

Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle



Embrapa

Soja



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Roberto Rodrigues

Ministro

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

José Amauri Dimarzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Luiz Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Mauro Motta Durante

Secretário Geral

DIRETORIA-EXECUTIVA DA EMBRAPA

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Diretores

EMBRAPA SOJA

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni

Chefe Geral

João Flávio Veloso Silva

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Norman Neumaier

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Heveraldo Camargo Mello

Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:

Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja

Caixa Postal 231 - CEP 86 001-970

Telefone (43) 3371 6000 Fax (43) 3371 6100 Londrina, PR

e-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1516-781X
Dezembro, 2004*

Documentos247

Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle

José Tadashi Yorinori
José Nunes Junior
Joelsio José Lazzarotto

Londrina, PR
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6000

Fax: 3371-6100

Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>

e-mail (sac): sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *João Flávio Veloso Silva*
Secretária executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros: *Clara Beatriz Hoffmann-Campo*
George Gardner Brown
Waldir Pereira Dias
Ivan Carlos Corso
Décio Luís Gazzoni
Manoel Carlos Bassoi
Geraldo Estevam de Souza Carneiro
Léo Pires Ferreira
Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*
Capa: *Danilo Estevão*

1ª Edição

1ª impressão 12/2004 - tiragem: 10.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Yorinori, José Tadashi

Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle / José Tadashi Yorinori, José Nunes Junior, Joelsio José Lazzarotto. – Londrina: Embrapa Soja, 2004.

36p. ; 21cm. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.247)

1.Soja-Ferrugem. 2.Doença de planta. 3.Fungo. 4.Doença fúngica. 5.Fitopatologia. I.Nunes Junior, José. II.Lazzarotto, Joelsio José. III.Título. IV.Série.

CDD 633.3494320981

Autores

José Tadashi Yorinori

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Fitopatologia

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

CEP 86001 970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6251 - Fax 3371-6100

e-mail: tadashi@cnpso.embrapa.br

José Nunes Junior

Engenheiro Agrônomo, M.Sc.

Fitopatologia

Centro Tecnológico de Pesquisa Agropecuária Ltda.

BR 153 - Km 04 - Saída para Anápolis

Caixa Postal 533

CEP 74001-970 - Goiânia, GO

Fone: (62) 202-6058

e-mail: nunes@ctpa.com.br

Joelsio José Lazzarotto

Médico Veterinário, M.Sc.

Administração Rural

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6253

e-mail: joelsio@cnpso.embrapa.br

Apresentação

A ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* foi relatada no Brasil ao final da safra 2001 e, já nas safras seguintes, ocasionou severas perdas na produtividade. Essa doença é considerada como uma das mais importantes para a cultura da soja. A novidade representada pela introdução deste novo patógeno no sistema produtivo e a inexistência de cultivares resistentes exigem que o problema seja abordado nas diversas frentes possíveis, de modo a se evitar os prejuízos.

Esta publicação busca relatar os avanços já obtidos pela pesquisa sobre a biologia e o controle da ferrugem da soja, buscando sempre manter a competitividade e a sustentabilidade do agronegócio da soja brasileira.

João Flávio Veloso da Silva

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Introdução	9
Ferrugem “americana”	11
Ferrugem “asiática”	13
Safra 2000/01	13
Safra 2001/02	14
Safra 2002/03	15
Safra 2003/04	16
Plantas hospedeiras da ferrugem “asiática”	17
Sintoma	18
Modo de disseminação	19
Efeitos da ferrugem	19
Condições predisponentes	20
Variabilidade patogênica	21
Estratégias de controle	21
Manejo da cultura	24
Resistência varietal	24
Controle químico	26
Pesquisas e assistência técnica desenvolvidas e em andamento	27
Perspectiva futura	29
Agradecimentos	30
Referências	31

Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle

José Tadashi Yorinori; J. Nunes Junior; Joelsio J. Lazzarotto

Introdução

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é atacada por duas espécies do fungo pertencente ao gênero *Phakopsora*, as quais, causam a doença denominada ferrugem: *P. meibomiae* (Arth.) Arth. (fase anamorfica: *Malupa vignae*) e *P. pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (fase anamorfica: *Malupa sojae*). A diferenciação das duas espécies é possível através da análise do DNA e através da morfologia dos teliosporos e das télias (Ono et al., 1992).

Phakopsora meibomiae, causador da ferrugem “americana”, ocorre naturalmente no Continente Americano. O fungo possui uma ampla gama de hospedeiros podendo infectar naturalmente 42 espécies em 19 gêneros de leguminosas e mais 18 espécies em 12 gêneros, quando inoculadas artificialmente (Hennen, 1996). Ocorre desde Porto Rico, no Caribe (Vakili & Bromfield, 1976) até o sul do Estado do Paraná (Ponta Grossa) (Deslandes, 1979; Yorinori, 1989; Yorinori & Deslandes, 1985). A ferrugem “americana” (*P. meibomiae*), raramente causa perdas, ocorre em condições de temperaturas amenas (média abaixo de 25° C) e umidade relativa elevada, estando localizada nas regiões dos Cerrados com altitudes superiores a 800m e na Região Sul. A única epidemia foi registrada na safra 1987/88 em São Gotardo, MG (Yorinori, 1989).

Phakopsora pachyrhizi, nativo do Oriente (China) e causador da temida ferrugem “asiática” (denominação dada para diferenciar da ferrugem “americana”), presente na maioria dos países que cultiva a soja na Ásia e Austrália, foi detectada pela primeira vez fora desses países no Hawaii,

em 5 de maio de 1994 (Bonde & Peterson, 1996; Killgore, 1996). A primeira constatação no Continente Africano foi feita em Uganda, em 1996, em uma área experimental de soja, causando severos danos (Kawuki et al, 2003). Em 1998 foi detectado no Zimbábue e Zâmbia (Levy, 2004) e, em 2001, na África do Sul (Caldwell and McLaren, 2004; Pretorius et. al., 2001), causando severos danos. A primeira constatação da ferrugem “asiática” no Continente Americano foi feita no Paraguai, em 5 de março de 2001 (Morel Paiva, 2001) e no Oeste e Norte do Paraná (Londrina), de 26 a 28 de maio de 2001 (Yorinori, 2002), em soja guaxa e lavouras “safrinha”.

A importância da ferrugem “asiática” pode ser avaliada pela sua rápida expansão e pelo montante de perdas que tem causado (Yorinori et al., 2003; Yorinori, 2004), atingindo redução de rendimento que tem inviabilizado a colheita em diversas lavouras dos Cerrados. Em 2001 a estimativa da área afetada no Brasil e no Paraguai foi de 10.000 ha. Na safra 2001/02, a doença havia se expandido para quase toda região produtora de soja do Paraguai e em cerca de 60% do Brasil. No Brasil, as perdas estimadas nessa safra foram de 569,2 mil toneladas (US\$125,5 milhões; US\$220,50/t) (Yorinori et al, 2002). Na safra 2002/03 a ferrugem atingiu mais de 90% da área de produção do Brasil, causando perdas estimadas em mais de 3,3 milhões de toneladas ou o equivalente a US\$737,4 milhões (US\$223,50/t) (Yorinori et al. 2003). Na safra 2003/04, as perdas estimadas atingiram 4,6 milhões de toneladas ou o equivalente a mais de US\$1,2 bilhão (a US\$260,80/t) (Yorinori, 2004). Portanto, o total de perdas de grãos atribuídas à ferrugem, no Brasil, no período de 2001/02 a 2003/04 atingiram mais de 8,5 milhões de toneladas ou o equivalente a US\$2,06 bilhões. Na safra 2003/04, a única região do Brasil onde a doença não foi registrada foi o estado de Roraima, que fica no Hemisfério Norte.

