

ISSN 1516-781X
Novembro, 2007

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

Documentos 281

Anais do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja

Londrina, 26 e 27 de junho de 2007

Embrapa Soja
Londrina, PR
2007

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

www.cnpso.embrapa.br

sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Manoel Carlos Bassoi*
Secretária executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros: *Antonio Ricardo Panizzi*
Claudine Dinali Santos Seixas
Francismar Corrêa Marcelino
Ivan Carlos Corso
José Miguel Silveira
Maria Cristina Neves de Oliveira
Rafael Moreira Soares
Ricardo Vilela Abdelnoor
Coordenador de editoração: *Odilon Ferreira Saraiva*
Bibliotecário: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Maria de Lourdes Monteiro*
Capa: *Danilo Estevão*

1ª edição

1ª impressão (2007): tiragem 600 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).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Soja

Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja (2007: Londrina, PR)

Anais do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja, Londrina, 26 e 27 de junho de 2007. – Londrina: Embrapa Soja, 2007.

131p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.281)

1. Soja-Doença de planta-Ferrugem. 2. Soja-Doença de planta-Fungo. Título. II. Série.

CDD 633.349492

© Embrapa 2007

Comissão Organizadora

Presidente

Amélio Dall’Agnol

Vice-Presidente

Cláudia Vieira Godoy

Membros

Ademir Assis Henning

Álvaro Manuel Rodrigues Almeida

Claudine Dinali Santos Seixas

Lebna Landgraf do Nascimento

Odilon Ferreira Saraiva

Rafael Moreira Soares

Regina Maria Villas Boas de Campos Leite

Sandra Maria Santos Campanini

Suzete Regina França do Prado

Promoção e Realização

Embrapa Soja

Apoio

Aenda

Andef

Arysta LifeScience

Basf

Bayer

Cheminova

Dow AgroSciences

Du Pont

Milenia

Sipcam Isagro

Syngenta



Sumário

Apresentação	9
Balanço da ferrugem asiática na safra 2006-07 com base nos números do Sistema de Alerta	11
<i>Rafael Moreira Soares</i>	
Nova plataforma para o mapeamento da dispersão da ferrugem asiática da soja no Brasil	17
<i>Emerson M. Del Ponte, Gustavo Tibolla, Willingthon Pavan, Cláudia V. Godoy, Sandra M.S. Campanini, Carina G. Rufino, Claudine D.S. Seixas e Rafael M. Soares</i>	
Vazio Sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento .	23
<i>Claudine Dinali Santos Seixas, Cláudia Vieira Godoy</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja no Estado da Bahia, na safra 2006/07	35
<i>Mônica C. Martins; Marco A. Tamai, Pedro V. L. Lopes; Newton S. Andrade; Nailton S. Almeida</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja nos Estados do Maranhão e do Piauí, na safra 2006/07	39
<i>Maurício C. Meyer</i>	
Relato da Ferrugem asiática da soja no Estado do Mato Grosso do Sul, na safra 2006/07	41
<i>Paulino José Melo Andrade & Ricardo Barros</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de Goiás e Distrito Federal, na safra 2006/07	45
<i>José Nunes Junior</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de Minas Gerais, na safra 2006/07	51
<i>Dulândula S. M. Wruck</i>	

Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de São Paulo, na safra 2006/07	53
<i>Silvânia H. Furlan & Cristiano Geler</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja nos Estados do Paraná e de Santa Catarina, na safra 2006/07	57
<i>Cláudia V. Godoy</i>	
Relato da ferrugem asiática da soja no Estado do Rio Grande do Sul, na safra 2006/07	61
<i>Leila M. Costamilan & Paulo E. P. Ferreira</i>	
Tecnologia de aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem da soja	65
<i>Fernando Storniolo Adegas</i>	
Ferrugem da soja: evolução da tecnologia x evolução da doença ..	71
<i>Ulisses R. Antuniassi & Maria A. P.O. Bonelli</i>	
O clima e as epidemias de ferrugem asiática da soja	77
Emerson M. Del Ponte	
Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede	87
<i>Cláudia B. Pimenta, Cláudia V. Godoy, Dulândula S. Miguel-Wruck, Edison U. Ramos Junior, Fabiano V. Siqueri, Heraldo R. Feksa, Idalmir dos Santos, Ivani O.N. Lopes, José Nunes Junior, Marcos M. Yamamoto, Margarida A. Ito, Maurício C. Meyer, Moab D. Dias, Mônica C. Martins, Nailton S. Almeida, Newton S. Andrade, Paulino J. M. Andrade, Plínio I. M. Souza, Ricardo S. Balardin, Ricardo Barros, Sergio A. da Silva, Sylvania H. Furlan, Walber L. Gavassoni</i>	
Resistência a fungicidas	107
<i>Paulo Sérgio José dos Santos</i>	
Monitoramento da sensibilidade de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , fungo causador da ferrugem da soja, aos fungicidas do grupo das estrobilurinas e triazóis	113
<i>Nilceli Fernandes Buzzerio</i>	

