

Efeitos Protetor, Curativo e Erradicante de Fungicidas no Controle da Ferrugem da Soja Causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em Casa de Vegetação

Cláudia V. Godoy¹ & Marcelo G. Canteri²

¹Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR, fax: (43) 3371-6100, e-mail: godoy@cnpso.embrapa.br;

²Universidade Estadual de Londrina, CEP 86051-990, Londrina, PR, fax: (43) 3371-4697, e-mail: canteri@uel.br

(Aceito para publicação em 04/11/2003)

Autor para correspondência: Cláudia V. Godoy

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 29:097-101. 2004.

RESUMO

Os efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas sistêmicos (azoxystrobin 50 g i.a./ha + nimbus 0,5%, carbendazin 250 g i.a./ha, tebuconazole 100 g i.a./ha, difenoconazole 50 g i.a./ha e epoxiconazole 25 g i.a./ha + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha) foram avaliados em plantas de soja (*Glycine max*) inoculadas com suspensão de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. Para avaliar o efeito protetor, as plantas foram tratadas com os fungicidas e inoculadas quatro, oito e 14 dias após o tratamento. Os efeitos curativo e erradicante foram avaliados em plantas previamente inoculadas com uma suspensão de uredósporos e tratadas com os fungicidas após dois, quatro e oito dias. A severidade foi quantificada 16 dias após as inoculações. Com exceção do fungicida carbendazin, os demais apresentaram efeito protetor com controle acima de 90%,

até oito dias após o tratamento. Plantas inoculadas 14 dias após o tratamento com carbendazin apresentaram severidade estatisticamente semelhante à testemunha sem controle, enquanto as plantas tratadas com os fungicidas dos grupos dos inibidores da biossíntese de ergosterol e com as estrobilurinas apresentaram controle acima de 60%. Nenhum produto mostrou efeito erradicante, quando aplicado durante o período de incubação da doença, no entanto, todos os fungicidas reduziram a severidade da doença e a viabilidade dos uredósporos. Com exceção do carbendazin, todos os fungicidas inibiram acima de 60% a germinação de uredósporos, quando aplicados até oito dias após a inoculação, no período de incubação da doença.

Palavras-chave adicionais: controle químico, ferrugem asiática, *Glycine max*.

ABSTRACT

Protective, curative and eradivative effects of fungicides to control soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi*, in greenhouse

Protective, curative and eradivative effects of systemic fungicides (azoxystrobin 50 g a.i./ha + nimbus 0,5%, carbendazin 250 g a.i./ha, tebuconazole 100 g a.i./ha, difenoconazole 50 g a.i./ha e epoxiconazole 25 g a.i./ha + pyraclostrobin 66,5 g a.i./ha) were evaluated in soybean (*Glycine max*) plants inoculated with a urediniosporal suspension of *Phakopsora pachyrhizi*, in greenhouse. To evaluate the protective effect plants were treated with fungicides and inoculated four, eight and 14 days after the treatment. To evaluate the curative and eradivative effects, the plants were inoculated with a urediniosporal suspension of *P. pachyrhizi* and treated with fungicides after two, four and eight days. Disease severity was

assessed 16 days after each inoculation. With the exception of the fungicide carbendazin, all of the fungicides inhibited over 90% of urediniosporal germination until eight days after the treatment. Plants inoculated 16 days after the treatment with carbendazin presented severity statistically similar to unsprayed plants, while plants treated with fungicides of ergosterol biosynthesis inhibitors and strobilurin groups showed over 60% germination control. None of the tested fungicides provided an eradivative effect when applied before symptoms developed. However, all treatments reduced disease severity and urediniosporal viability. With the exception of carbendazin, all fungicides inhibited over 60% of urediniosporal germination until eight days after inoculation, in the incubation period of the disease.

