-se o crescimento da hifa germinativa com o corante Lactofenol azul, após isso subdividiu-se a placa em quatro quadrantes, onde foram efetuadas cinco observações de modo aleatório ao longo de cada subdivisão, totalizando-se 20 observações por placa com auxílio de microscópio ótico no aumento de 400X.

Foi quantificado o número total de esporos de ferrugem observados em cada visada, e o número de esporos germinados. Tendo sido considerados como germinados, aqueles que apresentavam hifa germinativa maior que o diâmetro do esporo.

Os dados obtidos de número de esporos e porcentagem de germinação das mesmas foram analisados e comparados com os dados meteorológicos obtidos da estação meteorológica do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) (Anexo 1). Procurou-se identificar a influência dos fatores climáticos na produção e viabilidade de esporos.

3.4.2 ANÁLISE DE DADOS

O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, e os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelos testes de Tukey, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, utilizando o software Sasm-Agri (Canteri et al., 2001). As relações entre fatores ambientais, produção de esporos e viabilidade foram analisadas por correlação utilizando o software

Microsoft Excel 2007.

3.4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A ferrugem asiática atingiu severidade acima de 60% nos dois anos e condução dos ensaios, na área sem tratamento fungicida sem inoculação artificial. Foram observadas diferenças para produção, viabilidade de esporos e número de pústulas por 0,35 cm² da doença para a localização da folha (sombreados e dos ponteiros), do dia e também de acordo com o horário de coleta das folhas (Tabelas 2, 3 e 4). Também foi observada possível relação entre condições do ambiente de onde se encontravam, e produção de esporos viáveis pelo patógeno.

3.4.3.1 Safra 2006/2007

De acordo com a Tabela 2, o número de pústulas observadas na safra de 2006/2007 para folhas do terço inferior foi em média 63% maior quando comparado ao terço superior.

Em ensaios realizados por Isard et al. (2006), os autores verificaram que a irradiação solar influenciou negativamente o número de pústulas por área, sendo menor número quanto maior a radiação solar incidente, podendo explicar em parte a variação ocorrida, uma vez que a incidência da irradiação solar é menor no terço inferior.

Observou-se também a evolução do número de pústulas no decorrer do período de coleta das amostras, tanto no terço superior quanto no inferior das plantas.

Tabela 2 – Números médios de pústulas de ferrugem asiática presentes em folhas coletado no terço superior e inferior de plantas de soja (área: 0,35 cm²), safra 2006/2007, Londrina, PR.

Dia	Número médio de pústulas	
	Terço superior	Terço inferior
11/03/2007	150,7	237,3
12/03/2007	146,1	371,1
17/03/2007	208,5	308,1
24/03/2007	403,7	704,9
25/03/2007	535,4	731,2
Média	288,9* b	470,5 a

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para todos os dias de coleta foram observadas variações para quantidade de esporos produzidos, e viabilidade destes (Tabela 3), provavelmente devido às diferentes condições ambientais decorridas no período. Os percentuais de germinação foram menores para esporos coletados de folhas do terço superior em comparação aos do terço inferior com respectivas médias de germinação de 42,0 e 53,8%. Essa variação possivelmente estava associada ao microclima mais favorável o qual propiciou a formação de esporos mais viáveis, em concordância com Zambedenetti et al. (2007) os quais verificaram maior progresso de severidade no terço inferior das plantas.

Tabela 3 – Influência da posição de copa e horário de coleta dos esporos, na porcentagem de germinação de esporos – safra 2006/07.

Horário	Posição de copa	11/03/07	12/03/07	17/03/07	24/03/07	25/03/07	Médias
08:00	Terço superior	49,40	43,68	50,40	46,92	50,95	48,3* Aa
08:00	Terço inferior	52,77	79,70	61,17	58,24	57,14	61,8 Aa
12:00	Terço superior	16,67	55,67	40,76	43,18	39,18	39,1 Ba
12:00	Terço inferior	67,14	68,46	41,52	51,12	43,52	54,3 Aa
17:00	Terço superior	46,13	42,18	28,20	43,41	33,92	38,8 Ba
17:00	Terço inferior	51,15	43,89	42,62	52,39	35,99	45,2 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para posições de copa e minúscula para os horários, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com a análise estatística das médias de germinação dos esporos da safra de 2006/2007 (Tabela 3), observou-se que para as diferentes horas do dia, somente a germinação dos esporos do terço superior foi estatisticamente diferentes no nível de 5% pelo teste tukey.

Das folhas do terço superior o maior percentual de germinação de esporos foi para a coleta às 8:00 horas, com média de 48,3%, sendo diferente estatisticamente dos períodos de coleta das 12:00 e 17:00 horas apresentando as médias de 39,1 e 38,8% respectivamente.

Para folhas do terço inferior somente foram observadas médias com tendência para maior germinação quando comparadas ao do terço superior, e redução de germinação no decorrer dos horários do dia.

Provavelmente a não ocorrência de diferenças estatísticas entre horários de coleta em folhas do terço inferior, foi em função da menor incidência de radiação solar

incidente, uma vez que o terço superior intercepta parte da radiação solar que atingiria o terço inferior.

As menores quantidades de esporos obtidos dos fragmentos de área 0,35 cm² a partir do dia 17/03/2007 podem ser explicados pela mudança de local de coleta dos trifólios, devido a queda prematura das mesmas, ocasionada pela alta severidade da ferrugem asiática (Tabela 4).

Tabela 4 – Dados da insolação (horas) e intensidade de radiação solar observadas em diferentes datas de coleta e respectivos totais de esporos e respectivas e médias dos percentuais de germinação, safra 2006/07.

Datas	Total de esporos	Germinação (%)	Radiação solar média de 2 dias (cal/cm ²)
11/3/2007	4,49 a	55,60 a	251,00
12/3/2007	3,35 a	49,21 a	253,67
17/3/2007	1,79 b	47,21 a	249,67
24/3/2007	1,66 b	44,11 a	279,33
25/3/2007	1,10 b	43,45 a	295,67

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Figura 2 relaciona a radiação solar e porcentagem de germinação dos esporos. Foram utilizados a média dos valores das radiações solares ocorridos no dia da coleta dos trifólios e do dia anterior a coleta, para originar a equação: $y = -0,178x + 95,244$, apresentando coeficiente de determinação $R^2 = 0,56$.