<i>Anais do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja</i>	7
Ferrugem asiática da soja no Brasil: resistência varietal <i>Carlos A. A. Arias, José F. F. de Toledo, Antonio E. Pipolo, Geraldo E. S. Carneiro, Ricardo V. Abdelnoor, Breno F. Rachid, Aliny S. Ribeiro</i>	121
Genética e melhoramento para resistência a ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) da soja (<i>Glycine max L.</i>) <i>Éberson S. Calvo, Fabiano Siqueri, Romeu A. S. Kiihl, Arlindo Harada, Alexandre Garcia, Lucimara Koga, Dario M. Hiromoto, Cláudio Takeda, Sérgio Suzuki, Agnaldo K. Nouchi, Sérgio T. Otubo, Márcia M. Yuyama</i>	125



Apresentação

O Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja foi promovido e realizado pela Embrapa Soja entre os dias 26 e 27 de junho, nas dependências do Crystal Palace Hotel, em Londrina, Paraná. O evento aconteceu concomitantemente com a Reunião do Consórcio Antiferrugem e contou com o apoio dos integrantes desta parceria para a sua realização. Além de mostrar os resultados de mais um ano de atividade do Consórcio, foi uma oportunidade para debater os temas mais relevantes sobre a ferrugem asiática da soja, na presença de especialistas de diversos segmentos do setor agrícola.

Essa publicação apresenta, em forma de texto, as palestras realizadas durante o Simpósio, na intenção de dar uma contribuição atual e relevante em relação a esse importante tema da agricultura brasileira.

Manoel Carlos Bassoi

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja



Balanço da ferrugem asiática na safra 2006-07 com base nos números do Sistema de Alerta

Rafael Moreira Soares¹

O Sistema de Alerta surgiu da necessidade de uma comunicação ágil, dirigida a técnicos e produtores, de custo baixo, grande amplitude e apoio ao monitoramento tradicional. Também tem a intenção de atender as demandas por informação sobre problemas emergenciais, como foi o caso da ferrugem da soja a partir da safra 2002/2003. Portanto, o principal objetivo do Sistema de Alerta é levar informação e registrar o desempenho da safra de soja nas diferentes regiões produtoras, a partir de relatos dos técnicos. Até o momento, devido a sua importância econômica, a ferrugem da soja tem sido o assunto dominante no sistema. Mas, além dos registros das ocorrências de ferrugem que resultam no mapa da ferrugem no Brasil, o sistema apresenta textos sobre a doença e informativos periódicos sobre aspectos gerais da safra em desenvolvimento.

A Figura 1 mostra um gráfico com a evolução do número de assinantes do sistema. A criação da parceria público-privada denominada Consórcio Antiferrugem marcou um grande avanço para o Sistema de Alerta, pois possibilitou que este pudesse contar com as informações fornecidas pelos parceiros do consórcio, aumentando bastante a abrangência e credibilidade do sistema. No entanto, de acordo com os números dos dois últimos anos, a base de dados ainda está deficiente em relação a alguns Estados do Brasil, não refletindo exatamente a situação real da ocorrência da ferrugem nesses Estados.

Entre as principais informações geradas pelo Sistema de Alerta estão as épocas dos primeiros focos. As ocorrências registradas no site mostram que, na safra de 2005/2006, a primeira

¹ Eng. Agr., Dr. em Fitopatologia, Embrapa Soja, Londrina, PR.
rafael@cnpso.embrapa.br.

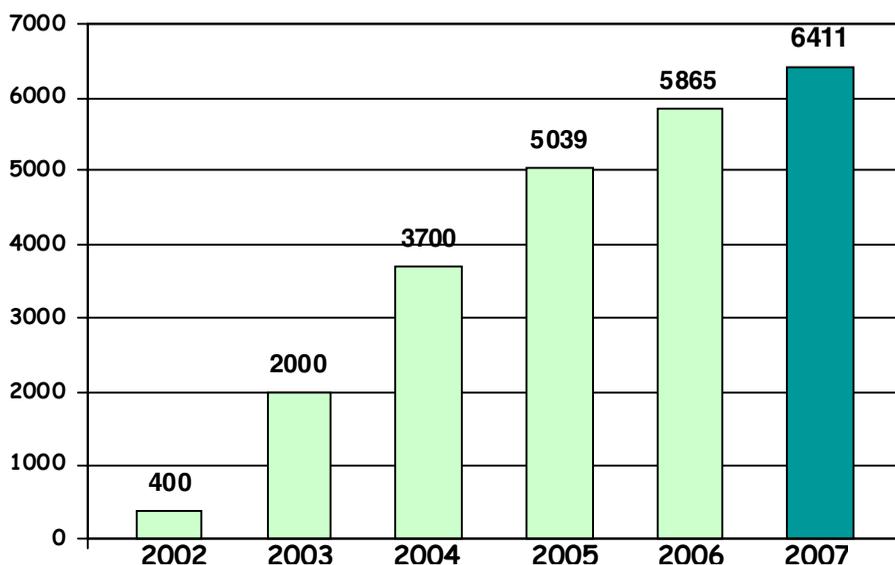


Figura 1 – Número de assinantes do Sistema de Alerta por ano.