A ferrugem da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow foi relatada pela primeira vez no Brasil no final da safra de 2000/01 (Yorinori *et al.*, 2002a), representando uma grande ameaça para os países do continente americano. Duas espécies do gênero *Phakopsora* incidem na cultura da soja (Ono *et al.*, 1992): *P. meibomiae* Arthur (Arthur) e *P. pachyrhizi*. *Phakopsora meibomiae* foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1979, em Minas Gerais, por Deslandes (1979), sendo inicialmente classificada em função do hospedeiro como *P. pachyrhizi*.

Carvalho & Figueredo (2000) constataram que até essa data a única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada espécie menos agressiva e de ocorrência endêmica, em regiões com temperaturas mais amenas. *Phakopsora pachyrhizi* ocorre no Hemisfério Leste, desde 1902, sendo considerada altamente agressiva, causando danos de 10 a 40% na Tailândia, 10-90% na Índia, 10-50% no sul da China, 23-90% em Taiwan e 40% no Japão (Sinclair & Hartman, 1999). Plantas severamente infetadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento

de vagens e o peso final dos grãos (Yang *et al.* 1991).

Existem relatos de genes dominantes para resistência, denominados Rpp1 a Rpp4, identificados em introduções de plantas e cultivares. No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno (Hartman *et al.*, 1994). Estudos realizados pela Embrapa Soja identificaram 11 cultivares com resistência a ferrugem. No entanto, a maioria das cultivares comerciais atualmente utilizadas foi classificada como suscetível (Yorinori *et al.*, 2002b). A disponibilidade limitada de cultivares resistentes faz com que o manejo da cultura, por meio de épocas de semeadura e aplicação de defensivos, seja uma alternativa, devendo ser feito de forma racional para não inviabilizar a cultura e agredir o meio ambiente de forma indiscriminada. Os trabalhos disponíveis sobre controle químico da ferrugem, na literatura, são limitados e ausentes nas nossas condições devido à recente introdução da doença. Estudos mostram que, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de dez dias (Sinclair & Hartman, 1996). Na África, onde a doença apareceu em 1990, são utilizados os fungicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da biossíntese de ergosterol (triazóis) (Caldwell *et al.*, 2002).

No Brasil, a utilização de fungicidas para o controle de oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) e do complexo de doenças de final de ciclo (*Cercospora kikuchii* Matsu. & Tomoyasu e *Septoria glycines* Hemmi) é prática recomendada onde às doenças ocorrem, sendo a maioria dos fungicidas registrados para a cultura da soja pertencem aos grupos dos triazóis, estrobilurinas e benzimidazóis.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas registrados para a cultura da soja no controle da ferrugem causada por *P. pachyrhizi*, em casa de vegetação. O efeito protetor ou residual refere-se à proteção da planta conferida pela aplicação do produto antes da deposição do patógeno. O efeito curativo é aquele onde ocorre atenuação dos sintomas ou reparação dos danos provocados pelo patógeno, sendo uma ação dirigida contra o patógeno, após o estabelecimento de seu contato efetivo com o hospedeiro. O efeito erradicante é a atuação direta sobre o patógeno, na sua fonte de inóculo (Kimati, 1995).

Sementes da cultivar MG/BR 46 (Conquista) foram semeadas em vasos de plástico com 4 kg de mistura de terra argilosa, areia e esterco (2:1:2), deixando-se quatro plantas por vaso. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, durante toda condução do ensaio.

O fungo *P. pachyrhizi* foi mantido em plantas da cultivar MG/BR 46 (Conquista) e os uredósporos foram coletados lavando-se folhas infetadas com ajuda de pincel e suspensos em água destilada contendo tween 20 (0,1 ml/l) no momento do preparo da suspensão, para as inoculações.

