

Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa

Elisandra Batista Zambenedetti^{1,2}, Eduardo Alves², Edson Ampélio Pozza²,
Dejânia Vidira de Araújo², Claudia Vieira Godoy³

¹Bolsista do CNPq.; ²Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG, e-mail: ealves@ufla.br.; ³Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR; Parte da dissertação do primeiro autor apresentada ao curso de Mestrado em Fitopatologia, UFLA (2005), Lavras, MG.

Autor para correspondência: Eduardo Alves

Data de chegada: 21/01/2005. Aceito para publicação em: 10/10/2006.

1166

RESUMO

Zambenedetti, E. B.; Alves, E., Pozza, E.A.; Araújo, D.V.; Godoy, C. V. Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.2, p.178-181, 2007.

A ferrugem da soja destacou-se nas últimas safras devido à alta severidade que vem causando nas lavouras de soja. Diversos estudos estão em andamento, para buscar informações sobre a resistência genética dos cultivares atualmente plantados. O objetivo do trabalho foi estudar parâmetros monocíclicos e o progresso da ferrugem da soja em diferentes genótipos e posições da copa, em casa-de-vegetação. Foram utilizados 7 cultivares (Uirapuru e BRS 134 Pintado, BRS 154, BRS 215, FT 2, BRS 231) e uma PI 459025 com gene de resistência Rpp4, inoculados com suspensão de esporos de *Phakopsora pachyrhizi*. Foram estudados para cada genótipo os períodos de incubação e latente. A avaliação de incidência da ferrugem foi realizada na planta toda e a da severidade a partir do

aparecimento dos sintomas, a cada cinco dias, até o declínio das plantas em três posições na copa. Os valores foram transformados em área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da doença. O período de incubação foi de seis dias para todos genótipos avaliados. Entretanto, o período latente variou de 6 a 12 dias. Houve diferença significativa entre os cultivares para AACPI. Os cultivares BRS 134, FT 2 e BRS 231 apresentaram maior valor de AACPI, diferenciando dos demais cultivares. Entre os cultivares com menor valor de AACPI destacou-se a PI 459025. Variação na intensidade da doença nos 8 genótipos avaliados, em relação à posição da copa, só pode ser observada para o terço médio da planta.

Palavras-chave adicionais: *Glycines max* (L.) Merrill, progresso de doença.

ABSTRACT

Zambenedetti, E. B.; Alves, E., Pozza, E.A.; Araújo, D.V.; Godoy, C. V. Evaluation of monocyclic parameters and intensity of the Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in both several soybean genotypes and canopy position. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.2, 178-181, 2007.

Soybean rust caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, has been known to drastically reduce yields. Diverse studies are now in progress, to search information on the genetic resistance of cultivar currently planted. The objective of this study was to evaluate the both incubation and latent period and the progress of soybean rust on several genotypes and three canopy position in greenhouse. The cultivars used were Uirapuru, BRS 134 Pintado, BRS 154, BRS 215, BRS 231, FT 2 and PI 459025 with a Ppp4 gene of resistance for soybean rust. Inoculations were performed by spraying inoculum suspension on the leaves. Disease incidence and severity were assessed every five days after the first disease symptoms were observed until

plants were dead. The incubation period was six days for all genotypes evaluated. However, the latent period varied from six to twelve days. The incidence and severity values were transformed in proportion as the area under the disease incidence curve (AUDIC) and area under the disease severity curve (AUDSC). The cultivars BRS 134 Pintado, FT 2 and BRS 231 showed high values for AUDIC and were significant different from the others. PI 459025 showed the lowest value for AUDIC. AUDSC for PI 459025 cultivar was the lowest and FT 2 showed the highest value. Difference from disease intensity on eight genotypes, in function of the canopy position, only was observe to plant medium part.

Additional keywords: *Glycines max* (L.) Merrill, disease progress.

A ferrugem asiática da soja, cujo agente etiológico é o fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow, é um problema recente para a soja nacional. Essa doença foi identificada pela primeira vez no Brasil em maio de 2001 (22). Os sintomas iniciais da doença são pequenas pústulas foliares, de cor castanha a marrom-escura. Na

face inferior da folha, pode-se observar um ou mais soros urediniais que se rompem liberando os urediniosporos (18). As lesões formadas nas folhas podem ser classificadas como do tipo castanho clara com muitos soros urediniais e abundante esporulação(TAN) ou castanho avermelhada com poucos soros urediniais e com pouca ou nenhuma

esporulação (RB – Reddish Brown) (1).