Tabela 1 – Ocorrências de ferrugem da soja a cada mês no Sistema de Alerta, safra 2006/2007.

Estados	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Total
BA	-	-	3	178	331	334	-	-	846
GO	-	10	26	37	1	7	-	-	83
MA	-	-	-	49	117	6	-	-	172
MG	-	1	2	8	2	-	-	-	13
MS	-	5	25	474	162	-	-	-	666
MT	-	10	6	1	-	-	-	-	17
PA	-	-	-	-	-	-	-	1	1
PI	-	-	-	-	7	3	-	-	10
PR	-	7	56	585	14	-	-	-	662
RO	-	-	4	1	-	-	-	-	5
RS	-	-	3	35	190	197	-	-	425
SC	-	-	-	10	3	1	-	-	14
SP	-	1	12	24	7	-	-	-	44
TO	-	-	-	10	13	-	-	-	23
Brasil	-	34	137	1412	847	548	-	1	2981

constatação de ferrugem foi em 18/10/05 em Primavera do Leste, MT. Na safra 2006/2007, a primeira constatação foi em 10/11/06, em Rondonópolis, MT. A distribuição das ocorrências por estado e mês estão descritos na Tabela 1, onde se observa o total de registros nessa última safra foi de 2981, contra 1419 na safra passada. Na Tabela 2, tem-se as ocorrências por estado e estágio da cultura, e na Figura 2 uma comparação da ocorrência por estágio nas duas últimas safras. Verificou-se que, comparando com a safra passada, embora as primeiras ocorrências tenham sido verificadas mais tarde, de maneira geral, as ocorrências aumentaram nesse ano. Isso se explica, em parte, pelo aumento da rede de laboratórios participantes do Consórcio Antiferrugem, mas também pelas condições climáticas muito favoráveis para a doença em alguns Estados. Nos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Maranhão e Bahia, verificou-se as epidemias mais severas desde o aparecimento da ferrugem nesses locais. Nos demais Estados onde a ferrugem ocorreu nos anos anteriores, de forma geral, a pressão da doença ao final da safra alcançou níveis semelhantes aos dos outros anos. As ocorrências no estágio vegetativo diminuíram de 5% em 2005/2006, para 2% em 2006/2007.

Tabela 2 – Ocorrências de ferrugem da soja nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, no Sistema de Alerta, safra 2006/2007.

Estados	V2	V3	Vn	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	Total
BA	1	-	2	55	68	51	97	356	159	57	-	-	846
GO	-	1	11	18	13	14	4	17	3	1	1	-	83
MA	-	-	-	1	-	9	4	143	15	-	-	-	172
MG	-	1	3	5	-	1	1	2	-	-	-	-	13
MS	-	-	5	14	52	85	79	395	35	1	-	-	666
MT	-	-	2	3	4	1	1	5	-	1	-	-	17
PA	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
PI	-	-	-	-	-	-	-	7	3	-	-	-	10
PR	-	1	21	41	71	86	97	316	23	5	-	1	662
RO	-	-	-	-	1	2	1	1	-	-	-	-	5
RS	-	1	6	9	10	31	65	266	35	2	-	-	425
SC	-	-	-	-	5	2	2	5	-	-	-	-	14
SP	-	-	2	4	3	7	2	21	5	-	-	-	44
TO	-	-	-	-	-	1	1	17	4	-	-	-	23
Brasil	1	4	52	150	227	290	354	1551	283	67	1	1	2981

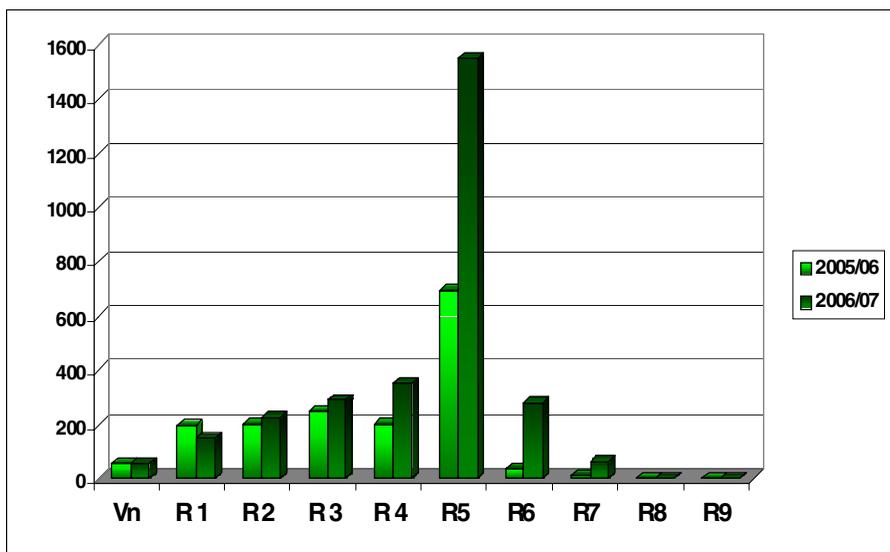


Figura 2 - Ocorrências de ferrugem por estágio fenológico no Sistema de Alerta. Safras 2005-06 e 2006-07.