Para avaliar o efeito protetor ou residual, os fungicidas foram previamente aplicados às plantas no estágio V4 (Fehr & Caviness, 1977), utilizando um pulverizador manual, com volume aproximado de 10 ml por vaso. Os tratamentos utilizados foram: 1 - testemunha sem aplicação; 2 - azoxystrobin 50 g i.a./ha + nimbus 0,5% v/v; 3 - carbendazin 250 g i.a./ha; 4 -

tebuconazole 100 g i.a./ha; 5 - difenoconazole 50 g i.a./ha e 6 - epoxiconazole 25 g i.a./ha + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha. A suspensão (3×10^4 uredósporos por ml) foi pulverizada sobre a terceira e quarta folha das plantas aos quatro, oito e 14 dias após o tratamento com fungicidas. As avaliações foram realizadas 16 dias após cada inoculação e a porcentagem de controle para cada tratamento foi calculada em relação à testemunha não tratada.

Para avaliação dos efeitos curativo e erradicante, as plantas foram previamente inoculadas com a suspensão (3×10^4 uredósporos por ml) no estágio V4, inoculando todas as folhas, e posteriormente tratadas com os fungicidas após dois, quatro e oito dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, com três repetições, cada unidade experimental sendo constituída por um vaso com quatro plantas. Os tratamentos com fungicidas foram realizados pela manhã e as inoculações ao final da tarde. Após às 18:00 h, o sistema de nebulização da casa de vegetação foi acionado, em intervalos de 3 h, durante 10 min, até às 6:00 h do dia seguinte, visando garantir a presença de água livre na folha, favorecendo o processo de infecção. A temperatura da casa de vegetação durante toda condução do ensaio oscilou entre 19-28 °C.

As avaliações foram realizadas 16 dias após cada inoculação, determinando-se o número de lesões por cm² e o tamanho médio das lesões com auxílio de uma escala (Bassanezi, 1995). A severidade foi avaliada no terceiro e quarto trifólios principais de cada planta.

A viabilidade dos uredósporos de *P. pachyrhizi* foi avaliada no ensaio para controle curativo. Uredósporos coletados lavando-se aproximadamente dez folhas infetadas de cada tratamento, com ajuda de pincel, e suspensos em água destilada contendo tween 20 (0,1 ml/l) foram ajustados por meio de diluição para concentração de 10^4 esporos por ml e transferidos para placas de Petri (0,1 ml por placa) contendo meio ágar-água. As placas foram incubadas a 24 °C, no escuro por 24 h. Após a incubação, foi avaliada a porcentagem de germinação com auxílio de microscópio óptico. Uredósporos foram considerados germinados quando o comprimento do tubo germinativo ultrapassou o diâmetro do esporo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, com três repetições, sendo cada repetição constituída de uma placa de Petri.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância, para comparação de médias, utilizando o programa STATISTICA (StatSoft, Inc). Os valores de severidade e germinação em porcentagem foram transformados para análise utilizando $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Os primeiros sintomas de *P. pachyrhizi* foram observados nove a 11 dias após as inoculações, sendo próximo ao período de incubação relatado por Melching *et al.* (1989). A severidade das plantas sem aplicação de fungicida, no ensaio para avaliação do efeito protetor foi 10,2%, na média dos três períodos de inoculação (Tabela 1). Todos os fungicidas apresentaram efeito protetor, aos quatro dias após o tratamento, mas as plantas tratadas com triazóis (tebuconazole e