Lesões do tipo RB são típicas de materiais com genes dominantes de resistência ou de efeito principal a essa doença (1; 2, 3), também conhecida como resistência vertical ou qualitativa (4). Este tipo de lesão pode ser descrito como uma reação de hipersensibilidade. Nessa, as células do hospedeiro, próximas ao local de infecção do patógeno, morrem logo após a infecção. O patógeno *P. pachyrhizi* necessita de células vivas para sobreviver e se multiplicar e, com a morte dessas células, o crescimento do patógeno é limitado ao local de infecção. Do ponto de vista do melhoramento genético, a planta com reação de hipersensibilidade é extremamente resistente, devido ao patógeno nessas condições, ter sua reprodução limitada, cessando o processo epidêmico no campo (4). No entanto, foi verificado, em nível mundial, que a resistência qualitativa não foi duradoura, devido à grande variabilidade do patógeno (1), tendo sido identificadas 18 raças do patógeno no Japão (20). No Brasil, estudos realizados pela Embrapa Soja identificaram 11 cultivares com resistência à ferrugem (23), sendo essa resistência quebrada rapidamente com isolado do fungo proveniente do Mato Grosso. A necessidade de se encontrar formas de resistência mais eficientes para o controle da ferrugem asiática da soja é uma realidade cada vez mais premente. Neste sentido, a resistência horizontal, também chamada de parcial, incompleta ou quantitativa, condicionada por genes de efeitos menores, pode ser uma alternativa de controle viável neste patossistema (15). Neste tipo de resistência, os genótipos apresentam reações dentro de uma amplitude contínua de variação, podendo exibir de nenhum até bons níveis de resistência (16). O progresso lento é o resultado dos efeitos combinados de fatores, como baixa frequência de infecção, período latente longo, pústulas pequenas, baixa produção de esporos por pústula e período infeccioso curto (9; 14; 19; 15; 24).

A investigação detalhada do comportamento de genótipos, em relação ao progresso da doença é fator essencial para direcionar programas de melhoramento visando resistência. Para a ferrugem da soja, no Brasil, tem-se pouca informação a respeito do comportamento de genótipos e de métodos de avaliação da doença, principalmente, em relação a qual é a melhor posição de copa para encontrar diferenças entre genótipos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar, em 8 genótipos de soja, o período de incubação, latente e verificar se ocorre diferença entre os genótipos na intensidade da ferrugem asiática em três posições de copa.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, localizada no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados sete cultivares de soja e uma PI, escolhidas entre os materiais avaliados, quanto à resistência à *P. pachyrhizi*, por Yorinori et al. (23), sendo esses, Uirapuru e BRS 134 com ciclo tardio, Pintado, BRS 154 e BRS 215 com ciclo médio, o cultivar FT-2 de ciclo precoce e o cultivar BRS 231 de ciclo semiprecoce, e uma PI459025 com gene de resistência *Rpp4*. Sementes da cultivar BRS 154 foram plantadas em vasos de plástico contendo 5Kg de mistura de terra, areia e esterco (2:1:2) deixando-se quatro plantas por vaso. As plantas foram mantidas em casa-de-vegetação e inoculadas com urediniosporos de *P. pachyrhizi* de isolado proveniente da EMBRAPA Soja Londrina-PR. Os urediniosporos produzidos constituíram fonte de inóculo para os trabalhos posteriores. Folhas com soros urediniais foram coletadas e lavadas com pincel, para retirar os urediniosporos. Em seguida, preparou-se suspensão de esporos em água destilada contendo tween

20 (0,1mL/l). Para a inoculação foram utilizados 10mL da suspensão (3×10^4 urediniosporos/mL) por vaso. A suspensão de urediniosporos foi pulverizada uma vez, sobre as plantas quando estas apresentavam dois pares de folhas trifoliadas completamente expandidas, até o ponto de escorrimento. Após a inoculação as plantas foram mantidas em casa-de-vegetação com umidade próxima a 100%, controlada por nebulizador, para favorecer a germinação e a penetração do patógeno (11).

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso com quatro plantas. Os parâmetros avaliados foram o período de incubação (período de tempo entre a inoculação e o aparecimento de lesões) e o período latente (período de tempo entre a inoculação e a produção de esporos). O período de incubação foi determinado com base no aparecimento dos sintomas, lesões do tipo RB ou TAN. Para determinar o início da esporulação (período latente) em cada cultivar as plantas foram avaliadas diariamente a partir do quinto dia após a inoculação. Com esse propósito, marcou-se um cm² no folíolo central de dois trifólios de cada planta. Nesses quadrados foram realizadas amostragens diárias utilizando-se fita adesiva. Após o contato da fita adesiva com a área marcada no folíolo, colocou-se a mesma sobre lâminas para microscopia contendo lactoglicerol + azul de tripan, na qual, foi observada a presença ou ausência de urediniosporos em microscópio de luz.