Considerações finais

Considerando a extensão territorial brasileira e sua diversidade climática, fica sempre difícil traçar um quadro geral sobre o panorama da ferrugem no País. Um exemplo que ilustra bem isso é o fato de que, no final do ano, enquanto algumas lavouras estavam sendo colhidas no Mato Grosso, outras estavam sendo semeadas no Rio Grande do Sul.

Por isso, os pesquisadores da Embrapa enfatizam a importância do monitoramento das lavouras para determinar as aplicações de fungicidas e não a utilização de calendários fixos. Se as condições extremamente favoráveis para a ocorrência da doença nos ambientes do Cerrado têm demonstrado um melhor controle com aplicações no início do florescimento, isso não tem eliminado a necessidade de monitoramento durante a fase vegetativa. Nos estados do sul, tem sido verificada a viabilidade do monitoramento

e a aplicação a partir da constatação dos primeiros sintomas na lavoura ou em unidades de alerta (parcelas semeadas antes da época normal, para detectar a doença). Um exemplo, nesta safra, foram lavouras no oeste do Paraná onde foram realizadas aplicações apenas no estádio R4 (formação de vagens) das plantas, direcionadas pela constatação da doença na região e a previsão de ocorrência de chuvas. Nesse caso, uma aplicação por calendário, no início da floração, não teria residual suficiente para proteger a cultura no momento em que a doença apareceu na região ou até o final do ciclo, gerando a necessidade de duas aplicações, aumentando os custos econômico e ambiental da lavoura.

Segundo cálculos elaborados pela Embrapa, baseados em um levantamento realizado junto às cooperativas, universidades, fundações de pesquisa, órgãos de assistência técnica e extensão rural de diferentes estados produtores e nos dados apresentados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), as perdas em grãos provocadas pela ferrugem asiática da soja somaram aproximadamente 4,5% da safra brasileira de soja em 2006/07, o que equivale a 2,67 milhões de toneladas de grãos ou US\$ 615,7 milhões, considerando o preço médio de US\$ 230,6 a tonelada de soja. Somando-se o custo da operação de controle, cuja média nacional ficou em 2,3 aplicações por hectare, o que representa US\$ 1,58 bilhão, o custo total da ferrugem asiática na safra 2006/07 é de US\$ 2,19 bilhões. Embora esses números revelem que os prejuízos com a doença se mantiveram estáveis em relação a safra passada, considera-se que houve um avanço em relação ao controle da doença, pois as condições climáticas para a ocorrência da ferrugem foram mais favoráveis esse ano.

Referências

<http://www.cnpso.embrapa.br/alerta>



Nova plataforma para o mapeamento da dispersão da ferrugem asiática da soja no Brasil

Emerson M. Del Ponte¹, Gustavo Tibolla², Willingthon Pavan², Cláudia V. Godoy³, Sandra M.S. Campanini³, Carina G. Rufino³, Claudine D.S. Seixas³ e Rafael M. Soares³

Desde o início de suas atividades, no ano de 2004, o Consórcio Antiferrugem tem se destacado como a principal iniciativa no Brasil no combate à ferrugem asiática da soja. O Consórcio é coordenado pelo Ministério da Agricultura, tendo como atores vários segmentos da cadeia produtiva da soja. Desde então, diversas ações tem sido conduzidas para auxiliar a identificação e definição de estratégias de monitoramento, manejo e controle dessa doença. Dentre estas, um “Sistema de Alerta” na Internet teve início na safra 2004/05, idealizado e coordenado pela Embrapa Soja. O sistema consiste em uma rede de comunicação para informar a assistência técnica pública e privada sobre problemas detectados durante a safra, orientar quanto a possíveis soluções e captar, entre os agentes de transferência, informações sobre o desempenho da safra nas várias regiões produtoras.