difenoconazole) e com a mistura de triazol e estrobilurina (epoxiconazole + pyraclostrobin) não manifestaram sintomas. Aos oito dias após a aplicação de fungicidas, foram observados sintomas nas plantas de todos tratamentos. No entanto, os tratamentos com triazóis, estrobilurina e mistura dos dois princípios ativos apresentaram controle superior a 90%, em relação à testemunha. O fungicida que mostrou menor residual foi o carbendazin, apresentando 75, 25 e 21% de controle, em relação à testemunha, aos quatro, oito e 14 dias após o tratamento com fungicida, respectivamente. Plantas inoculadas oito dias após o tratamento com carbendazin apresentaram severidade estatisticamente semelhante à testemunha sem tratamento. As plantas inoculadas 14 dias após os tratamentos com tebuconazole e epoxiconazole + pyraclostrobin apresentaram 88 e 90% de controle, respectivamente e os tratamentos com azoxystrobin e difenoconazole apresentaram 69 e 61% de controle, respectivamente. Na média dos três períodos de inoculação, os tratamentos que proporcionaram a menor severidade foram epoxiconazole + pyraclostrobin, tebuconazole, azoxystrobin e difenoconazole, não diferindo entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Sintomas de fitotoxicidade do tipo engrossamento e escurecimento das folhas foram observados para os tratamentos com triazóis e mistura de triazol + estrobilurina, no entanto, as plantas tratadas com difenoconazole recuperaram seu desenvolvimento, dez dias após o tratamento. O tratamento com tebuconazole resultou em plantas menores com folhas mais escuras até o final do ensaio. Esses sintomas são relatados para triazóis em outras culturas (Dickens, 1990). As plantas tratadas com epoxiconazole + pyraclostrobin apresentaram redução de crescimento, folhas encarquilhadas e encurtamento de entrenós dificultando a avaliação dos resultados. Esses sintomas severos de fitotoxicidade podem ter sido causados pelo alto volume de calda aplicada em plantas novas (estádio V4) e pelo ambiente da casa de vegetação. No campo, essa condição não deve se repetir, pois esse produto é registrado para a cultura na dose testada e não são observados esses sintomas pelos agricultores.

Todos os fungicidas reduziram a infecção quando aplicados na ausência de sintomas, durante o período de

incubação (Tabela 2). No entanto, nenhum impediu o desenvolvimento da doença, atuando de forma erradicante, quando aplicados dois dias após a inoculação. Não foi observada interação fatorial significativa nesse ensaio. A aplicação de azoxystrobin e da mistura epoxiconazole + pyraclostrobin inibiram 93% do desenvolvimento dos sintomas quando aplicados dois dias após a inoculação. Aos quatro dias após a inoculação, azoxystrobin e epoxiconazole + pyraclostrobin inibiram 93 e 85% do desenvolvimento dos sintomas, respectivamente. Aos oito dias após a inoculação, a eficiência dos fungicidas variou entre 56% (azoxystrobin) e 10% (difenoconazole). Na média, todos fungicidas foram eficientes na redução dos sintomas, quando aplicados no período de incubação da doença, sendo estatisticamente diferentes da testemunha não tratada com fungicida pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O efeito curativo dos fungicidas foi reduzido à medida que se atrasou a aplicação do fungicida, sendo a severidade média das plantas aos oito dias após a inoculação (5,8%) estatisticamente superior a severidade média observada nas plantas aos dois e quatro dias após a inoculação (1,8 e 2,4%, respectivamente).

Embora nenhum tratamento tenha tido efeito erradicante quando aplicado até dois dias após a inoculação, a diminuição da viabilidade dos uredósporos, comprovada pelo teste de germinação em ágar-água (Tabela 3) mostrou o efeito curativo dos fungicidas. A porcentagem média de germinação dos uredósporos das plantas sem tratamento foi de 55,1%. Não foi observada interação fatorial significativa nesse ensaio. Na média, todos tratamentos com fungicidas foram eficientes na redução da germinação dos uredósporos, sendo a germinação estatisticamente inferior à testemunha sem tratamento pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Com exceção do carbendazin, todos os fungicidas inibiram acima de 60% a germinação de uredósporos, quando aplicados até oito dias após a inoculação, no período de incubação da doença.

O padrão de esporulação de *P. pachyrhizi* caracteriza-se por apresentar curva de produção diária de esporos com vários picos de máxima esporulação distribuídos durante todo período infeccioso (Melching *et al.*, 1979). A redução nos sintomas, associada à menor viabilidade dos uredósporos após

TABELA 1 - Efeito protetor e residual. Severidade \pm desvio padrão e controle (%) das plantas de soja (*Glycine max*) tratadas com fungicidas e inoculadas com suspensão de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* aos quatro, oito e 14 dias após os tratamentos (DAT)