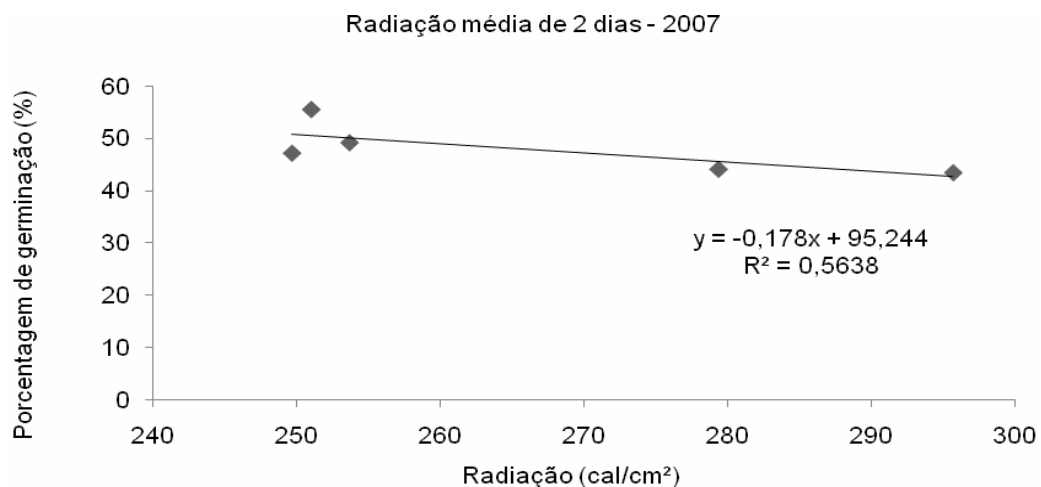


Figura 2 – Porcentagem de germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm²) do dia de coleta, e do dia anterior, safra 2006/07.

O coeficiente angular negativo: $a = -0,178$, indica possível correlação negativa entre os fatores de radiação solar e a capacidade de germinação dos esporos produzidos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Isard et al. (2006), que realizaram ensaios expondo esporos coletados diretamente à radiação solar, verificando correlação negativa entre a radiação solar e viabilidade de esporos com $R^2=0,83$.

Os mesmos autores afirmaram que esporos não germinaram quando expostos a doses de radiação solar e ultravioleta (UV) superiores a $27,3 \text{ MJ/m}^2$ e $1,2 \text{ MJ/m}^2$, respectivamente.

Verificou-se que as lesões produziram grande quantidade de esporos todos os dias (Tabela 5) e em 86,7% dos períodos dos dias a produção de esporos das folhas do terço superior foram maiores aos do terço inferior, provavelmente devido à maior severidade da ferrugem no terço inferior, com exceção do último período do dia 13 que apresentou uma produção semelhante nas duas posições, e do segundo período do último dia 15 de março em que a produção de esporos no terço superior, ultrapassou a produção do terço inferior, verificando-se também o aumento da média de número de esporos extraídos no decorrer do período.

Tabela 5 – Influência da posição de copa e horário de coleta das folhas, na quantidade de esporos extraídos – safra 2006/07.

Período	Posição de copa	11/03/07	12/03/07	13/03/07	14/03/07	15/03/07	Médias
08:00	Terço superior	0,77	1,07	0,68	2,63	3,47	1,72 Ba
08:00	Terço inferior	1,60	1,73	1,07	3,63	6,40	2,89 Aa
12:00	Terço superior	0,15	1,38	2,13	3,17	5,37	2,44 Aa
12:00	Terço inferior	1,07	3,10	3,32	4,50	4,03	3,20 Aa
17:00	Terço superior	1,05	0,62	1,78	2,90	3,02	1,87 Aa
17:00	Terço inferior	1,98	2,05	1,78	3,28	4,65	2,75 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para posições de copa e minúscula para os horários, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os dados observados (Tabela 5), entre todos os dias, o único tratamento que se diferenciou estatisticamente ao nível de 5% no teste Tukey, foi no horário das 8:00 horas, na posição do ponteiro, indicando menor quantidade de esporos livres. Observou-se também que em média a maior extração de esporos ocorreu no horário de 12:00 horas, e novamente tendência de menor número de esporos por extração no fim do dia.

3.4.3.2 Safra 2007/2008

Os dados da safra 2007/2008 (Tabela 6) demonstram a maior severidade da ferrugem quando comparada a safra anterior. A queda no número de pústulas a partir do dia 26 de fevereiro foi ocasionada pela alteração no local de coleta no dossel das plantas, devido à ausência de folhas provocada pela queda prematura das mesmas.

O número de pústulas observadas nas folhas do terço inferior foi 44% maior do que o número de pústulas nas folhas do terço superior, como também foi observado na safra anterior.

Tabela 6 – Média do número de pústulas de ferrugem asiática presentes em folhas coletadas no terço superior e terço inferior de plantas de soja (área: 0,35 cm²), safra 2007/2008.

Dia	Número médio de pústulas	
	Terço superior	Terço inferior
08/02/2008	8,9	38,5
15/02/2008	32,6	14,3
19/02/2008	45,5	139,7
25/02/2008	122,2	201,3
26/02/2008	219,0	76,1
27/02/2008	81,0	191,0
05/03/2008	36,5	78,5
07/03/2008	47,3	112,5
Média	74,2* a	106,5 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em 58% dos períodos, observou-se maior germinação nos esporos de folhas do terço inferior em relação aos esporos originados no terço superior. Constatou-se variação de 37,50 a 96,67% na média de germinação de esporos provindos do mesmo tratamento do ponteiro no horário de 12:00 horas (Tabela 7). Os dados obtidos na safra de 2007/2008 (Tabela 7) não apresentaram diferenças significativas quanto aos tratamentos horários de coleta e posição de copa, diferindo dos resultados da safra 2006/2007.

Tabela 7 – Porcentagem de germinação de esporos em função da posição das folhas na copa e horário de coleta, safra 2007/2008.

Período	Posição de copa	8/02	15/02	19/02	25/02	26/02	27/02	5/03	7/03	Média
08:00	Terço superior	57,97	61,30	76,67	75,91	59,45	48,59	65,05	49,85	61,85*Aa
08:00	Terço inferior	57,21	55,93	74,34	67,41	56,41	53,26	74,85	61,34	62,59 Aa
12:00	Terço superior	37,50	96,67	95,83	57,03	49,43	45,4	61,92	65,24	63,63 Aa
12:00	Terço inferior	63,41	77,59	82,36	62,96	56,17	50,60	64,18	56,28	64,19 Aa
17:00	Terço superior	61,92	83,19	83,33	65,69	51,65	55,95	80,33	40,94	65,38 Aa
17:00	Terço inferior	69,95	43,33	90,86	66,26	63,21	71,20	75,39	61,30	67,69 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para posições de copa e minúscula para os horários, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em 79% das observações a posição de copa superior (ponteiro) apresentou maior liberação de esporos que sombreado, na safra de 2007/2008 (Tabela 8). Os dados variaram de 0,27 a 6,05, sendo que ao longo do dia não se observou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Somente observou-se diferença estatística com menor liberação de esporos na posição dos ponteiros em relação aos sombreados, nos horários de 12:00 e 17:00 horas.