Além dos informativos divulgados no “Sistema de Alerta” no decorrer da safra e na entressafra, foi desenvolvido, em 2004, um sistema para a divulgação dos relatos de ocorrência da ferrugem da soja no Brasil, com a mobilização da rede de laboratórios credenciados ao Consórcio Antiferrugem. Para tal, um sistema computacional foi proposto baseado em três componentes: a) uma base de dados para o registro das informações de ocorrência da doença; b) programas para inclusão e administração, geração de relatórios e consulta das informações; c) interfaces para visualização das informações requisitadas, em formato tabular e em formato de

¹ Depto de Fitossanidade, Fac. de Agronomia, Univ. Federal do Rio Grande do Sul

² Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo

³ Embrapa Soja

um mapa geográfico. O sistema é totalmente dinâmico contendo diferentes níveis de usuários que manejam as informações no sistema. A administração central é feita pela Embrapa Soja, porém a alimentação do banco de dados é totalmente descentralizada, de forma que cada um dos 76 laboratórios participantes do consórcio tem acesso ao sistema através de um acesso a área restrita. Uma vez incluídas as informações pelos laboratórios, estas são cheçadas pelos administradores na Embrapa Soja, para a liberação no sistema e disponibilidade imediata para visualização na tabela e no mapa geográfico. No mapa atual, a área de um município onde há registro de ocorrência é pintada no mapa com uma cor específica, segundo o tipo de área (por exemplo, cor vermelha, para as áreas comerciais). É possível fazer aproximações no mapa através de uma ferramenta de "zoom". Atualmente, o sistema tem armazenado informações de ocorrência da ferrugem em 3 safras (2004/05, 2005/06 e 2006/07) e duas entressafras (2005 e 2006). A partir da safra 2005/06, cada laboratório passou a registrar múltiplas ocorrências para um mesmo município. Nas safras anteriores, apenas o primeiro relato para o município era informado no sistema. Para cada registro de um relato de ocorrência, são associadas as seguintes informações: estado, município, nome do laboratório, estágio fenológico, tipo de área, data da ocorrência, identificador da ocorrência, cultivar e condições climáticas. Estas informações são visualizadas em uma tabela em ordem cronológica, quando da entrada na página "mapa da ferrugem", e chegou a mais de dois mil registros ao final da safra 2006/07. Um ícone no topo da página permite visualizar as ocorrências no sistema de informação geográfica.

Proposta de um novo mapa da ferrugem

Após três safras, o sistema atual tem funcionado razoavelmente bem para os objetivos propostos. Pequenas melhorias no sistema foram feitas nesse meio tempo, segundo as necessidades detectadas durante o manejo do sistema. Ao final da safra 2006/07, teve início um novo projeto visando à reformulação de parte do sistema, principalmente no componente do mapa de visualização

das ocorrências. Desde março de 2007, uma nova interface tem sido trabalhada para se integrar no sistema atual, usando as informações constantes no banco de dados atual. O novo projeto surgiu em decorrência da necessidade de dar maior visibilidade e interatividade ao mapa da ferrugem, o qual tem um papel secundário no sistema atual, onde o foco principal é em uma tabela dos registros de ocorrência em ordem cronológica. Com isso, o sistema apresenta uma lentidão de carregamento das páginas, com o incremento do número de registros de ocorrência, que tem que ser carregados totalmente na página principal do website. Outro problema detectado no momento de maior registro de ocorrências, é a lentidão do sistema na área administrativa, dificultando o trabalho dos laboratórios, quando da inclusão de um grande número de ocorrências.

De forma a contemplar as necessidades imediatas, três objetivos foram estabelecidos em uma primeira etapa do projeto de um novo sistema mapa da ferrugem, com planos de ser disponibilizado a partir da safra 2007/08, conforme segue: a) Criar um site para o Consórcio Antiferrugem, independente do Sistema de Alerta, e com o foco no monitoramento da dispersão; b) Desenvolver um novo sistema de mapa na web que seja de fácil uso pelo usuário e que permita maior interatividade na visualização das ocorrências ; c) Realizar os ajustes necessários para a migração e modificações no banco de dados e dos sistemas já desenvolvidos para um novo servidor web.

Tecnologias utilizadas

Dentre as várias opções de ferramentas para visualização de dados em sistemas de informações geográficas na Internet, o *Google maps* é uma aplicação gratuita de tecnologia de mapeamento na web desenvolvido pela empresa *Google* e que atualmente é usado em milhares de serviços de mapas no mundo. Os mapas oferecidos pelo *Google* consistem em imagens de satélite e sistemas de informações geográficas em nível mundial. A partir de maio de 2007, o mapa do *Google* conta com todos os mapas de ruas do Brasil. Os mapas do *Google* podem ser inseridos em outras páginas fora dos

servidores da empresa e programados de forma que várias camadas de informações georeferenciadas possam ser sobrepostas sobre os mapas base. Os usuários podem interagir no mapa através de movimentos e aproximações, além de poder clicar sobre os pontos no mapa e visualizar informações associadas com cada ponto, seja na forma de texto ou imagens. Tais informações podem estar armazenadas em banco de dados e serem dinamicamente carregadas em tempo real quando da requisição pelo usuário, o que permite que sejam programados filtros de buscas no banco de dados e visualização no mapa. Além de pontos, polígonos podem ser desenhados e sobrepostos no mapa, como é o caso de contornos de estados, municípios ou qualquer outra área geográfica de interesse. As outras tecnologias usadas, compatíveis com o *Google maps*, consistiram de Javascript, que é utilizado como base na programação dos mapas do Google, além de PHP, XML e Ajax, para a programação das requisições, filtros e interface do novo mapa da ferrugem. O banco de dados utilizado para armazenar as informações foi o Mysql, e ajustes foram feitos na modelagem do banco para se adaptar ao novo sistema.