Além do Brasil e do Paraguai, a ferrugem foi detectada em parcelas experimentais na Argentina, no final da safra 2001/02, na localidade de Misiones (Rossi, 2003). No final da safra 2003/04 (abril), atingiu lavouras semeadas tardiamente nas principais áreas de produção do País (comunicação pessoal, 2004). Na Bolívia, a doença foi detectada

pela primeira vez em 2003 no plantio de inverno (julho), causando severas perdas em algumas lavouras não tratadas com fungicidas (Navarro et. al., 2004).

Atualmente, pode-se dizer que a ferrugem "asiática" encontra-se disseminada por todo o Hemisfério Sul do Continente Americano.

No Hemisfério Norte, notícia divulgada na Internet (USDA) refere-se à presença da ferrugem "asiática" na Colômbia, em 2004. Em 10 de novembro de 2004 foi feita a primeira notificação da ocorrência da "asiática" nos Estados Unidos, encontrada em parcelas experimentais da Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana (Rogers & Redding, 2004).

Ferrugem "americana"

A ferrugem da soja encontrada na América Latina foi identificada no Brasil, em Lavras (MG), em 1979 (Deslandes, 1979). É ainda vista esporadicamente em cultivos comerciais de soja no Planalto Central (DF e Cristalina, GO) e em Minas Gerais (região do Triângulo Mineiro). Na Região Sul, ocorre anualmente sem danos significativos, nos municípios de Londrina, Tamarana, Mauá da Serra, Faxinal e Ponta Grossa, no Paraná.

Desde sua primeira identificação em 1979 (Deslandes, 1979), o único surto com perdas econômicas foi registrado em 1987/88, em São Gotardo (Yorinori, 1989). A ocorrência da doença nas diversas regiões tem sido errática, com anos de presença bastante visível e anos de ausência. Além da soja, o fungo infecta diversas leguminosas, sendo mais freqüentemente observada na soja perene, *Neonotonia wightii* (sinon. *Glycine javanica*), introduzida para consorciação com pastagem, principalmente nas serras de Águas da Prata (SP) e de Poços de Caldas (divisa SP-MG).

No período de 1980 a 1999, a ferrugem causada por *P. meibomiae* foi amplamente estudada pela Embrapa Soja, na E.E. da EPAMIG, em La-

bras, MG (Deslandes, 1979; Yorinori, 1989; Yorinori & Deslandes, 1985), e pela equipe do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa. Durante muito tempo, a causa da ferrugem da soja presente no Continente Americano foi atribuída a uma raça mais atenuada da *P. pachyrhizi*. Porém, a partir de 1992, após estudos comparativos realizados com espécimes americanos e asiáticos, a *Phakopsora* americana passou a ser denominada de *P. meibomiae* e reconhecida como uma ferrugem de pouco impacto sobre o rendimento da soja (Hennen, 1996; Ono et al., 1992; Sinclair & Hartman, 1996; Vakili, 1978; Vakili & Bromfield, 1976). A diferenciação mais marcante e definitiva entre as duas espécies é obtida através da análise de DNA das duas espécies.

Além da exigência de condições climáticas mais amenas, *P. meibomiae* difere de *P. pachyrhizi* por apresentar a telia com uma a quatro e, raramente, cinco camadas de teliosporos; a parede dos esporos é de coloração castanho-canela a castanho-clara, com 1,5 a 2 micra de espessura, com a parede apical dos esporos da camada externa atingindo até 6 micra. *P. pachyrhizi* apresenta de duas a sete camadas de teliosporos, com a parede dos esporos de coloração castanho-amarelada pálida, com espessura mais ou menos uniforme da parede apical externa dos esporos, variando de 1 a 3 micra (Bonde & Peterson, 1996; Ono et al., 1992). Até o momento não foi comprovada a participação da fase teleomórfica do fungo na ocorrência da ferrugem a campo.

As lesões produzidas por *P. meibomiae* são caracteristicamente do tipo castanho-avermelhada ("reddish-brown" - RB), o que, nas infecções causadas por *P. pachyrhizi*, representa reação de tolerância ou resistência. A ferrugem "asiática" causa lesões castanho-claras (tipo "TAN") (Bromfield, 1984), que indica alta suscetibilidade. Cultivares resistentes ou tolerantes a esta ferrugem também apresentam lesões do tipo RB, o que pode dificultar na identificação da causa da doença ao nível de campo.

A ocorrência de *P. meibomiae* é mais comum no final de safra, em soja "safrinha" (outono/inverno) e em soja guaxa, estando restrita às áreas de clima mais ameno, localizadas no sul do Estado do Paraná e nas

regiões altas dos Cerrados (Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais). No Estado de São Paulo, foi encontrada em Campinas e nas serras de Águas da Prata à divisa com Poços de Caldas, em Minas Gerais (Yorinori & Deslandes, 1985).

Atualmente, com o surgimento da ferrugem “asiática”, é impossível diferenciar esta da ferrugem “americana”, ao nível de campo.

Ferrugem “asiática”

Após a primeira constatação no Paraguai e no estado do Paraná, em 2001, a ferrugem “asiática” espalhou-se rapidamente por todo o Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Argentina. O fungo é disseminado pelo vento sendo, portanto, difícil evitar sua dispersão.

Safra 2000/01

A ferrugem “asiática”, causada por *P. pachyrhizi*, foi identificada pela primeira vez no Continente Americano, em 5 março de 2001, na localidade de Pirapó (Itapúa), Paraguai (Morel Paiva, 2001). A redução de rendimento na cultivar BR 16, avaliada com e sem fungicida, atingiu mais de 60% (Morel Paiva, 2001; Morel et al, 2004). A doença foi constatada atingindo extensas áreas de lavouras da região de Itapúa (Morel Paiva, 2001; Yorinori et al, 2002).

Posteriormente, em levantamento realizado no período de 23 a 25 de maio de 2001, em sojas guaxas e de “safrinha”, foi constatada severa incidência da doença desde Capitán Miranda à Colônia Yguazú (Ruta 7, km 45), no Paraguai. As cultivares Aurora (Ala 60), BR-16, CD 201, CD 205, FT-Abyara e a MG/BR 46 (Conquista) foram severamente infectadas, apresentando lesões castanho-claras (“TAN”), indicando alta suscetibilidade. A cultivar CD-202 apresentou lesões do tipo RB (“reddish-brown”: castanho-clara), que indicam resistência/tolerância (Bromfield, 1984).