Tabela 8 – Quantidade de esporos extraídos de acordo com a posição da folha na copa das plantas e o horário de coleta das folhas, safra 2007/2008.

Período	Posição de copa	8/02	15/02	19/02	25/02	26/02	27/02	5/03	7/03	Média
08:00	Terço superior	1,20	0,37	0,27	3,90	2,58	4,33	0,67	2,48	1,98*Aa
08:00	Terço inferior	1,37	0,35	1,50	2,75	2,55	3,63	2,37	4,27	2,35 Aa
12:00	Terço superior	0,40	0,27	0,68	2,12	3,60	2,27	0,78	0,98	1,39 Ba
12:00	Terço inferior	2,38	0,55	2,57	4,82	3,07	3,37	1,65	3,63	2,76 Aa
17:00	Terço superior	2,25	0,78	0,18	2,63	3,48	2,03	0,70	0,98	1,63 Ba
17:00	Terço inferior	4,93	0,45	0,63	2,82	6,05	3,80	2,25	1,57	2,81 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para posições de copa e minúscula para os horários, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados de médias de esporos liberados e de porcentagem de germinação no dias de coleta apresentaram variações provavelmente devido as diferentes condições ambientais observadas (Tabela 9).

Tabela 9 – Insolação (horas) e intensidade de radiação solar observadas nas datas de coleta e total de esporos observados e média da porcentagem de germinação, safra 2007/08.

Datas	Total de esporos	Germinados (%)	Radiação solar média de 3 dias (cal/cm ²)
08/2/2008	2,19*abc	57,99 b	424,50
15/2/2008	0,46 c	69,67 ab	287,00
19/2/2008	0,97 c	83,90 a	265,00
25/2/2008	3,17 ab	65,88 ab	378,50
26/2/2008	3,56 a	56,05 b	483,00
27/2/2008	3,24 ab	54,17 b	460,50
05/3/2008	1,40 bc	70,29 ab	536,50
07/3/2008	2,32 abc	55,83 b	433,50

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Como pode ser observado na Figura 3, verificou-se grande variação no fator da radiação solar (cal/cm²) e também na insolação, sendo que nos dias 8, 15, 19 de fevereiro observaram-se queda no valor desses índices e aumento na viabilidade dos esporos liberados.

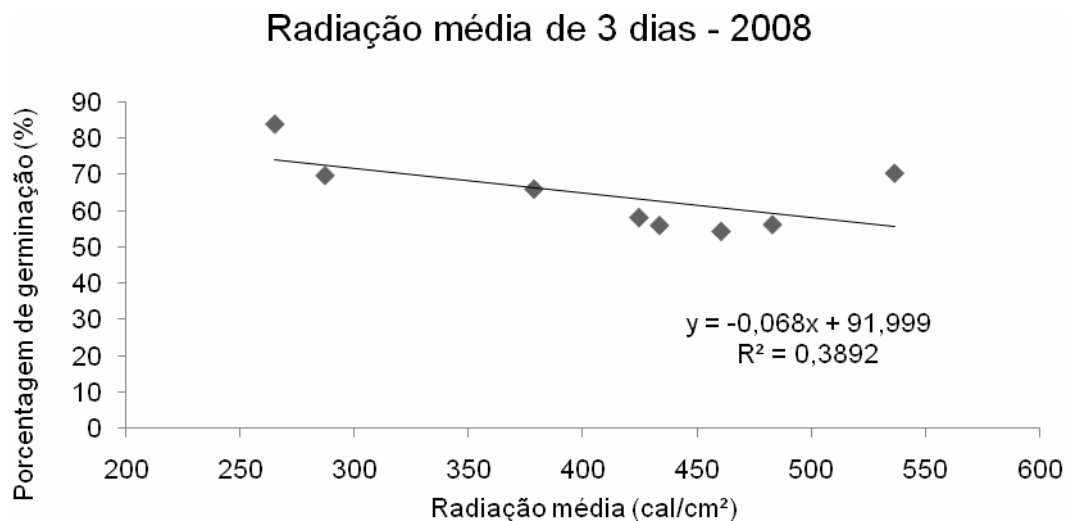


Figura 3 – Porcentagem de germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm²) nos dias de coleta, safra 2007/2008.

Os fatores ambientais de radiação solar, duração da radiação diária e germinação foram analisados e calculou-se a correlação existente entre eles, e observou-se, correlação negativa de -0,44 entre a insolação dada em horas e porcentagem de germinação, e -0,66 entre a radiação diária e e porcentagem de germinação, indicando efeito deletério da radiação na viabilidade dos esporos.

Provavelmente a razão pela qual os fatores insolação e radiação solar decorrente no período não exerceram maior influência na viabilidade dos esporos esteja no fato da proteção exercida pela própria folha do hospedeiro, inclusive das folhas do terço superior, e pelo curto período de exposição dos esporos. Segundo Isard et al. (2006) a exposição direta de esporos radiação solar por apenas um dia não mostrou-se suficiente para inibir completamente a viabilidade dos mesmos.

Outro fator importante que pode ter influenciado a viabilidade dos esporos está na variação de temperatura. Segundo Kochman (1979), esporos expostos a temperaturas acima de 28°C tiveram a germinação reduzida significativamente, porém Bonde et al. (2007) verificaram capacidade de germinação em ampla faixa de temperatura. Provavelmente o alto índice de radiação solar, somado às altas temperaturas prejudicaram o sucesso da infecção devido ao menor período de molhamento foliar.

Para cada safra de avaliação, os dados de porcentagem de germinação e de radiações solares médias de um, dois e três dias foram utilizados para a elaboração de gráficos e respectivas equações lineares, obtendo diferentes coeficientes de determinação.