Características da primeira versão e trabalhos futuros

Um protótipo do sistema, com base no *Google maps* já se encontra em desenvolvimento, com várias características implementadas. O novo website de monitoramento tem o foco no mapa da ferrugem na primeira página do website, conforme visualizado na Figura 1. Quando da entrada na página, são mostrados os locais das detecções reportadas na safra corrente sobre o mapa do Brasil. As ocorrências são visualizadas na forma de um círculo posicionado na coordenada central de cada município onde foi relatada a ocorrência da doença. Os círculos têm um diâmetro diferenciado conforme o número de detecções reportado para cada município. Clicando sobre cada círculo, abre-se uma janela com uma lista de detecções para o município, em ordem cronológica, com informações como data de detecção, estágio da cultura, identificador e o laboratório responsável pela confirmação. Ao lado

do mapa, existem opções de filtragem das ocorrências por safra, Estado brasileiro e intervalo de tempo. Após a seleção do Estado, este é visualizado em aproximação, com um contorno, e é apresentada a lista de municípios em que há ocorrência, com o número de detecção entre parênteses. Selecionado um município, este é aproximado no mapa e é aberta automaticamente a lista de informações para o município, com as detecções em ordem cronológica.

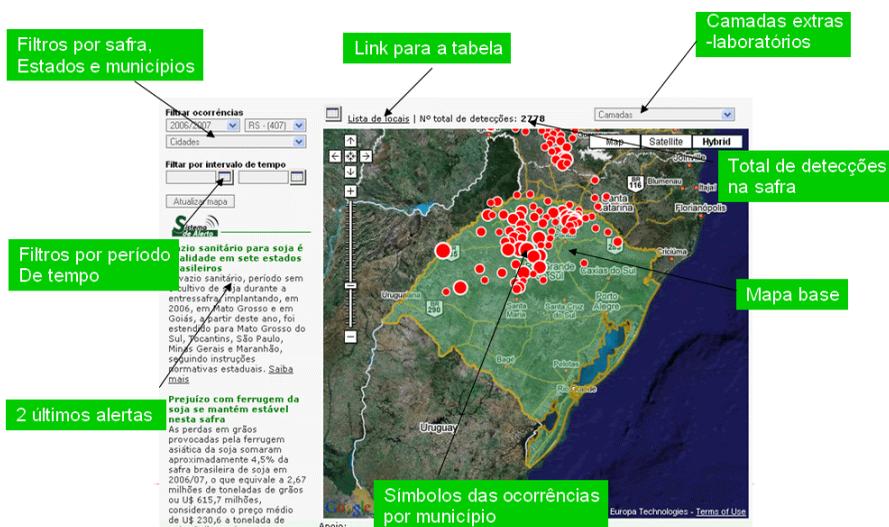


Figura 1. Proposta de interface para o novo mapa da dispersão da ferrugem asiática da soja no Brasil, com indicação das características e funcionalidades do sistema.

Esta primeira versão do novo mapa, com as características apresentadas estará disponível a partir da safra 2007/08. As outras funcionalidades como os filtros e a visualização da tabela com todas as informações das detecções, que estavam no sistema atual, serão mantidos e ajustados para a nova interface. Em paralelo, se continuará desenvolvendo outras funcionalidades no mapa, a serem disponibilizadas nas safras subseqüentes. Dentre estas se destacam: ligação com bancos de dados climáticos, visualização do contorno dos municípios, possibilidade de cadastro de ocorrência através de

coordenadas geográficas ou geocodificação por endereço postal, cadastro massal de ocorrências por parte dos laboratórios, visualização de gráficos de incremento de detecções por município, visualização de riscos de epidemias com base em modelos de previsão. Todas essas funcionalidades serão trabalhadas para serem integradas totalmente na interface do mapa. O link para o novo mapa será disponibilizado na página do *Sistema de Alerta* da Embrapa Soja, estando disponível a partir de setembro de 2007.

Links de referência

Sistema do Consórcio Antiferrugem

<http://www.consorcioantiferrugem.net>

Sistema de Alerta

<http://www.cnpso.embrapa.br/alerta>

Página do Google maps

<http://maps.google.com>

Interface de programação do Google maps <http://www.google.com/apis/maps/documentation/>

Vazio Sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento

Claudine Dinali Santos Seixas¹, Cláudia Vieira Godoy¹

Vazio sanitário da soja é o período de ausência de plantas vivas dessa cultura no campo. É uma estratégia adicional no manejo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), objetivando reduzir a quantidade de uredosporos no ambiente na entressafra e, dessa forma, inibir o ataque precoce da soja, pela presença de inóculo inicial menor.