No Estado do Paraná, em levantamento realizado no período de 26 a 28 de maio de 2001, a ferrugem foi constatada em toda a região oeste (Foz do Iguaçu a Guaíra) e em Londrina (Yorinori et al. 2002). No oeste do Paraná, não foi observada na safra de verão, porém, foi severa em áreas de “safrinha” da cultivar MG/BR-46 (Conquista). A doença não tinha sido identificada durante a safra de verão, provavelmente pela semelhança dos sintomas da ferrugem com as doenças de final de ciclo, a mancha parda (*Septoria glycines* Hemmi) e o crestamento foliar de *Cercospora* (*C. kikuchii* Mats. & Tomoy.).

Para esclarecer se a epidemia ocorrida no Paraguai e as incidências no Paraná eram devidas a uma nova raça da *P. meibomia* ou a *P. pachyrhizi*, amostras de folhas infectadas foram coletadas no Paraguai (CRIA, Capitan Miranda, em 23.05.01 e do CETAPAR, Colônia Yguazu, em 25.05.01) e no Paraná (Santa Helena, no oeste, próximo ao lago de Itaipu, em 26.05.01 e em Londrina, em 28.05.01). Quatro amostras com esporulação do fungo da ferrugem foram enviadas para análise no USDA/ARS, Foreign Disease-Weed Science Research Unit, Estados Unidos. Resultados das análises de DNA das amostras do Paraguai (duas) e do Paraná (duas), quando comparadas com amostras de *P. meibomia*, confirmaram que o novo surto da ferrugem foi devida à presença da espécie asiática, *P. pachyrhizi* (Yorinori et al. 2002). Além da comprovação da espécie, o fato da doença ter ocorrido em regiões quentes indicava que o patógeno era adaptado a regiões de cultivo onde a espécie *P. meibomia* não teria condições de causar danos à soja.

Com a confirmação da ocorrência da ferrugem “asiática” no Continente Americano a partir de 2001, deve-se considerar toda referência a essa doença nas Américas, anterior a esse ano, como sendo causada por *P. meibomia*.

Safra 2001/02

Na safra 2001/2002, a ferrugem foi encontrada no Paraguai em todas as áreas de cultivo da soja, desde Capitan Miranda a Catuete. Em

virtude da prolongada estiagem ocorrida no início e no final da safra, a severidade da doença foi menor do que na safra anterior.

No Brasil, a doença foi observada primeiramente em Londrina, nos primeiros plantios, em meados de janeiro, e apresentou evolução lenta devido às altas temperaturas e à pouca umidade. No norte do Estado do Paraná, a doença teve baixo impacto sobre a soja. Ao contrário do Norte do Estado, no Sul (Ortigueira, Ponta Grossa e Castro), a doença apresentou rápida evolução a partir do início de fevereiro. A partir de meados de fevereiro, a ferrugem apresentou rápida expansão, atingindo os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso. Os municípios mais atingidos foram: Passo Fundo, Cruz Alta, Ciríaco (Cruzaltinha) (RS), Ortigueira, Ponta Grossa, Guarapuava (PR), Chapadão do Sul, Costa Rica, São Gabriel D'Oeste (MS), Chapadão do Céu, Rio Verde, Jataí, Mineiros, Portelândia e Santa Rita do Araguaia (GO), Alto Araguaia, Alto Garças e Alto Taquari (MT). Nos municípios de Chapadão do Sul e Costa Rica (MS), Chapadão do Céu (GO) e Alto Taquari (MT), as lavouras mais atingidas registraram perdas de rendimento variando de 30%-75%. O total de perdas estimadas nesses municípios foi de 59.281,4t ou US\$13,00 milhões (a US\$220,50/t). Nessa safra, a ferrugem atingiu cerca de 60% da área brasileira de soja. Perdas de rendimento ao nível de lavoura variaram de 30% a 75% e ao nível nacional, foram estimadas perdas de 569.200t ou o equivalente a US\$125,513 milhões (US\$220,50/t) (Costamilan et al., 2002; Yorinori, 2002).

Safra 2002/03

Nesse ano, o quadro de ocorrência da ferrugem foi diferente da anterior. Nas localidades do Centro-Sul, onde a ferrugem foi severa em 2001/02, apesar da chuva abundante, as altas temperaturas impediram o desenvolvimento da doença na época normal, porém, causou perdas em plantios tardios de fevereiro a março. Nessa safra, uma nova raça de *P. pachyrhizi* causou severas perdas na região Centro-Oeste e Norte do Brasil (Yorinori et al., 2003), atingindo também soja de entressafra no Maranhão (Silva et al., 2004).

Apesar da intensa campanha de alerta e orientações sobre métodos de identificação e controle, através de dias de campo, palestras, publicações e outros meios de divulgação, realizada em 2002 e janeiro/fevereiro de 2003 a assistência técnica e a maioria dos produtores não estavam preparados para o controle da ferrugem. Em muitas lavouras, a aplicação de fungicidas foi atrasada devido à falta do produto e/ou por excesso de chuva que impossibilitaram a pulverização.

Na safra 2002/03, a perda de grãos por ferrugem foi estimada em 3.351.392t, correspondendo ao valor de US\$737.453.718,15 (US\$220,40/t). Os gastos com o controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) atingiram o valor estimado de US\$426.613.921,10. Portanto, o custo ferrugem na safra 2002/03, ao nível da lavoura, atingiu US\$ 1.164.067.639,25. As perdas de arrecadação pelo governo, em função das perdas de grãos, atingiram US\$120.971.170,47. Portanto, o total de prejuízos causados pela ferrugem em 2003 foi de US\$1.285.038.809,70 (Yorinori et al., 2003).

Safra 2003/04

Essa safra foi caracterizada por falta de chuva na região Sul e excesso na região Centro-Oeste e Norte e falta de fungicidas para o controle da ferrugem. Além disso, o cultivo da soja na entressafra (junho-julho) fez com que a ferrugem ocorresse mais cedo, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil.

Na safra 2003/04 o volume da perda de soja por ferrugem foi estimado em 4.592.728 t, correspondendo a US\$1.224.972.494,73 (US\$266,72/t). Os gastos com o controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) atingiram US\$860.055.127,80. Portanto, o custo ferrugem na safra 2003/04, ao nível da lavoura, atingiu US\$2.085.027.622,53. As perdas de arrecadação para o caixa do governo, em função das perdas de grãos, atingiram a cifra de US\$ 200.943.263,06.

Em 2004 a ferrugem foi detectada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, ao Sul do Equador, inclusive em Paragominas e Ulianópolis,

no Pará (Benchimol et al., 2004). Até a presente data (13 de novembro de 2004), entre as regiões produtoras de soja do Brasil, a ferrugem só não foi constatada em Roraima, região de Boa Vista.