Observou-se na safra de 2007 que os dados de porcentagem de germinação se correlacionaram-se melhor com dados de média da radiação solar de dois dias (R^2 : 0,56), e na safra de 2008 com a radiação solar média de três dias (R^2 : 0,39), provavelmente devido ao período necessário para a formação dos esporos, os quais sofrem influência do ambiente apesar da proteção da folha do hospedeiro (Tabela 10).

Tabela 10 – Número de dias utilizados, equações lineares relacionando a radiação solar e porcentagem de germinação, safras 2006/2007 e 2007/2008.

Experimento/Ano	Número de Dias	Equações Lineares	Coefficiente de Determinação (R ²)	Grau de significância
2007	1 dia	$y = -0,034x + 57,838$	$R^2 = 0,1456$	n.s
	2 dias	$y = -0,178x + 95,244$	$R^2 = 0,5638$	**
	3 dias	$y = -0,054x + 62,497$	$R^2 = 0,2463$	*
2008	1 dia	$y = -0,021x + 73,872$	$R^2 = 0,0293$	n.s
	2 dias	$y = -0,078x + 96,738$	$R^2 = 0,2589$	*
	3 dias	$y = -0,068x + 91,999$	$R^2 = 0,3892$	*

Número de dias de radiação solar utilizada na análise incluindo o dia da coleta de esporos e dias anteriores;

* Grau de significância a nível de 5 % de probabilidade do coeficiente de determinação (R²);

** Grau de significância a nível de 1 % de probabilidade do coeficiente de determinação (R²).

3.5. EXPERIMENTO II – GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE FERRUGEM ASIÁTICA PRODUZIDOS EM TRÊS AMBIENTES RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÕES SOLARES.

3.5.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o mês de novembro de 2007 e repetido em maio de 2008, nos estabelecimentos da Embrapa Soja – no município de Londrina, PR. O clima é do tipo subtropical Cfa (segundo classificação de Köppen), as coordenadas geográficas são 23°11'37"S e 51°11'03"W, 630m de altitude.

O delineamento experimental adotado foi de parcelas subdivididas sendo que os dias foram considerados como repetição, os três diferentes ambientes e três horários foram considerados os tratamentos.

Foi utilizada uma variedade suscetível à *P. pachyrhizi*, a cultivar BRS 154, semeando-se 30 vasos de cinco litros, dez sementes em cada vaso, as quais foram mantidas

em casa de vegetação livre de ferrugem asiática. Efetuou-se o desbaste 10 dias após semeadura deixando cinco plantas por vaso.

Transferiram-se todos os 30 vasos para uma casa de vegetação, com sistema de nebulização, na fase vegetativa de R3, para se efetuar a inoculação da *P. pachyrhizi*. Aplicou-se um volume de uma suspensão de esporos na concentração de 3×10^4 esporos/mL, com um volume de calda de 700 mL de água+ tween 20 (2 mL), utilizando-se de uma bomba costal.

Os vasos foram mantidos sob condição de nebulização para assegurar a infecção da doença durante quatro dias. Após esse período, foram transferidos para três ambientes diferentes (10 vasos por ambiente): Ambiente A: casa de vegetação, sem sombrite; Ambiente B: casa de vegetação com sombrite; Ambiente C: ambiente externo, sem cobertura;

Após realizou-se a observação da produção de esporos, duas semanas após a inoculação, coletando-se 10 trifólios aleatoriamente dos vasos de cada ambiente separadamente. Com auxílio de um vazador realizou-se um corte nos trifólios, destacando-se fragmentos de $0,35 \text{ cm}^2$, dando preferência a regiões que apresentassem mais sintomas de *P. pachyrhizi*.

Obtidos os 10 fragmentos de cada tratamento, efetuou-se contagem do número de urédias com auxílio de um microscópio estereoscópio em cada fragmento.

Preparou-se uma solução com 500 ml de água destilada + 1 gota de tween 20 em frasco de erlenmeyer, após esse procedimento, transferiu-se uma alíquota de 10 mL desta solução para três tubos de ensaio, adicionou-se os 10 fragmentos de folha anteriormente citados de cada tratamento em cada tubo de ensaio, efetuou-se a agitação desse tubo de ensaio com auxílio de um agitador de tubos na potência máxima, por período padrão de 30 segundos. Pipetando-se uma alíquota de 1 mL da suspensão em 5 placas de Petri contendo o meio ágar-água (20g de ágar por litro de água destilada) para cada tratamento (ambientes e horários). Esse procedimento foi repetido em três horários do dia: 8:00, 12:00, 16:00 horas verificando a viabilidade dos esporos no decorrer do dia.

As placas contendo os esporos foram acondicionadas em câmara de BOD, à temperatura de 23°C , por um período de 6 horas. Avaliou-se a germinação dos esporos em microscópio ótico comum, utilizando aumento de 400 vezes.

Na avaliação, dividiu-se a placa em quatro partes iguais, em cada quadrante efetuaram-se cinco visadas aleatoriamente, quantificando o número total de esporos e o número de esporos germinados, considerando-se germinados somente aqueles que apresentassem hifa germinativa maior ou igual ao diâmetro do próprio esporo.

Concomitantemente ao processo de avaliação de produção e porcentagem de germinação de esporos da *P. pachyrhizi*, efetuou-se a mensuração da radiação solar ocorrida nos três ambientes com auxílio de um piranômetro: LI -1000 Datalogger-LI-COR, em dois horários, das 11:00 às 11:10 e das 14:00 às 14:10 horas da tarde, aferindo a cada 2 minutos, totalizando 5 aferições a cada período, todos os dias em que realizou-se a coleta de trifólios. Utilizaram-se dois aparelhos para realização das leituras de radiação nos três ambientes, realizando cinco leituras com intervalos de 2 minutos por leitura.

3.5.2 ANÁLISE DE DADOS

O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, e os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelos testes de Tukey, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, utilizando o software Sasm-Agri (Canteri et al., 2001). As relações de fatores ambientais e de produção de esporos e viabilidade foram analisadas por correlação utilizando o software Microsoft Excel 2007.

3.5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os fatores que mais variaram para as plantas localizadas nos três ambientes foram de temperatura, umidade, e radiação solar, mas para a análise da viabilidade de esporos produzidos nos três ambientes as diferentes temperaturas e de umidade relativa não foram levadas em consideração.

Observaram-se diferenças significativas nas radiações solares incidente entre os três ambientes testados com auxílio de piranômetro, sendo a maior média observada no ambiente externo e a menor a casa de vegetação protegida com sombrite, 989,4 e 185,8 (MJ/m²) respectivamente, sendo diferentes significativamente ao nível de 1 % no teste Tukey (Tabela 11).