As avaliações da incidência e da severidade foram realizadas a cada cinco dias, num total de sete, iniciando-se também no sexto dia após a inoculação. Para quantificar a incidência foram utilizadas todas as folhas da planta, sendo considerado o número de folhas infectadas em relação ao total. Para quantificar a severidade a planta foi dividida em três partes (posições da copa), ou seja, terço inferior, médio e superior. Em cada uma das posições foram utilizadas duas folhas trifolioladas, sendo a avaliação realizada no folíolo central de cada folha marcada com linha colorida. Os dados de severidade foram obtidos por contagem do número de lesões/cm² fazendo-se duas amostragens por folíolo central. O número de lesões/cm² foi calculado pela média das amostragens. Os dados da incidência e da severidade foram integrados usando-se a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) de acordo com Campbell & Madden (5).

Para melhor visualizar o progresso da doença ao longo do tempo, plotaram-se as curvas de progresso da doença. Os tratamentos foram comparados utilizando-se a AACPI e AACPS da ferrugem da soja. No caso da severidade, a análise de variância foi realizada em esquema fatorial, sendo considerada a interação genótipo x posição de copa (terços inferior, médio e superior). As análises foram feitas no programa SISVAR (6). As variáveis significativas no teste F, da análise de variância foram comparadas por teste de médias de Scott-Knott ($P < 0,05$).

A temperatura e umidade relativas foram monitoradas por termohigrógrafo durante o período de avaliação da doença. A temperatura apresentou variação de 21,75°C a 26,95°C, com média de 24,35°C e a umidade relativa do ar variou entre 53,57% e 85,50%, com média de 69,53%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os cultivares foram observadas lesões do tipo TAN, apenas na PI 459025 foi observada lesão do tipo RB, o que está de acordo com o observado por Bonde et al. (1). Quanto ao período de incubação todos os genótipos avaliados apresentaram sintomas no sexto dia após a inoculação. Entretanto, o período latente foi variável

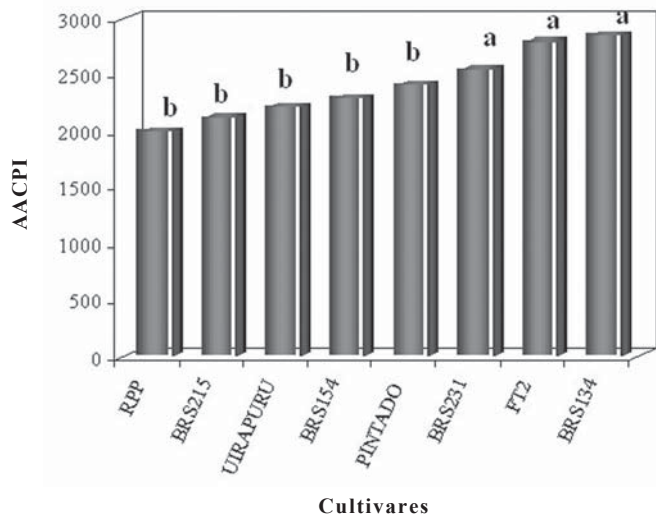


Figura 1. Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de ferrugem da soja em oito genótipos.

em função dos genótipos. Nos cultivares Uirapuru, Pintado e BRS 154 foi de seis dias, no cultivar BRS 134 de sete dias, no BRS 215 de oito dias, nos cultivares BRS 231 e FT-2 de nove dias e na PI 459025, com gene de resistência completa *Rpp4* foi de doze dias. Na literatura são citados períodos latentes entre 7 e 9 dias (7, 10; 13; 17; 19), no entanto no material com o gene *Rpp4*, o período latente foi superior ao relatado. Novos soros uredinais continuaram sendo formados durante quatro a cinco semanas depois da inoculação.

Houve diferença significativa entre os cultivares para AACPI. Os cultivares BRS 134, FT2 e BRS 231 apresentaram maior valor da AACPI, e foram significativamente diferentes dos demais cultivares. Entre os genótipos com menor valor de AACPI destacou-se a PI 459025 (*Rpp4*) (Figura 1).

Para AACPS ocorreu interação entre os genótipos e os terços avaliados. Não houve diferença significativa entre os cultivares, para a AACPS, no terço inferior e no superior. Entretanto diferença significativa foi observada no terço médio, no qual, o genótipo PI 459025 apresentou menor valor de AACPS (931,172), não diferindo estatisticamente dos cultivares BRS 134, BRS 231 e Uirapuru, e o cultivar BRS 215 apresentou maior valor de AACPS (1997,89), os demais cultivares não apresentaram diferença estatística com valores variando de 1465,62 a 1585,23 (Tabela 1). No entanto, observou-se

que o genótipo PI 459025 apresentou menor valor de AACPS em todos os terços avaliados.