No Hemisfério Norte a ferrugem “asiática” foi detectada na Colômbia e nos Estados Unidos. Neste, a doença foi encontrada em parcelas experimentais de soja da Louisiana State University, Baton Rouge, em 6 de novembro de 2004 (Rogers & Redding, 2004).

Plantas hospedeiras da ferrugem “asiática”

O número de plantas hospedeiras da ferrugem “asiática” citadas na literatura varia de acordo com os autores: Yeh (1985) cita 80 plantas hospedeiras; Hennen (1996) menciona que a doença foi constatada infectando naturalmente 31 espécies de 17 gêneros de leguminosas, tendo também infectadas 60 espécies de 26 gêneros de leguminosas, em inoculações artificiais; Sinclair & Hartman (1999) mencionam que o fungo *P. pachyrhizi* infecta naturalmente 34 espécies de leguminosas e mais 61 hospedeiros quando inoculadas artificialmente, em trabalhos realizados na Austrália, Ásia e Hawaii.

No Brasil, o cultivo ininterrupto da soja em áreas irrigadas ou não e a presença contínua de plantas voluntárias (guaxas), representam ameaça contínua, tendo a própria soja como hospedeira intermediária na entressafra. No Paraguai e no Paraná (Palmeira), a presença da leguminosa kudzu (*Pueraria lobata*), altamente eficiente como hospedeira, aumenta o potencial de risco e torna o controle da ferrugem mais difícil. O que se tem observado até o momento é que o kudzu, apesar de perder as folhas no inverno, mantém os ramos rasteiros vivos, que brotam nas primeiras chuvas, sendo as folhas infectadas pela ferrugem muito antes da soja ser semeada. A planta daninha denominada “beijo-de-boi” (*Desmodium purpureum*), comum em quase todas as lavouras de soja do Sul e Centro-Oeste do Brasil, é normalmente infectada pela ferrugem “asiática”, porém, as lesões e esporulações são visíveis somente quando o nível da doença na soja é elevada. Entre as cultiva-

res de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) a maioria apresenta infecção sob alta pressão de inoculo, porém, poucas permitem esporulação abundante (Yorinori, dados não publicados).

Sintoma

Os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos (no máximo 1mm de diâmetro) mais escuros do que o tecido sadio da folha, de uma coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Para melhor visualização, deve-se tomar uma folha suspeita e observá-la, pela página superior, contra um fundo claro (o céu, por exemplo). Uma vez localizado o ponto suspeito, deve-se confirmar, observando o ponto escuro pelo verso da folha, verificando se há a formação das urédias, com uma lupa de 10x a 30x de aumento, ou sob um microscópio estereoscópico. No local correspondente ao ponto escuro, observa-se, inicialmente, uma minúscula protuberância, semelhante a uma ferida (bolha) por escaldadura, sendo esta o início da formação da estrutura de frutificação do fungo.

Para facilitar a visualização das urédias (sob a lupa ou o microscópio) fazer com que a luz incida com a máxima inclinação sobre a superfície da face inferior da folha, de modo a formar sombra de um dos lados das urédias. Esse procedimento permite a observação das urédias, a campo, mesmo sem o auxílio de uma lupa de bolso (a olho nú). Progressivamente, as urédias, também chamadas de "pústulas", adquirem cor castanho-clara a castanho-escuro, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os uredosporos. Os uredosporos, inicialmente de coloração hialina (cristalina), tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento. O número de urédias (ou pústulas), por ponto, pode variar de uma a seis. À medida que prossegue a esporulação, o tecido da folha ao redor das primeiras urédias, adquire coloração castanho-clara (lesão do tipo "TAN") a castanho-avermelhada (lesão do tipo RB: "reddish-brown") (Bromfield, 1984) formando as lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha. As urédias que deixaram de esporular apresentam as pústulas,

nitidamente, com os poros abertos, o que permite distinguir da pústula bacteriana, freqüente causa de confusão. A ferrugem pode também ser facilmente confundida com as lesões iniciais de mancha parda (*Septoria glycines* Hemmi) que forma um halo amarelo ao redor da lesão necrótica, que é angular e castanho-avermelhada. Em ambos os casos, as folhas infectadas amarelam, secam e caem prematuramente. A semelhança do aspecto visual de lavouras afetadas por mancha parda e ferrugem e o uso de fungicidas para controle de doenças de final de ciclo podem ter feito com que a ferrugem não fosse identificada em muitas lavouras e regiões onde ela não foi registrada na safra 2001/02.

Outras doenças com as quais a ferrugem tem sido confundida são os estádios iniciais da mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) e o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*). Para distinguir estas doenças da ferrugem, basta observar a ausência das urédias nas lesões necróticas na face inferior das folhas com sintomas.

Modo de disseminação

Os uredosporos são facilmente disseminados para lavouras próximas ou a longas distâncias através do vento, porém, não são transmitidos pela semente, restos culturais ou por material processado como a torta e o farelo de soja. Supõe-se que esporos do fungo tenham atravessado o oceano Atlântico, vindos dos países do sul da África (Zimbabwe, Zâmbia e África do Sul), onde a doença vem causando severas perdas desde 1998 ou até, mais provavelmente, da Austrália, através das correntes de ar do Pacífico.

Efeitos da ferrugem

A infecção por *P. pachyrhizi* causa rápido amarelecimento, bronzeamento ou crestamento e queda prematura das folhas, impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a

desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade (grãos verdes). Em casos severos, quando a doença causa desfolha nas fases vegetativa, floração, de formação ou início de enchimento das vagens, pode causar aborto das flores e queda total das vagens. Perdas de 80% a 90% de rendimento foram registradas na Austrália e na Índia, respectivamente (Bromfield, 1984). Em Taiwan, foram registradas perdas de 70%-80% (Hartman et al., 1991). Na primeira ocorrência no Paraguai (2000/01), foram registradas perdas de 1.132 kg/ha (Morel et al, 2004). No Brasil (2001/02), as maiores perdas de rendimento variaram de 30% a 75%. Lavouras severamente atingidas tiveram redução de rendimento potencial de 55-60 sacos/ha para 14-15 sacos/ha (840-900 kg/ha) (Yorinori, 2004). Em diversas lavouras dos Cerrados da Bahia, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, onde as semeaduras foram tardias e a doença ocorreu na fase vegetativa, nas áreas sem controle químico, não houve rendimento que justificasse a colheita.

Condições predisponentes

Phakopsora pachyrhizi, está adaptado a temperaturas que variam de 15°C a mais de 30°C e pode causar perdas em soja em todas as regiões onde ocorra molhamento de folha acima de seis horas (Bonde et al., 1997; Bromfield, 1984; Marchetti et al., 1976; Melching et al., 1979). A doença ocorre com maior severidade sob condições de prolongado período de molhamento foliar e temperaturas médias abaixo de 28°C. Períodos prolongados com temperaturas acima de 28°C reduzem o desenvolvimento da ferrugem. Os uredosporos germinam em uma hora à temperatura ambiente de 25°-27° C (Yorinori, 2004), porém, a penetração no tecido da folha pode ocorrer à temperatura variando de 8°C a 28°C (Bonde et al., 1997; Marchetti et al., 1976; Melching et al., 1979; Sinclair & Hartman, 1999). Sob condição favorável, as primeiras lesões podem ser visíveis 4-5 dias após a inoculação e as primeiras frutificações (urédias) e esporulações aparecem aos 6-7 dias após a inoculação (Yorinori, 2004).