TRATAMENTO	4 DAT		8 DAT		14 DAT		Severidade média (%)
	Severidade (%)	Controle	Severidade (%)	Controle	Severidade (%)	Controle	
1. Testemunha sem aplicação	9,1 \pm 2,5 a A	0	10,3 \pm 2,1 a A	0	11,3 \pm 4,2 a A	0	10,2 a
2. Azoxystrobin 50 g i.a./ha	0,6 \pm 0,6 bc A	93	0,8 \pm 0,7 b A	92	3,5 \pm 1,3 cdA	69	1,6 c
3. Carbendazin 250 g i.a./ha	2,3 \pm 0,3 b B	75	7,7 \pm 1,4 aA	25	8,9 \pm 0,6 abA	21	6,3 b
4. Tebuconazole 100 g i.a./ha	0,0 c B	100	0,1 \pm 0,2 b B	99	1,3 \pm 0,3 cdA	88	0,5 c
5. Difenoconazole 50 g i.a./ha	0,0 c B	100	0,8 \pm 1 b B	92	4,4 \pm 1 bc A	61	1,7 c
6. Epoxiconazole 25 + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha	0,0 c B	100	0,1 \pm 0,1 b B	99	1,1 \pm 0,6 d A	90	0,4 c
Severidade média (%)	2,0 C		3,3 B		5,1 A		

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 2 - Efeito curativo dos tratamentos. Severidade \pm desvio padrão e controle (%) das plantas de soja (*Glycine max*) tratadas com fungicidas dois, quatro e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*

TRATAMENTO	2 DAI		4 DAI		8 DAI		Severidade média (%)
	Severidade (%)	Controle	Severidade (%)	Controle	Severidade (%)	Controle	
1. Testemunha sem aplicação	5,7 \pm 1,5	0	6,7 \pm 1,7	0	7,7 \pm 2,2	0	6,7 a
2. Azoxystrobin 50 g i.a./ha	0,4 \pm 0,7	93	0,5 \pm 0,5	93	3,4 \pm 1,7	56	1,4 c
3. Carbenfendazin 250 g i.a./ha	1,4 \pm 0,5	75	1,5 \pm 1,3	78	5,8 \pm 0,4	25	2,9 bc
4. Tebuconazole 100 g i.a./ha	1,9 \pm 0,4	67	2,4 \pm 0,8	64	5,2 \pm 1,2	32	3,2 b
5. Difenoconazole 50 g i.a./ha	0,9 \pm 0,5	84	2,1 \pm 0,7	69	6,9 \pm 1,2	10	3,3 b
6. Epoxiconazole 25 + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha	0,4 \pm 0,1	93	1,0 \pm 0,5	85	5,9 \pm 1,6	23	2,4 bc
Severidade média (%)	1,8 B		2,4 B		5,8 A		

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 3 - Porcentagem de germinação e germinação relativa de uredósporos coletados nas plantas de soja (*Glycine max*) tratadas com fungicidas dois, quatro e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de uredósporos *Phakopsora pachyrhizi*

TRATAMENTO	2 DAI		4 DAI		8 DAI		Germinação média (%)
	Germinação (%)	Germinação relativa (%)	Germinação (%)	Germinação relativa (%)	Germinação (%)	Germinação relativa (%)	
1. Testemunha sem aplicação	49,4 \pm 6,2	100	60,3 \pm 8,3	100	55,5 \pm 5,2	100	55,1 a
2. Azoxystrobin 50 g i.a./ha	7,8 \pm 4,2	16	11,2 \pm 6,3	19	8,7 \pm 1,2	16	9,2 b
3. Carbenfendazin 250 g i.a./ha	8,1 \pm 5,8	16	12,7 \pm 5,6	21	36,6 \pm 0,5	66	19,1 b
4. Tebuconazole 100 g i.a./ha	5,5 \pm 3,2	11	5,6 \pm 4,7	9	11,2 \pm 0,8	20	7,4 b
5. Difenoconazole 50 g i.a./ha	5,2 \pm 7,4	11	8,0 \pm 1,3	13	20,8 \pm 5,9	37	11,3 b
6. Epoxiconazole 25 + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha	3,8 \pm 1,6	8	13,7 \pm 8,9	23	13,2 \pm 4,9	24	10,2 b
Germinação média (%)	13,3 B		18,6 AB		24,3 A		

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

a aplicação de fungicidas, pode retardar o progresso da doença no campo para patógenos que apresentam esse padrão de esporulação.