Os cultivares BRS 134 e FT-2, classificados por Yorinori et al. (23) como resistentes, em função da presença de lesões RB, apresentaram lesões do tipo TAN nesse ensaio. Como se trata do mesmo isolado a explicação para o fato dos cultivares comportarem-se de maneira diferente, pode ser devido às diferenças entre as variáveis do ambiente.

A PI 459025 apresentou menor incidência em todas as avaliações e o cultivar FT-2 apresentou a maior, sendo que aos dezesseis DAI foi

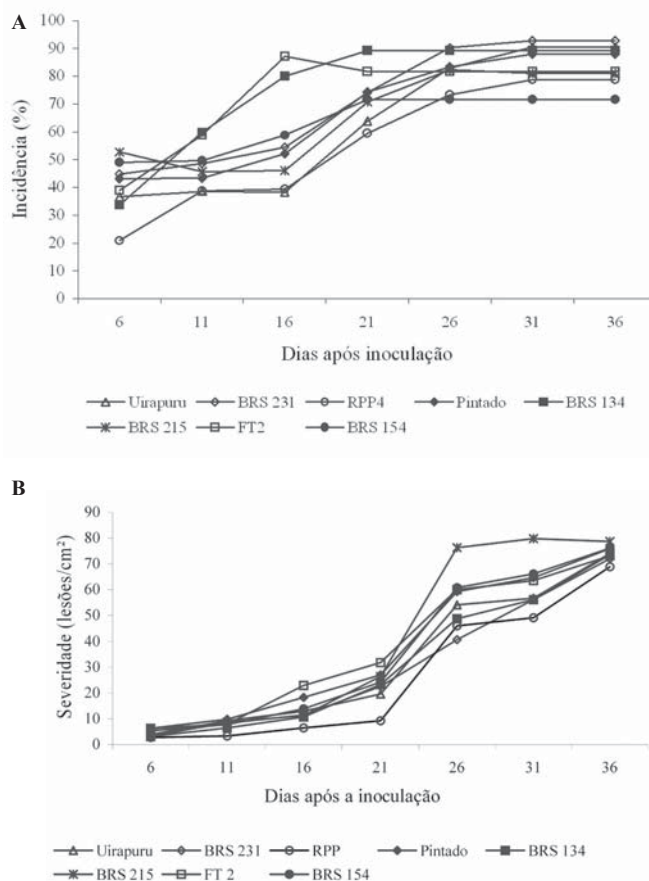


Figura 2. Curva de progresso da doença para incidência (A) e para severidade (B) da ferrugem asiática da soja em oito genótipos.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da ferrugem asiática da soja em três posições de copa.

Cultivar	Posição da copa		
	Inferior	Médio	Superior
PI 459025	1553,516 A* a	931,172 B c	136,094 C a
BRS 134	1576,172 A a	1085,312 B c	446,406 C a
BRS 154	1659,062 A a	1465,625 A b	566,562 B a
BRS 215	1703,000 A a	1997,894 A a	756,015 B a
BRS 231	1768,359 A a	1260,000 B c	350,469 C a
Pintado	1780,859 A a	1570,469 A b	476,797 B a
Uirapuru	1823,125 A a	1122,891 A c	363,750 B a
FT2	1875,625 A a	1585,234 A b	486,093 B a
Média	1717,464	1377,324	447,773

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

observada a incidência máxima nesse cultivar (Figura 2A), tendo esta, caído em seguida devido à queda de folhas infectadas.

Em todos os cultivares a maior severidade ocorreu no terço inferior com média de 1717,464 e a menor no superior com média de 447,77. Essa maior severidade pode ser explicada pelo fato de esta ter sido a região inoculada inicialmente, por estar recebendo constantemente esporos produzidos nos terços superiores, pelo próprio micro-clima formado nesta região da planta, e por estar mais próxima ao substrato, apresentando maior período de molhamento foliar. A avaliação no terço médio foi a que possibilitou diferenciar os cultivares e apresentou um valor médio de AACPS 1377,324. Portanto a avaliação nesta parte da planta foi a mais eficiente para discriminar diferenças de resistência em termos de severidade e incidência, entre os materiais, pois a alta pressão de inóculo, ocasionada pela inoculação no terço inferior e a baixa severidade no terço superior, fez com que os materiais não apresentassem diferenças em relação as variáveis estudadas.