Variabilidade patogênica

O fungo *P. pachyrhizi* tem se mostrado bastante variável quanto a sua adaptabilidade e virulência. As ocorrências nas safras 2002/03 e 2003/04, em regiões de temperaturas freqüentemente acima de 30°C, indicam que o fungo pode causar danos importantes à soja desde que a umidade do ambiente seja adequada. Observações preliminares realizadas em 2002 e 2003, tem também mostrado que houve variabilidade patogênica na população do fungo. Nenhum dos quatro genes dominantes para resistência à ferrugem (Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4) resistiu à raça ocorrida em 2003 (preliminarmente denominada “raça 2003”) (Tabela 1). Em 2002, diversas cultivares comerciais apresentaram níveis de resistência que permitia prever a possibilidade de controlar a doença através de cultivares resistentes. Todavia, em 2003, todas essas cultivares tornaram-se altamente suscetíveis (Tabela 2). A raça que afetou a soja em 2001 e 2002 (“raça 2002”) foi muito menos agressiva do que a “raça 2003”.

Ao nível mundial, diversas pesquisas tem demonstrado grande variabilidade genética do fungo *P. pachyrhizi*. Estudos realizados em Taiwan permitiram diferenciar três raças em cinco amostras de folhas de soja coletadas de cinco localidades do País. Provavelmente o número de raças poderia ser maior caso houvesse maior número de amostras. Das três raças, apenas uma (raça 2) estava presente em todas as localidades (Yeh, 1985). Na Tailândia, 59 raças foram diferenciadas entre 69 amostras coletadas de diferentes localidades do País (Poonpolgul, 2004). Uma revisão bibliográfica bastante abrangente sobre a variabilidade do fungo *P. pachyrhizi* foi realizada recentemente por Hartman et al. (2004).

Estratégias de controle

O fato de ser uma doença de ocorrência recente e a limitada disponibilidade de informações sobre as influências que as condições climáticas das distintas regiões de cultivo da soja poderão exercer sobre a severi-

TABELA 1. Reação de cultivares de soja com genes específicos de resistência a diferentes populações de *P. pachyrhizi*. Embrapa Soja, Londrina. 2004.

Germoplasma	Cultivar	Gene de resistência	Paraguai 2002 ¹	Brasil		EUA 2003 ³
				2002 ²	2003 ²	
PI 200 492	Komata	Rpp1	0	1,0	5	3,0 ⁴
PI 368 039	Tainung 4	Rpp1 + ?	-	1,0	4	4,0
GC 84051-32-1	TN 4 x (Shih Shih x SRF 4C)	Rpp1 + ?	1	5,0	5	4,0
PI 230 970		Rpp2	1	1,0	4	3,3
G 8586	PI 230 970	Rpp2	2	1,0	5	5,0
PI 462 312	Ankur	Rpp3	-	1,0	5	4,0
G 7955	Ankur	Rpp3	0	2,5	5	3,0
GC 85037-2-3-5	Ankur x PI 230970	Rpp3 + Rpp2	1	2,0	4	2,5
PI 459 025 A	Bing-Nan	Rpp4	2	3,5	4	5,0
PI 459 025 B	(Bing-Nan)	Rpp4	0	4,0	5	4,0
G 10428	PI 459 025	Rpp4	1	1,5	5	5,0

Fonte: Yorinori, 2004 (Dados não publicados, fornecidos por: ¹Paraguai: W. Morel Paiva, 2002; ²J.T. Yorinori, Embrapa Soja, 2002 e 2003; ³EUA: Monte Miles & Reid Frederick, USDA, Fort Detrick, Maryland - reação da mistura de isolados da Tailândia e Zimbábue).

⁴ Reação de severidade no folíolo mais infectado em cinco plantas, de acordo com a escala de NI = 0: sem sintoma; 1 = até 10% de área foliar infectada (afi); 2 = de 11% a 25% afi; 3 = de 26% a 50% afi; 4 = de 51% a 75% afi, e 5 = mais de 75% afi.

TABELA 2. Reação às raças "2002" e "2003" das cultivares comerciais brasileiras de soja que se mostraram resistentes/tolerantes em 2002. Embrapa Soja, Londrina. 2004.

Cultivar	Reação ¹	
	Raça 2003	Raça 2003
BRS 134	1,0 - 2,0 (RB)	5,0 (TAN)
BRMS Bacuri	2,0 (RB)	5,0 (TAN)
CS 201 (Esplendor)	2,0 (RB)	5,0 (TAN)
FT - 2	1,0 - 2,0 (RB)	5,0 (TAN)
FT 17	2,0 (RB)	5,0 (TAN)
FT 2001	2,0 (RB) - 4,0 (RB/TAN)	5,0 (TAN)
IAC PL-1	3,0 (RB/TAN) - 5,0 (TAN)	5,0 (TAN)
KI-S 601	1,0 (RB) - 3,0 (RB/TAN)	5,0 (TAN)
OCEPAR 7 (Brilhante)	2,0 (RB) - 3,0-4,0 (RB/TAN)	5,0 (TAN)

¹ Reação - escala de severidade de ferrugem: 0 = ausência de sintoma; 1 = até 10% de área foliar infectada (afi) no folíolo central do trifólio mais infectado; 2 = de 11% a 25% afi; 3 = de 26% a 50% afi; 4 = de 51% a 75% afi e 5 = mais de 75% afi; RB = lesão castanho-avermelhada, indicando resistência/tolerância, com esporulação restrita; TAN = lesão bege a castanho-clara, indicando suscetibilidade, com abundante esporulação; RB/TAN = ocorrência dos dois tipos de lesões, com predominância de RB.

dade da doença, torna-se difícil fazer uma recomendação genérica de controle que satisfaça a todas as regiões. O que se sabe é que períodos contínuos de molhamento das folhas, por chuva ou orvalho, e temperaturas diárias variando de 15^o - 28^oC favorecem o desenvolvimento da doença. Embora as plantas sejam infectadas desde a fase inicial de desenvolvimento, desde a fase cotiledonar, a evolução da doença é mais lenta em cultivares mais tardias do que em precoces. Todavia, a severidade em um mesmo estágio, em plantas de diferentes ciclos cultivadas no mesmo ambiente, poderá ser a mesma (Tchanz et al., 1985). Ao nível de campo, as observações mostraram que a doença evolui mais rapidamente e atinge o pico de severidade a partir do estágio inicial de enchimento das vagens.