Tabela 11 – Intensidade de radiação solar em (Cal/cm²) mensuradas em diferentes dias, horários e ambientes.

Data	Horário	Radiação		
		C. vegetação sombrite	Casa de vegetação	Ambiente externo
05/11/2007	10:00	138,68	459,98	903,00
	14:00	178,82	320,92	774,00
07/11/2007	10:00	256,10	673,32	1849,60
	14:00	103,94	298,70	461,04
12/11/2007	10:00	166,80	535,14	960,42
	14:00	238,62	565,90	946,56
15/5/2008	10:00	266,60	355,00	1366,00
	14:00	231,40	356,80	1393,90
19/5/2008	10:00	267,60	333,80	1337,60
	14:00	254,60	312,20	1203,10
21/5/2008	10:00	261,60	361,80	1246,30
	14:00	218,80	332,40	1323,00
Médias		185,80 c	344,50 b	989,40 a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.5.3.1 Safra 2007

Observou-se que os dados de germinação apresentaram grande variação dentro dos mesmos tratamentos, porém pode-se verificar tendência de menor germinação no decorrer dos dias.

Não se verificou diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabela 12). Observou-se maior média de germinação, 76%, no ambiente protegido casa de vegetação com sombrite às 8:00 horas e a menor, com 58%, no ambiente externo às 16:00 horas. Provavelmente, devido a formação do esporo em melhores condições, praticamente sem incidência de radiação solar às 8:00 horas em ambiente protegido de casa de vegetação com sombrite, observou-se a menor média de porcentagem de germinação no ambiente externo, recebendo a radiação diretamente e durante todo o dia devido ao horário de coleta, 16:00 horas.

Tabela 12 – Porcentagem de germinação de esporos de ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) extraído de plantas sob diferentes ambientes e horário de coleta.

Ambientes	8:00	12:00	16:00
Casa de vegetação	63 Aa	66 Aa	64 Aa
Casa de veg. sombrite	76 Aa	60 Aa	72 Aa
Ambiente externo	66 Aa	59 Aa	58 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não foram constatados diferenças estatisticamente quanto às médias de viabilidade de esporos nos diferentes ambientes e horários, provavelmente devido ao curto espaço de tempo e intensidade de exposição dos esporos aos fatores ambientais desde a formação do esporo até a análise em meio ágar-água em laboratório. Contrariamente, diferenças significativas podem ser observadas nos trabalhos de Isard et al. (2006).

3.5.3.2 Safra 2008

Os dados de porcentagem de germinação dos esporos (Tabela 13) apresentaram um coeficiente e variação menor dentro dos tratamentos quando comparados à safra de 2006/2007. As médias demonstraram tendência de queda de porcentagem de germinação nos diferentes tratamentos e horários. Observou-se também uma tendência de queda de percentual de germinação de esporos ao longo dos dias, o mesmo foi observado em dados da safra anterior, demonstrando possível influência da idade da lesão na capacidade epidemiológica.

Observou-se que os dados de germinação apresentaram valores superiores em todos horários no ambiente protegido da casa de vegetação com sombrite (Tabela 13), com queda de viabilidade de esporos significativamente no horário de 16 horas da tarde nos ambientes casa de vegetação e ambiente externo, ambientes que se verificaram as maiores radiações solares (Tabela 13).

Tabela 13 – Efeito dos diferentes ambientes, e horários de coleta, no percentual de germinação de esporos de Ferrugem Asiática (*P. Pachyrhizi*).

Ambientes	8 horas	12 horas	16 horas	Média
Casa de vegetação	63 Aa	66 Aa	60 Ab	63 b
Casa de veg. sombrite	83 Aa	76 Aa	75 Aa	77 a
Ambiente externo	74 Aa	58 Aa	64 Aab	65 b
Média	73 A	67 A	66 A	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observando-se a relação entre os fatores de radiação solar e de germinação de esporos médios nos três ambientes, apenas na casa de vegetação apresentou coeficiente angular negativo (Figura 4), indicando efeito negativo da radiação solar na capacidade de germinação.

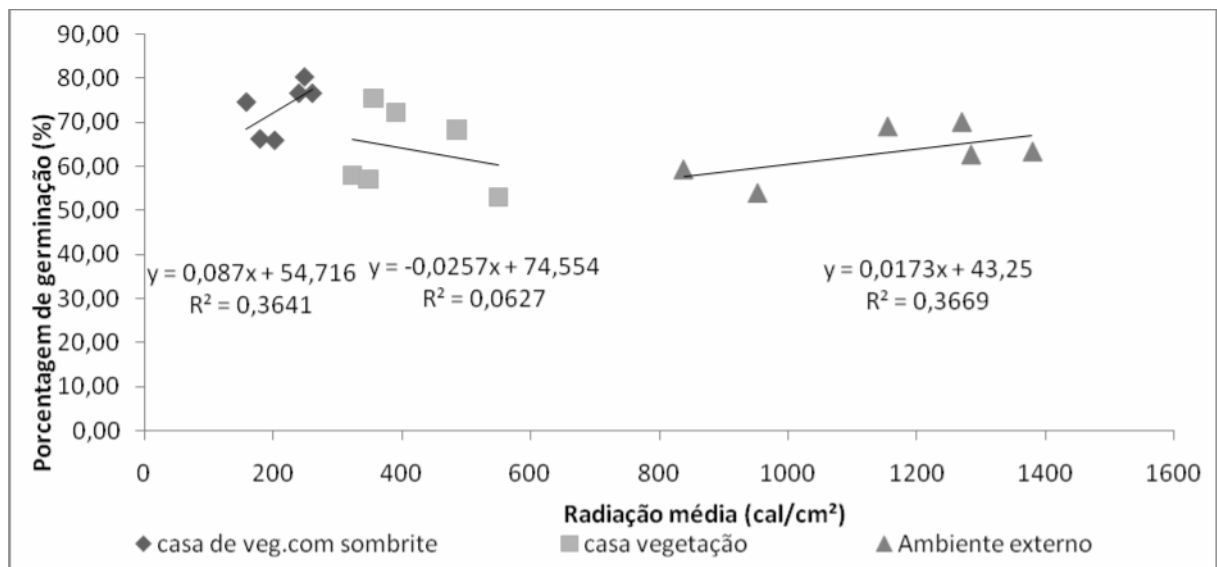


Figura 4 – Representação da germinação dos esporos (%) e radiação solar média (cal/cm²) nos dias de coleta.