Para severidade da doença houve aumento no número de lesões da primeira para a segunda avaliação em todos os cultivares com exceção da PI 459025 que só apresentou aumento no número de lesões dezesseis dias após a inoculação. Esse fato ocorreu devido a PI ter iniciado a esporulação aos doze dias após a inoculação, evidenciando que além da resistência qualitativa (1) essa PI pode ter também resistência quantitativa. Aos 21 dias após a inoculação todos os cultivares apresentaram aumento na porcentagem de lesões e, aos 26 dias após a inoculação foi observado o maior número de lesões/cm² de área foliar. Na avaliação seguinte houve estabilidade e na última avaliação houve um novo aumento na porcentagem de lesões (Figura 2B).

Os resultados aqui apresentados poderão contribuir para o melhor entendimento da complexa interação entre *P. pachyrhizi* e soja e auxiliar em programas de melhoramento genético da soja para a ferrugem asiática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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
2. Bromfield, K. R.; Hartwig, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, Madison, v.20, n.2, p.254-255, 1980.
3. Bromfield, K.R. Soybean Rust. **Monograph**, n.11. The American Phytopathological Society, St. Paul, 1984. 65p.
4. Camargo, L. E. A. Análise genética da resistência e da patogenicidade. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. p.470-491.
5. Campbell, C.L.; Madden, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**, New York: J. Wiley, 1990. 523p.
6. Ferreira, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Programa e Resumos**...São Carlos: UFScar, 2000. p.235.
7. Goodoy, C.V. ; Canteri, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora*

- ra pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.97-101, 2004.
8. Hartwig, E.E. Identification of a fourth major genes conferring to rust in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.26, n.6, p.1135-1136, 1986.
9. Heagle, A.S.; Moore, M.B. Some effects of moderate adult resistance to crown rust of oats. **Phytopathology**, St. Paul, v.60, n.3, p.461-466, 1970.
10. Marchetti, M.A.; Uecker, F.A.; Bromfield, K.R. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v.65, n.7, p.822-823, 1975.
11. Marchetti, M.A.; J.S. Melching, And Bromfield, K.R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.4, p.461-463, 1976.
12. Mclean, R.J.; Byth, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.31, n.5, p.951-956, 1980.
13. Melching, J.S.; Bromfield, K.R.; Kingsolver, C.H. Infection, colonization and uredospores production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology**, St. Paul, v.69, n.12, p.1262-1265, 1979.
14. Ohm, J. W. & Shaner, G. E. Three components of slow leaf-rusting at different growth stages in wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.11, p.1356-1360, 1976.
15. Parlavali, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.203-22, 1979.
16. Parlavali, J.E. Identification and evaluation of quantitative resistance. In: Leonard, K.J.; Fry, W.E. (Ed.). **Plant disease epidemiology**. Dordrecht: Kluwer, 1989. p. 215-248.
17. Pua, A.R.; Ilag, L.L. Ingress and pathogenic development of *Phakopsora pachyrhizi* Syd. in soybean. **Philippine Agriculturist**, Laguna, v.63, n.1, p.9-14, 1980.
18. Sinclair, J.B.; Hartman, G. L. Soybean diseases. In: Hartman, G.L.; Sinclair, J.B.; Rupe, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4ed. St. Paul. American Phytopathological Society, 1999. p.3-4.
19. Szejnberg, A.; Wahl, I. Mechanisms and stability of slow stem rusting resistance in *Avena sterilis*. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.1, p.74-80, 1976.
20. 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**, Tóquio, v.68, n.1, p. 52-56, 2002.
21. Yeh, C. C.; Tschanz, A. T.; Sinclair, J. B. Induced teliospore formation by *Phakopsora pachyrhizi* on soybeans and other hosts. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.10, p.1111-1112, 1981.
22. Yorinori, J.T.; Paiva, W.M.; Frederick, R.D.; Fernandez, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: Congresso Brasileiro de Soja, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu, Embrapa, 2002a. p.94.
23. Yorinori, J.T.; Yorinori, M.A.; Godoy, C.V. Seleção de cultivares de soja resistentes à ferrugem "asiática" (*Phakopsora pachyrhizi*). In: XXX Reunião Sul de Soja da Região Sul, 30., 2002, Cruz Alta. **Anais**. Cruz Alta, Embrapa, 2002b. p.94.
24. Whal, I.; Wilcoxson, R.D.; Rowell, J.B. Slow rusting of wheat with stem rust detected in the glasshouse. **Plant Disease**, St. Paul, v.64, n.1, p.54-56, 1980.