A falta de conhecimento adequado sobre a ferrugem por parte de muitos produtores e, inclusive, de profissionais da assistência técnica, pela

extensão da área de cultivo da soja no Brasil, faz prever que muitas perdas ainda ocorrerão nos próximos anos, por falta de controle da doença. Por outro lado, o monocultivo da soja e o controle químico continuado por muitos anos, poderão trazer conseqüências sérias ao ambiente, ao rendimento da soja por multiplicação de novas doenças e pragas e, eventualmente, resultar no desenvolvimento de tolerância do fungo da ferrugem aos fungicidas utilizados. Portanto, o manejo integrado da cultura e o controle químico da ferrugem e outras doenças devem ser sempre considerados como complementares e indispensáveis.

Manejo da cultura

Principalmente nas regiões mais favoráveis à ferrugem (precipitações elevadas ou formação abundante de orvalho) e em propriedades extensas, as seguintes estratégias de controle ou manejo devem ser adotadas: 1. aumentar a área de rotação com milho, arroz ou algodão (nos Cerrados), a fim de evitar perdas por ferrugem na soja; 2. semear cultivares mais precoces, concentrando as sementeiras no início da época indicada para cada região: sementeiras antecipadas normalmente desenvolvem sob condições menos favoráveis à ferrugem; 3. evitar a sementeira em várias épocas e cultivares tardias, pois a soja semeada mais tardiamente (ou de ciclo longo) sofrerá mais dano por receber a carga de esporos multiplicados nas primeiras sementeiras e, 4. semear a soja com densidade de plantas que favoreça bom arejamento foliar com o objetivo de otimizar a penetração e a cobertura foliar pelos fungicidas.

Resistência varietal

Em 2002, 452 cultivares comerciais foram testadas para reação à ferrugem, com inoculações artificiais, em casa-de-vegetação, em Londrina, e a campo, em Ponta Grossa, sob infecção natural e no Paraguai. Em 2003, cultivares consideradas resistentes ou tolerantes foram no-

vamente avaliadas na Embrapa Soja, utilizando o inoculo obtido de lavouras severamente afetadas nos Cerrados. Além das cultivares comerciais, foram também avaliadas em casa-de-vegetação, 174 germoplasmas obtidos da coleção do USDA, entre os quais os portadores dos quatro genes conhecidos de resistência à *P. pachyrhizi*: Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4.

O critério adotado para a avaliação da reação à ferrugem foi o de notas de severidade ou nível de infecção (NI), considerando a porcentagem de área foliar infectada (% afi), do trifólio mais infectado em cinco plantas por vaso ou por metro de linha, de cada cultivar. Foi utilizada uma escala de notas de severidade variando de zero a cinco, onde NI = 0: sem sintoma; NI = 1: até 10% afi; NI = 2,0: de 11% a 25% afi; NI = 3,0: de 26% a 50% afi; NI = 4: de 51% a 75% afi, e NI = 5,0: mais de 75% afi. Para a distinção da reação entre as cultivares foi adotado o seguinte critério: R = resistente: NI de zero a 2,0; MR = moderadamente resistente: NI de > 2,0 a 3,0; S = suscetível: NI de > 3,0 a 4,0 e AS = altamente suscetível: NI de > 4,0 a 5,0.

Os testes realizados com os germoplasmas em 2002, tanto no Brasil como no Paraguai, permitiram distinguir diversos materiais resistentes à "raça 2002). Porém, quando esses germoplasmas foram submetidos à "raça 2003", todos foram suscetíveis (Tabela 1).

Nos estudos realizados em 2002 com as cultivares comerciais, foram observadas grandes variações na reação, desde alto grau de resistência a alta suscetibilidade. A maioria das cultivares (441) apresentou reações variando de suscetível a altamente suscetível. As cultivares que apresentaram reação uniforme, variando de resistente a moderadamente resistente foram: BRS 134, BRSM5 Bacuri, Campos Gerais, CS 201 (Esplendor), FT-2, FT-3, FT-17 (Bandeirantes), FT-2001, IAC PL-1, IAS-3 (Delta), KI-S 601 e OCEPAR 7 (Brilhante) (Yorinori et al., 2002). Na safra 2002/03, com o surgimento de uma raça mais virulenta, todas as cultivares resistentes/tolerantes em 2002 tornaram-se suscetíveis (Yorinori et al., 2004), inviabilizando o controle da ferrugem através da resistência genética (Tabela 2).

Controle químico

Na falta de cultivares resistentes/tolerantes à ferrugem, no momento só resta o controle químico. Todavia, para que esse método seja eficiente, é fundamental que a aplicação do fungicida seja baseado em um levantamento criterioso e no conhecimento da ocorrência da doença na região e/ou na lavoura. O uso indevido ou aplicação em momento inadequado poderá resultar em aumento do custo de produção ou controle deficiente.

Em virtude da existência de plantas de soja infectadas durante todo o ano, cultivadas ou não, em alguma parte do Brasil, da Bolívia e do Paraguai, e de outros hospedeiros como o kudzu (*Pueraria lobata*), a ocorrência das primeiras infecções depende apenas das condições climáticas de cada safra. Portanto, o momento da primeira aplicação do fungicida (e das demais aplicações, caso necessárias), será determinado pelas condições climáticas, pela presença e/ou da severidade da doença na propriedade ou na região, pela idade das plantas de soja, pela extensão das lavouras e, principalmente, pela eficácia do fungicida escolhido. Havendo a ocorrência da ferrugem, quanto mais tardia a semeadura e mais longo o ciclo da cultivar utilizada, quanto mais favorável a condição climática para o desenvolvimento da doença e mais prematuro o estágio da cultura na primeira aplicação, poderá haver necessidade de repetir a aplicação por uma ou duas vezes. Em qualquer das situações, o levantamento e a constatação da doença na lavoura ou na região são fundamentais para a tomada de decisão do momento da primeira pulverização. O nível de eficiência de controle irá depender da severidade da doença no momento da aplicação, da sistemicidade e eficácia do fungicida, do equipamento de pulverização (bicos duplo leques ou cônicos; baixo volume oleoso – BVO; aéreo ou terrestre), do volume da calda, do tamanho das gotas (finas), da densidade de plantas que favoreça a máxima cobertura foliar pelo fungicida e das condições meteorológicas no momento da aplicação.

Os fungicidas de ação protetora, quando necessários, devem ser reaplicados com intervalos de 10 a 15 dias. Caso as condições climáticas sejam favoráveis e se houver elevado potencial de inoculo na

região, substituir esses fungicidas por produtos de ação curativa. Sendo necessário, estes fungicidas devem ser reaplicados a intervalos de 20 a 25 dias.

Os fungicidas (ingredientes ativos e doses/ha) recomendados para o controle da ferrugem "asiática" pela Comissão de Fitopatologia da XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, reunida em Ribeirão Preto, SP, no período de 17 e 18 de agosto de 2004, estão listados na Tabela 3.

Pesquisas e assistência técnica desenvolvidas e em andamento

Desde a primeira detecção da ferrugem "asiática" no Paraguai e no Brasil, em 2001, a Embrapa Soja, juntamente com todas as demais instituições de pesquisa, órgãos da defesa sanitária estadual e federal, assistência técnica pública e privada, empresas de insumos, cooperativas e produtores, tem-se empenhado no acompanhamento da evolução da doença, pesquisando e difundindo as medidas de controle.