A doença foi detectada no Brasil, pela primeira vez, no final da safra 2000-2001 (YORINORI et al., 2003) e, já na safra seguinte, estava presente na maioria dos Estados produtores. Apesar de ser um fungo agressivo e com potencial para causar danos severos, pouca coisa mudou no comportamento dos produtores quanto à semeadura de soja na entressafra, principalmente para a produção de semente. Isso teve, como conseqüência, a ocorrência da doença cada vez mais cedo nas safras subseqüentes. Na safra 2003-2004, em Sorriso, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Sapezal e Primavera do Leste, no Mato Grosso e Goiânia, em Goiás, foram relatados casos de ocorrência aos 25 dias após a germinação (SISTEMA, 2007).

Pesquisadores e técnicos chamavam a atenção para o risco que a safrinha de soja representava para a safra de verão, considerando que o fungo causador da ferrugem é um parasita obrigatório (necessita de tecido hospedeiro vivo) e a soja da entressafra funcionava como uma “ponte verde”, possibilitando a sobrevivência e multiplicação do fungo. Plantas guaxas ou tigüera (oriundas de grãos caídos durante a colheita), também podem contribuir para a manutenção do fungo nas áreas de produção.

¹ Eng. Agr., Dra. em Fitopatologia, Embrapa Soja, Londrina, PR.
claudine@cnpso.embrapa.br, godoy@cnpso.embrapa.br

Na região de Primavera do Leste, Mato Grosso, na safra 2004-2005, os primeiros focos foram detectados em plantas com 20 a 30 dias, e atingindo níveis epidêmicos no mês de dezembro (SIQUERI, 2005). Nessa região, o número de aplicações de fungicidas foi de 4,5 a 5,0 e houve casos de abandono de lavoura (SIQUERI, 2005).

Durante a segunda reunião do Consórcio Antiferrugem (CAF) em 2005, em Londrina, PR, os membros presentes sugeriram ao representante do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fosse elaborada uma Instrução Normativa estabelecendo um período livre de plantas verdes de soja no período da entressafra. Esse período deveria ser de 90 dias, considerando que o período máximo de viabilidade de uredosporos de *P. pachyrhizi*, registrado na literatura, é de 55 dias (PATIL et al, 1997).

Três ensaios foram conduzidos na Embrapa Soja, com o objetivo de verificar a viabilidade de esporos. No primeiro ensaio, em que os uredosporos foram coletados e mantidos em temperatura ambiente, a germinação caiu de pouco mais de 80% para 0%, após 17 dias (Figura 1) (GODOY & FLAUSINO, 2004).

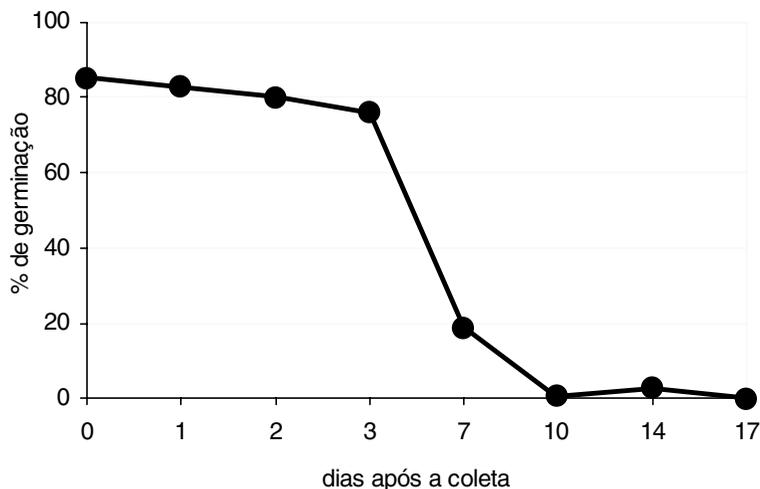


Figura 1 – Germinação de uredosporos de *P. pachyrhizi* após coleta e armazenagem em temperatura ambiente.

No segundo ensaio, em que os uredosporos foram armazenados em diferentes ambientes (temperatura ambiente, geladeira e freezer). Em geladeira, após 59 dias ainda havia em torno de 30% de esporos viáveis (Figura 2). No terceiro ensaio, em que se manteve os uredosporos em folhas destacadas, após 30 dias, não foram detectados esporos viáveis (Figura 3) (GODOY & FLAUSINO, 2004).