O fungicida carbenfendazin, pertencente ao grupo dos benzimidazóis, apresentou a menor eficiência de controle, tanto na aplicação preventiva como na curativa. Os resultados disponíveis na literatura a respeito desse grupo de fungicidas para controle da ferrugem da soja são contraditórios, sendo eficientes em alguns trabalhos e ineficientes em outros (Sinclair & Hartman, 1996).

Os resultados mostraram que os fungicidas testados, já registrados para a cultura da soja, pertencentes aos grupos estrobilurinas e triazóis, sozinhos e em misturas, são eficientes no controle de *P. pachyrhizi*. A presença de mais de um grupo com eficiência comprovada é importante no que diz respeito ao manejo de resistência de fungos a fungicidas. Fungicidas com modo de ação específico possuem um maior risco de seleção de populações resistentes do patógeno, devendo-se, dessa forma, alternar produtos com diferentes modos de ação ou utilizar misturas prontas dos dois grupos (Kimati, 1995).

Em condições de campo, como as re-inoculações naturais sucedem-se durante todo período infeccioso, devem-se realizar estudos sobre número e épocas de aplicação dos fungicidas para evitar danos com a ferrugem da soja. Estudos sobre a eficiência de diferentes fungicidas no controle curativo,

após a observação da doença no campo, devem ser realizados, para verificar a real necessidade de aplicações preventivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSANEZI, R.B. Interações entre o mosaico-em-desenho do feijoeiro e duas doenças fúngicas, ferrugem e mancha angular, em plantas de feijoeiro. (Dissertação de mestrado). Piracicaba. Universidade de São Paulo. 1995.
- CALDWELL, P., LAING, M. & JULIAN, W. Soybean rust – an important new disease on soybeans. http://www.saspp.org/archived_articles/Pat_CaldwellJan2002.php.
- DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. Fitopatologia Brasileira 4:337-339. 1979.
- CARVALHO JUNIOR, A.A. & FIGUEREDO, M.B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. Summa Phytopathologica 26: 197-200. 2000.
- DICKENS, J.S.W. Studies on the chemical control of chrysanthemum white rust caused by *Puccinia horiana*. Plant Pathology 39:434-442. 1990.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Iowa State University. Special report 80, March, 1977.
- 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. 1994. 581p. pp.180-186.
- KIMATI, H. Controle químico. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorim, L. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. vol.1. 3 ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 1995. pp.761-785.
- 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. *Phytopathology* 69:1262-1265. 1979.
- MELCHING, J.S., DOWLER, W.M., KOOGLE, D.L. & ROYER, M.H. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. *Plant Disease* 73:117-122. 1989.
- ONO, Y., BURITICA, P. & HENNEN, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. *Mycological Research* 96:825-850. 1992.
- SINCLAIR, J.B. & HARTMAN, G.L. Soybean Rust Workshop. Urbana, Illinois. Proceedings. 1996.
- SINCLAIR, J.B. & HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: Hartman, G.L., Sinclair, J.B. & Rupe, J.C. (Eds.). Compendium of soybean diseases. 4. ed. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society. 1999. pp.25-26
- 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* 81:1420-1426. 1991.
- 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. Resumos, II Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, PR., 2002a. p.94.
- YORINORI, J.T., KIIHL, R.A.S., ARIAS, C.A.A., ALMEIDA, L.A., YORINORI, M.A. & GODOY, C.V. Reações de cultivares de soja a ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*). Resumos, XXIV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. São Pedro, SP., 2002b. p.149.