Além do mapeamento da distribuição geográfica da ferrugem no Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia, as seguintes atividades foram desenvolvidas e continuam em andamento: a. levantamento contínuo da ocorrência da ferrugem durante todo o ano; b. alerta nacional sobre as primeiras ocorrências da ferrugem e providências a serem tomadas para controle, através da Internet da Embrapa Soja: www.cnpso.embrapa.br/alerta.

Estudos sobre a viabilidade dos uredosporos, obtidos de folhas infectadas de plantas em casa-de-vegetação e mantidas em condição ambiente de laboratório, mostrou que a sobrevivência pode chegar a 50 dias, com variações de acordo com a posição das folhas nas plantas e da idade dos uredosporos nas folhas amostradas. Cerca de 80% dos uredosporos germinaram em um período de uma hora, à temperatura de 25°C a 27°C. Em condição de casa-de-vegetação as primeiras lesões estavam visíveis quatro dias após a inoculação e a esporulação teve início entre o sexto e sétimo dias após a exposição de plantas sadias à inoculação e infecção.

**TABELA 3. Fungicidas e doses registradas para o controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).
XXVI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Ribeirão Preto, SP. 2004.**

Nome comum	Nome comercial	Dose/ha		Agrupamento ³
		g de i.a. ¹	l ou kg de p.c. ²	
azoxystrobin	Priori ⁴	50	0,20	*
azoxystrobin + ciproconazole	Priori Xtra ⁴	60 + 24	0,30	***
ciproconazole + propiconazole	Artea	24 + 75	0,30	
difenoconazole	Score 250 CE	50	0,20	*
epoxiconazole	Opus	50	0,40	
pyraclostrobin + epoxiconazole	Opera	66,5 + 25	0,50	***
fluquinconazole	Palisade ⁵	62,5	0,25	*
flutriafol	Impact 125 SC	62,5	0,50	***
myclobutanil	Systhane 250	100 - 125	0,40 - 0,50	**
tebuconazole	Orius 250 CE	100	0,40	***
tebuconazole	Folicur 200 CE	100	0,50	***
tetraconazole	Domark 100 CE	50	0,50	**
tetraconazole	Eminent 125 EW	50	0,40	
trifloxystrobin + ciproconazole	Sphere	56,2 + 24	0,30	***
trifloxystrobin + propiconazole	Stratego ⁵	50 + 50	0,40	*

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

¹ g i.a. = gramas de ingrediente ativo

² l ou kg de p.c.= litros ou kilogramas de produto comercial

³ Agrupamento realizado com base nos ensaios em rede para doenças da soja, safra 2003/2004. (***) - maior que 90% de controle; (**) - 80% a 86% de controle e (*) - 59% a 74% de controle. Produtos sem informações serão testados no ano seguinte nos ensaios em rede.

⁴ adicionar Nimbus 0,5% v./v. aplicação via pulverizador tratorizado ou 0,5 L/ha via aérea

⁵ adicionar 250 mL/ha de óleo mineral ou vegetal

Com relação à fonte de resistência, em 2002, diversas cultivares comerciais e materiais do banco de germoplasmas haviam sido selecionados como resistentes a moderadamente resistentes, porém, todos os materiais selecionados tornaram-se altamente suscetíveis à raça de *P. pachyrhizi* que afetou a soja no Brasil em 2003 e 2004. Variabilidade do fungo foi observada entre isolados do Paraguai e Brasil e entre isolados do Brasil, das safras 2002/03 e 2003/04, mostrando que o fungo apresenta grande variabilidade patogênica (Yorinori, 2004).

Perspectiva futura

A ferrugem é uma doença imprevisível, cuja ocorrência inicial e a maior ou menor severidade dependem das condições climáticas e da proximidade da fonte de inóculo, podendo variar grandemente de um ano para outro. Portanto, é fundamental que cada produtor e técnicos da assistência estejam continuamente atentos, realizando o monitoramento da lavoura para a detecção dos primeiros sintomas.

A história da ferrugem "asiática" no Continente Americano é ainda muito recente (2001 - 2004) e muitos detalhes sobre a epidemiologia e variabilidade do fungo necessitam ser pesquisados. A expectativa é de que a ferrugem da soja venha a ser uma doença severa e permanente nas regiões mais chuvosas e altas dos Cerrados (acima de 800m) e na Região Sul, onde há abundante formação de orvalho e temperaturas mais amenas no verão. Ao longo dos anos, em função das variações climáticas, poderão ocorrer flutuações na severidade ou até ausência da doença.

A limitada fonte de resistência genética diante da variabilidade do fungo e a presença contínua de inóculo em soja "safrinha", plantas guaxas na entressafra, soja perene (*Neonotonia wightii*) e plantas daninhas hospedeiras (*Desmodium* spp.), tornam difícil a solução por esse caminho, a curto e médio prazos. A forma mais eficiente de controle no momento é o controle químico, porém, seu uso eficaz e econômico depende:

a. da capacidade de identificar a doença na fase inicial;

- b. do levantamento, mapeamento, acompanhamento das primeiras ocorrências e da vistoria contínua das lavouras;
- c. da redução do período (janela) de semeadura na propriedade ou na região;
- d. da adequação da densidade de semeadura para maior aeração, a fim de facilitar a penetração do fungicida no interior do dossel foliar atingindo, inclusive, as folhas do terço inferior ;
- e. da escolha correta do(s) fungicida(s), em relação ao estágio de desenvolvimento da soja e da severidade de infecção, principalmente, no momento da primeira aplicação;
- f. da observação das condições climáticas no momento da aplicação;
- g. da adoção de equipamento e tecnologias corretas de aplicação, tanto para tratamentos aéreo como terrestre;
- h. da capacidade operacional para aplicação do fungicida no momento correto, principalmente, em períodos chuvosos e grandes extensões de cultivo;
- i. do nível de fertilidade do solo, e
- j. dos preços dos fungicidas que variaram de US25,00/L, em fevereiro de 2002, a US47,00/L, em março de 2004, ao nível do produtor.

**A ferrugem "asiática"
não permite descuido**

Agradecimentos

O presente trabalho não teria sido realizado sem a colaboração de inúmeros colegas dos órgãos de pesquisa de todo o Brasil, Bolívia, Paraguai

e Argentina e da assistência técnica, produtores, cooperativas e empresas privadas. A todos os autores expressam o mais profundo agradecimento.

Referências

- BENCHIMOL, R.L.; ANDRADE, E.B.; EL HUSNY, J.C.; BARRIGA, J.P.. Ferrugem asiática da soja chega ao Pará. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.137. (Embrapa Soja. Documentos , 234).
- BONDE, M.R.; NESTER, S.E.; PETERSEN, G.L.. Temperature effects on urediniospore germination and germ tube growth of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **Phytopathology**, v. 87, S10, 1997.
- BONDE, M.R.; PETERSON, G.L.. Research at the USDA, ARS containment facility on soybean rust and its causal agent. In: RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratory, 1996. p.12-17 (Publication Number 1) Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman.
- BROMFIELD, K.R. **Soybean rust**. Monography 11. APS Press, St. Paul, MN. 1984. 65 p.
- CALDWELL, P.M.; McLAREN. Soybean rust reasearch in South África, pp. 354 - 360. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.440-6. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.
- COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; YORINORI, J.T.. Perda de rendimento de grãos de soja causada por ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, v.27 , p.S100, 2002. Suplemento.