O efeito da radiação pode ser evidenciado principalmente devido ao fato da menor porcentagem de germinação ao nível de 5% do teste Tukey (Tabela 13), nos tratamentos das 16 horas da tarde nos ambientes de casa de vegetação e ambiente externo.

Esses tratamentos receberam a maior incidência de radiação solar por período mais prolongado, sendo que o tratamento casa de vegetação com sombrite não diferiu estatisticamente ao longo do dia, fato semelhante foi observado por Isard et al. (2006), em ensaios realizados com esporos expostos a diversos níveis de radiação solar.

Outro fator que pode ser levado em consideração são os efeitos dos diferentes níveis de radiação solar no hospedeiro, como observado em trabalhos realizados por Debona et al. (2008) no qual a susceptibilidade do hospedeiro variou em diferentes níveis de sombreamento, apresentando maior susceptibilidade quanto maior sombreamento, devido a menor taxa fotossintética interferindo na formação das paredes celulares e conseqüentemente em seu sistema de defesa.

Nos ambientes de casa de vegetação com sombrite e ambiente externo (Figura 4) não se verificou correlação negativa entre radiação solar e porcentagem de germinação de esporos, provavelmente devido a uma interferência de outros fatores não identificados como idade da lesão, condições ambientais da safra, idade da planta pois utilizaram-se dados de dois anos para realização do gráfico.

3.6 REFERÊNCIAS

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Epidemiologia comparativa entre os patossistemas temperado e Tropical: conseqüências a resistência a fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.119-127, junho, 2001.

BONDE, M.R.; BERNER, D.K.; NESTER, S.E.; FREDERICK, R.D.; Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. **Phytopathology**, St. Paul, v.97, n.8, p.997-1003, 2007.

BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; AUTIN, C. N.; STONE, C. L.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G. L.; MILES, M. R. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. **Plant Disease**, St. Paul, v.90, n.6, p.708-716, 2006.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

DEBONA, D.; NAVARINI, L.; FAVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. Efeito de níveis de cálcio e sombreamento em plantas de soja sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.33, n.5, p. 388-389, setembro-outubro 2008.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; CANTERI, M.G.; REIS, E.M.; YANG, X.B. Models and applications for risk assesment and predition of asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira**, Brasilia, v.36, n.6, p.533-544, novembro-dezembro, 2006.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília, EMBRAPA, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. In. EMBRAPA, BRS 154. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/soja/cultivares/BRS154.pdf>. Acesso em: 1 dezembro de 2008.

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

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**, Brasilia, v.29, n.1, p. 97-101, jan-fev, 2004.

ISARD, S.A. et al. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* Uredionospores. **Plant Disease**, v.90, n.7, p.941-945, 2006.

KOCHMAN, J.K. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 30, p. 273-277, 1979.

RIBEIRO DO VALE, F.X.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Efeito do binômio temperatura – duração do molhamento foliar sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi* em soja. **Fitopatologia Brasileira**. v.15(3):200-202 , setembro, 1990.

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

TSUKAHARA, R.Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas micro-regiões do Estado do

Paraná. **Semina**, Londrina, v.29, n.1, p.47-52, jan./mar. 2008

YANG, X.B.; ROYER, M.H.; TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Analysis and quantification of soybean rust epidemics from seventy-three sequential experiments. **Phytopathology**, St Paul, v. 80, n.12, p. 1421 – 1427, 1990.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; Ferrugem “asiática” da soja: o desafio continua e como aprimorar o seu controle. In: Congresso Brasileiro de Soja, 4, 2006, Londrina, PR. **Anais** Londrina: Embrapa Soja, p. 102-108. 2006.

ZAMBEDENETTI, 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.

ANEXO

ANEXO A – Banco de dados agrometeorológico

I A P A R - I N S T I T U T O A G R O N O M I C O D O P A R A N A 30/04/2007
 Bda - Banco de Dados Agrometeorológico
 Bdarbom - Relatório do Boletim Mensal MES: MARCO ANO: 2007