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

HARTMAN, G.L.; BONDE, M.R.; MILES, M.M.; FREDERICK, R.D.. Variation of *Phakopsora pachyrhizi* isolates on soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.361-364. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; TSCHANZ, A.T.. Soybean rust development and quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, v.75, p.596-600, 1991.

HENNEN, J.F.. The taxonomy of the rusts. In: RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratory, 1996. p.29-32 (Publication Number 1) Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman.

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

KILLGORE, E.M.. Field notes on the detection of soybean rust, initial surveys and the current status of the disease in Hawaii,. In: RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratory, 1996. p.38-45 (Publication Number 1) Editado por J.B. Sinclair, G. L. Hartman.

LEVY, C.. Zimbabwe – a country report on soybean rust control, pp. 340 – 348. In: In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.361-364. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

MARCHETTI, M.A.; MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R.. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, 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. **Phytopathology**, v.69, p.1262-1265, 1979.

MOREL PAIVA, W.. **Roya de la soja**. Itapúa: Ministério de Agricultura y Ganaderia, Subsecretaria de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola: Centro Regional de Investigación Agrícola – CRIA, 2001. (Comunicado Técnico – Reporte Oficial, Série Fitopatologia, 1).

MOREL PAIVA, W. SCHEID, N.; AMARILIA, V.; CUBILLA, L. E. Soybean rust in Paraguay, evolution in the past three years. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.361-364. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

NAVARRO, J.C.; NAKASATO, R.; UTIAMADA, C.M.; YORINORI, J.T.. First report of "asian" soybean rust in Bolivia. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.85-86. (Embrapa Soja. Documentos, 228). Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

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

POONPOLGUL, S.. Coutry report: how soybean rust is managed in Thailand. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRES-

SO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.335-339. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

PRETORIUS, Z.A.; KLOPPERS, R.J.; FREDERICK, R.D.. First report of soybean rust in South Africa. **Plant Disease**, v. 85, p.1288, 2001.

ROGERS, J.; REDDING, J.. USDA confirms soybean rust in United States. APHIS News Release No. 0498.04. Disponível em : <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

ROSSI, R.L.. First report of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal organism of soybean rust in the province of Misiones, Argentina. **Plant Disease**, v. 87, p.1, 102, 2003.

RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratory, 1996. (Publication Number 1). Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman.

SILVA, J.C.; MAIA, G.L.; MEYER, M.C.. Occurrence of Asian soybean rust on irrigated fields in Maranhão, Brazil. . In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.85 (Embrapa Soja. Documentos, 228). Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

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

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C.; TSAI, B.Y.. Recent advances in soybean rust research. In: SYMPOSIUM [ON] SOYBEAN IN TROPICAL AND SUBTROPICAL CROPPING SYSTEMS, 1983, Tsukuba. **Proceedings...** Shanhua: AVRDC, 1985. p.237-245. Editado por S. Shanmugasundaram, E.W. Sulzberger.

WORKSHOP ON SOYBEAN RUST IN THE WESTERN HEMISPHERE, 1976, Mayaguez. **Proceedings...** New Orleans: ARS-USDA, 1978. 81p. Editado por Nader G. Vakili.

WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Program and abstracts**. Ames: Iowa State University, 1984. 100p.

VAKILI, N.G.; BROMFIELD, K.R. *Phakopsora* rust on soybean and other legumes in Puerto Rico. **Plant Disease Reporter**, v.60, p.995-9, 1976.

YEH, C.C. Differential reactions of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean in Taiwan. In: SYMPOSIUM [ON] SOYBEAN IN TROPICAL AND SUBTROPICAL CROPPING SYSTEMS, 1983, Tsukuba. **Proceedings...** Shanhua: AVRDC, 1985. p.247-250. Editado por S. Shanmugasundaram, E.W. Sulzberger.

YORINORI, J.T.. Epidemiologia e controle de *Phakopsora Pachyrhizi*, safra 1987/88. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1988/89**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1989. p.164-180.

YORINORI, J.T.. Country report and rust control strategies in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 447-455. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

YORINORI, J.T.; DESLANDES, J.A.. The status of soybean rust in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Program and abstracts**. Ames: Iowa State University, 1984. p. 43.

YORINORI, J.T.; GODOY, C.V.; MOREL PAIVA, W.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; NUNES JUNIOR, J.. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.S210, 2003. Suplemento.

YORINORI, J.T.; KIIHL, R.A.S.; ARIAS, C.A.A.; ALMEIDA, L.A.; YORINORI, M.A.; GODOY, C.V.. Reação de cultivares de soja à ferrugem "asiática"

(*Phakopsora pachyrhizi*), In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24., 2002, São Pedro, SP. **Resumos ...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.149 (Embrapa Soja. Documentos, 185).

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi*** Sydow. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 1 folder.

YORINORI, J.T.; PAIVA, M.W.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F. GODOY, C.V.; NUNES JUNIOR, J.. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Phytopathology**, v.93, n.6, p.S103, 2003. Suplemento.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERIC, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.. Epidemia da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.S178-179, 2002. Suplemento.

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, 2.; MERCOSOJA 2002, 2002, Foz do Iguaçu. **Perspectivas do agronegócio da soja: resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.94. (Embrapa Soja. Documentos, 181). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Clara Beatriz Hoffmann-Campo.

YORINORI, J.T.; NUNES JR., J.; GODOY, C.V.; LAZZAROTTO, J.J.. Situação da ferrugem "asiática" no Brasil, safra 2003/04. In: **Resumos... REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 26., Ribeirão Preto, 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.134-135. (Embrapa Soja. Documentos, 234).

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

Patrocínio:



CTPA

**CENTRO TECNOLÓGICO PARA
PESQUISAS AGROPECUÁRIAS LTDA.**

Rod. BR 153 Km 4 - saída para Anápolis
Caixa Postal 533
CEP: 74001-970 Goiânia, GO
Fone: (62) 202-6058
e-mail: ctp@ctp.com.br



FUNDAÇÃO MERIDIONAL
DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA

Av. Higienópolis, 1100 - 4º andar
CEP 86020-911 - Londrina, PR
Fone: (43) 3323-7171 Fax: (43) 3324-6742
www.fundacaomeridional.com.br
meridional@fundacaomeridional.com.br

Embrapa

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja**

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Caixa Postal, 231 - CEP: 86001-970 - Londrina - Paraná
Telefone: (43) 3371 6000 - Fax: (43)3371 6100

homepage:www.cnpso.embrapa.br - e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

**Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento**