ESTACAO: 2351003 - LOCAL: LONDRINA LATITUDE: 23:22 - S LONGITUDE: 51:10 - W ALTITUDE: 585 M
 ANO INICIAL: 1976

D I A	--- TEMPERATURA (C) ---		UMID. RELAT (%)	CHUVA 24-HR (MM)	CHUVA DURACAO (HORAS)	EST GER TPO	EVAP. PICHE (MM)	INSO- LACAO (HORAS)	RADIAC. SOLAR CAL CM2 D	----- V E N T O KM ACUMUL	PICO MAX (M/S)	LOM -----		
	MEDIA	MAX										MIN	DIR PICO	DIR PRE
1	23.6	30.6	19.4	83.9	0.0	0:00	ENC	4.0	7.2	288.0	181.0	7.1	NE	NE
2	23.3	31.2	19.8	82.2	2.6	1:30	ENC	2.4	3.4	238.0	153.0	9.6	NE	NE
3	25.6	32.0	19.0	62.9	22.6	3:18	NUB	2.4	9.8	378.0	170.0	11.3	W	SW
4	25.1	32.0	20.6	69.3	0.0	0:00	NUB	5.6	9.9	366.0	184.0	9.4	NE	E
5	26.2	32.4	21.0	62.3	0.0	0:00	NUB	4.0	7.8	322.0	155.0	7.3	E	E
6	26.5	33.2	19.8	49.2	0.0	0:00	NUB	4.5	11.3	410.0	140.0	8.8	E	NE
7	24.7	33.0	18.4	64.7	0.0	0:00	NUB	6.3	9.2	320.0	152.0	6.9	NE	NE
8	25.8	33.4	18.9	62.7	0.0	0:00	NUB	4.0	11.2	365.0	140.0	10.6	E	W
9	25.3	33.1	19.8	67.5	0.0	0:00	ENC	5.5	8.4	306.0	180.0	11.3	N	NE
10	23.8	29.8	20.2	85.9	0.3	0:24	ENC	3.7	2.5	177.0	193.0	9.3	NW	N
11	24.5	32.0	20.0	74.2	6.8	0:48	ENC	1.8	6.7	270.0	146.0	12.0	SW	W
12	23.6	31.4	20.8	82.4	4.2	2:00	ENC	2.5	7.8	314.0	134.0	8.2	SW	E
13	22.2	29.4	19.4	87.3	45.8	6:00	ENC	2.5	3.2	234.0	207.0	13.6	E	NE
14	23.3	29.2	19.4	81.5	8.3	1:24	NUB	2.1	2.6	242.0	130.0	10.0	NE	SE
15	23.7	30.0	20.4	82.6	1.2	1:30	ENC	3.1	7.8	320.0	139.0	10.0	N	SE
16	23.1	29.0	20.0	85.2	30.2	3:24	ENC	1.3	4.5	225.0	167.0	9.5	SE	NW
17	23.6	28.0	20.4	81.7	0.3	0:54	ENC	1.8	2.5	204.0	186.0	10.0	E	E
18	21.6	27.6	19.0	79.6	14.4	3:30	NUB	0.2	6.2	240.0	174.0	10.6	SE	E
19	19.7	26.0	13.9	66.0	0.3	0:12	NUB	4.7	10.4	373.0	244.0	10.0	W	W
20	21.0	28.0	15.0	65.0	0.0	0:00	NUB	3.5	10.3	325.0	186.0	9.4	W	W
21	21.6	29.2	15.0	58.0	0.0	0:00	NUB	3.6	10.2	342.0	154.0	7.5	W	W
22	22.6	30.0	15.0	65.3	0.0	0:00	NUB	4.2	7.1	291.0	134.0	6.0	W	W
23	22.9	30.8	18.6	87.1	0.0	0:00	NUB	4.0	6.7	225.0	140.0	5.7	E	E
24	24.7	32.6	18.6	68.5	1.2	1:18	NUB	2.5	8.7	322.0	156.0	11.5	SW	W
25	25.8	32.8	19.6	56.5	0.0	0:00	NUB	3.8	10.1	340.0	134.0	5.4	S	W
26	25.6	32.6	18.8	53.8	0.0	0:00	CLA	5.7	10.8	350.0	159.0	9.0	E	E
27	26.7	32.9	19.4	58.7	0.0	0:00	NUB	6.7	9.8	286.0	161.0	5.4	NE	E
28	27.4	34.4	21.4	58.6	0.0	0:00	CLA	5.3	10.5	330.0	162.0	6.3	NE	SE
29	27.1	34.2	21.2	51.9	0.0	0:00	CLA	5.0	10.9	356.0	139.0	4.8	NW	SE
30	26.2	33.1	19.8	57.2	0.0	0:00	CLA	8.3	9.3	315.0	170.0	6.0	E	E
31	26.1	33.4	19.8	65.4	0.0	0:00	NUB	5.7	9.8	302.0	166.0	6.7	E	W
MES	24.3	31.2	19.1	69.5	138.2	26:12	NUB	120.7	246.6	9376.0	5036.0			

I A P A R - I N S T I T U T O A G R O N O M I C O D O P A R A N A
Bda - Banco de Dados Agrometeorológico
Bdarbom - Relatório do Boletim Mensal

06/06/2008

MES: FEVEREIRO ANO: 2008

ESTACAO: 2351003 - LOCAL: LONDRINA LATITUDE: 23:22 - S LONGITUDE: 51:10 - W ALTITUDE: 585 M
ANO INICIAL: 1976

D I A	--- TEMPERATURA (C) ---			UMID. RELAT (%)	CHUVA 24-HR (MM)	CHUVA DURACAO (HORAS)	EST GER TPO	EVAP. PICHE (MM)	INSO- LACAO (HORAS)	RADIAC. SOLAR CAL CM2 D	KM ACUMUL	V E N T O		10M	
	MEDIA	MAX	MIN									PICO MAX (M/S)	DIR PICO	DIR PRE	
1	24.6	30.6	18.6	66.0	15.4	0:42	NUB	2.2	11.7	476.0	110.0	4.8	E	SW	
2	25.0	31.2	20.0	65.4	0.0	0:00	NUB	4.1	11.2	463.0	128.0	6.2	W	W	
3	24.4	31.2	19.2	62.1	0.0	0:00	NUB	4.3	11.6	558.0	184.0	8.9	W	W	
4	23.8	29.2	19.4	69.7	0.0	0:00	NUB	5.5	10.8	477.0	219.0	8.4	E	SW	
5	21.8	28.4	16.2	74.7	0.0	0:00	NUB	4.6	9.5	446.0	302.0	8.9	E	E	
6	22.8	28.6	18.0	72.9	0.0	0:00	NUB	3.0	10.2	451.0	189.0	6.2	SE	SE	
7	24.2	30.0	19.8	73.6	7.2	1:12	NUB	4.5	7.1	389.0	278.0	9.6	N	E	
8	23.0	30.8	18.8	74.2	0.0	0:00	NUB	2.5	10.4	460.0	118.0	5.7	E	E	
9	22.7	29.6	18.4	81.3	0.0	0:00	ENC	3.3	8.1	366.0	161.0	9.0	SE	SE	
10	22.2	29.9	19.6	90.0	29.6	1:42	ENC	1.7	1.2	212.0	137.0	26.0	N	NE	
11	22.0	28.1	19.6	87.7	51.8	5:18	ENC	1.0	4.4	274.0	140.0	14.0	NW	N	
12	23.3	29.6	19.8	82.6	14.8	2:42	NUB	1.0	6.8	329.0	133.0	8.6	W	W	
13	25.1	31.6	19.2	71.9	0.0	0:00	NUB	2.2	10.9	420.0	170.0	8.5	W	SW	
14	23.2	31.6	19.8	85.9	0.5	0:06	NUB	3.1	6.0	304.0	142.0	6.0	W	SE	
15	22.6	26.6	18.2	78.3	3.5	1:42	ENC	2.2	2.3	270.0	184.0	10.0	W	W	
16	24.2	30.0	18.8	65.2	0.0	0:00	NUB	3.2	9.4	513.0	201.0	6.3	E	E	
17	25.4	31.6	19.2	65.9	0.0	0:00	NUB	3.8	10.6	501.0	157.0	7.0	NE	NE	
18	24.1	28.6	19.9	79.7	0.0	0:00	NUB	4.0	7.6	327.0	181.0	6.3	N	N	
19	23.2	27.8	21.0	89.2	1.0	1:24	ENC	2.2	5.0	203.0	181.0	6.1	N	NE	
20	24.0	31.0	20.6	83.3	4.0	1:12	ENC	1.3	5.9	266.0	126.0	7.2	NW	E	
21	25.3	31.2	20.2	74.2	24.2	2:30	NUB	1.7	10.7	518.0	142.0	12.2	S	W	
22	23.7	29.2	21.4	92.6	0.3	0:18	ENC	2.8	1.6	174.0	169.0	7.0	NW	NW	
23	23.6	29.1	21.2	82.9	23.8	1:18	ENC	1.2	4.2	323.0	98.0	8.1	NW	W	
24	24.0	28.2	21.0	80.1	1.6	0:18	NUB	1.8	3.7	277.0	145.0	8.6	SW	NW	
25	24.2	30.0	19.2	68.8	0.0	0:00	NUB	2.8	10.4	480.0	229.0	8.8	E	E	
26	24.4	30.2	19.7	62.3	0.0	0:00	NUB	5.0	9.3	486.0	247.0	6.2	E	E	
27	24.5	29.8	19.4	64.5	0.0	0:00	ENC	5.2	8.9	435.0	251.0	8.5	E	E	
28	22.4	25.0	20.0	83.1	0.0	0:00	ENC	6.0	0.0	181.0	317.0	9.6	E	E	
29	20.9	22.9	18.8	95.7	19.0	6:36	ENC	1.6	0.1	97.0	221.0	7.0	E	E	
MES	23.6	29.3	19.4	76.6	196.7	27:00	NUB	87.8	209.6	10676.0	5260.0			E	

I A P A R - I N S T I T U T O A G R O N O M I C O D O P A R A N A
Bda - Banco de Dados Agrometeorológico
Bdarbom - Relatório do Boletim Mensal

12/11/2008

MES: MARCO ANO: 2008

ESTACAO: 2351003 - LOCAL: LONDRINA LATITUDE: 23:22 - S LONGITUDE: 51:10 - W ALTITUDE: 585 M
ANO INICIAL: 1976

D I A	--- TEMPERATURA (C) ---			UMID. RELAT (%)	CHUVA 24-HR (MM)	CHUVA DURACAO (HORAS)	EST GER TPO	EVAP. PICHE (MM)	INSO- LACAO (HORAS)	RADIAC. SOLAR CAL CM2 D	KM ACUMUL	V E N T O		10M	
	MEDIA	MAX	MIN									PICO MAX (M/S)	DIR PICO	DIR PRE	
1	23.8	30.0	19.4	72.7	15.8	3:48	NUB	1.0	9.9	477.0	118.0	4.2	E	E	
2	24.6	30.8	19.1	63.3	0.0	0:00	CLA	3.2	11.1	502.0	217.0	7.5	W	W	
3	23.9	30.6	18.8	59.2	0.0	0:00	NUB	4.9	11.4	473.0	253.0	9.4	W	W	
4	23.7	30.8	18.4	61.0	0.0	0:00	CLA	5.2	11.4	530.0	256.0	10.0	W	W	
5	23.9	30.6	17.8	53.3	0.0	0:00	CLA	5.8	11.4	543.0	221.0	8.0	W	W	
6	24.0	32.2	16.3	50.9	0.0	0:00	NUB	5.3	10.8	462.0	168.0	8.0	W	W	
7	24.8	31.8	18.0	60.0	0.0	0:00	NUB	5.5	7.6	405.0	133.0	5.8	W	W	
8	24.1	32.6	21.0	74.0	0.0	0:00	ENC	5.2	8.7	433.0	157.0	6.0	E	E	
9	24.2	29.5	19.0	78.3	58.8	8:42	ENC	5.0	4.3	324.0	263.0	14.4	N	E	
10	23.0	28.6	20.2	86.4	4.0	2:18	ENC	3.0	6.0	277.0	236.0	9.4	E	E	
11	22.3	25.8	19.9	88.9	23.6	4:30	ENC	2.0	1.3	157.0	193.0	9.1	NE	NE	
12	24.2	28.8	21.8	88.7	8.0	2:48	ENC	1.0	2.6	215.0	202.0	7.3	NW	NW	
13	23.0	26.4	21.0	89.7	13.5	0:48	ENC	1.3	2.8	195.0	120.0	7.9	SW	W	
14	22.8	29.0	18.2	63.3	1.3	0:54	NUB	1.9	9.6	434.0	213.0	8.2	E	E	
15	21.3	27.9	15.6	61.2	0.0	0:00	NUB	5.8	11.1	467.0	297.0	9.0	E	E	
16	21.0	27.4	15.2	67.5	0.0	0:00	NUB	6.5	9.0	399.0	307.0	11.0	E	E	
17	20.8	28.8	16.4	70.2	1.7	0:18	NUB	6.0	7.9	389.0	258.0	9.3	E	E	
18	23.4	29.4	17.9	64.8	0.4	0:12	NUB	3.0	9.0	442.0	193.0	10.7	E	E	
19	21.4	24.0	19.6	79.0	0.8	0:30	NUB	6.2	0.2	188.0	251.0	9.5	E	E	
20	21.2	25.6	17.8	83.7	12.0	1:00	ENC	1.8	3.6	186.0	173.0	7.8	N	E	
21	22.4	29.6	18.5	79.4	14.6	2:36	ENC	1.4	8.3	380.0	118.0	3.5	NE	SE	
22	22.2	29.0	17.2	78.0	3.8	1:00	NUB	3.1	5.7	283.0	167.0	7.5	SE	SE	
23	22.6	29.7	17.6	84.7	0.0	0:00	NUB	2.3	6.0	265.0	135.0	9.5	NW	W	
24	23.4	30.4	18.0	72.8	6.9	0:36	NUB	2.0	9.4	429.0	130.0	9.9	SW	E	
25	23.4	29.8	18.6	67.2	0.0	0:00	NUB	1.0	9.7	424.0	210.0	8.7	S	SE	
26	23.4	30.2	18.4	69.7	0.0	0:00	NUB	6.5	10.7	407.0	379.0	10.3	E	E	
27	23.3	30.8	17.2	59.7	0.0	0:00	NUB	4.0	10.8	449.0	223.0	7.5	E	E	
28	23.6	31.4	16.1	61.5	0.0	0:00	NUB	4.2	10.2	422.0	127.0	4.0	SE	SE	
29	24.7	31.8	19.8	62.2	0.0	0:00	NUB	5.1	9.2	420.0	135.0	5.0	E	S	
30	21.9	29.0	16.7	61.2	0.0	0:00	NUB	5.4	9.5	429.0	268.0	9.3	E	E	
31	21.9	27.8	16.6	60.7	0.0	0:00	NUB	6.8	8.2	400.0	357.0	9.6	E	E	
MES	23.0	29.3	18.2	70.1	165.2	30:00	NUB	121.4	247.4	11806.0	6478.0			E	