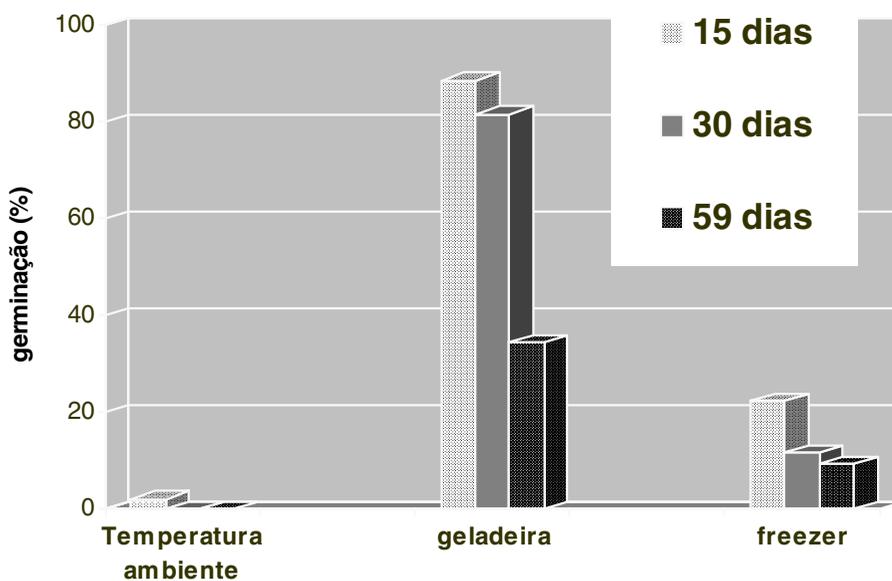


Figura 2 – Germinação de uredosporos de *P. pachyrhizi* armazenados em diferentes condições. Germinação inicial de 84%.

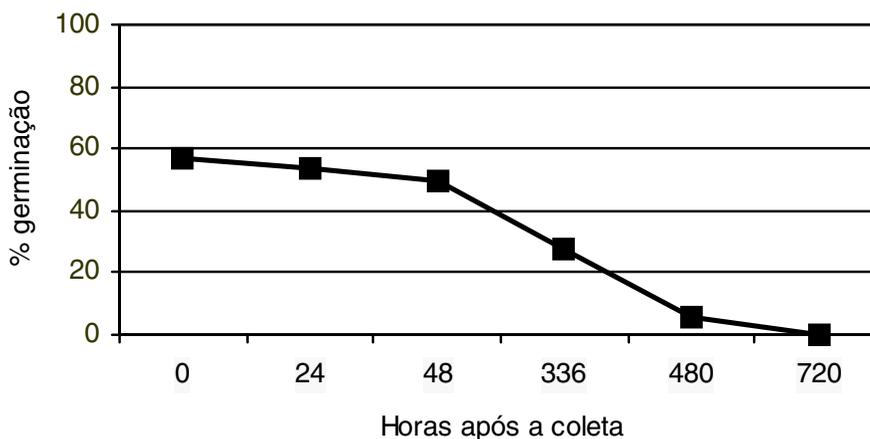


Figura 3 - Germinação de uredosporos (%) de *P. pachyrhizi* em folhas destacadas.

A Embrapa Soja propôs o seguinte calendário para o vazio sanitário: a) de 01 de julho a 30 de setembro no Rio Grande do Sul; em Santa Catarina; no centro, no sul e no sudeste do Paraná; no norte de São Paulo; no norte e no nordeste do Mato Grosso do Sul; no sul do Mato Grosso; em Goiás; em Tocantins; no Maranhão; no Piauí; na Bahia e no Pará; b) de 15 de junho a 15 de setembro no oeste e no norte do Paraná; no sul de São Paulo; no centro e no sul do Mato Grosso do Sul; no norte de Mato Grosso e em Rondônia.

Técnicos do MAPA, considerando o nível tecnológico, principalmente de produtores de semente, e a falta de resultados de pesquisa comprovando a influência do inóculo produzido na entressafra para amparar a Instrução Normativa, optaram pela publicação de uma Recomendação Técnica Conjunta indicando a interrupção, por 90 dias, entre a colheita de inverno e a semeadura de soja no verão. No Mato Grosso, a Superintendência Federal de Agricultura no Estado e o Instituto de Defesa Agropecuária, assinaram uma recomendação conjunta para que se mantivessem as áreas irrigadas sob pivô central sem cultivo de soja e sem a presença de plantas voluntárias até o início da semeadura da safra de verão.

Porém, naquele ano (2005), foi liberada a soja transgênica no Brasil e muitos produtores não seguiram a recomendação, utilizando as áreas sob irrigação para a multiplicação de semente. Nesse inverno, foram semeados 16.000 ha de soja em Primavera do Leste, MT (30 pivôs). A recomendação para que o controle da doença fosse realizado até o final do ciclo, também não foi seguida e houve casos, inclusive, de abandono de lavouras após sete aplicações de fungicida.

Novamente, no início da safra 2005-2006, na mesma região de Primavera do Leste, a ferrugem foi detectada no início do período vegetativo da cultura e especialistas já previam que o custo de produção poderia comprometer a safra de soja naquela região (SISTEMA, 2007). A ocorrência de ferrugem no período vegetativo também foi relatada em áreas irrigadas em Guaíra, SP e em Minas Gerais (SISTEMA, 2007).

Em 2006, os Estados de Mato Grosso, Goiás e Tocantins instituíram o vazio sanitário através de Instrução Normativa ou Portaria.

Em 2007, foi publicada pelo MAPA, a Instrução Normativa Nº 2, de 29 de janeiro de 2007, instituindo o Programa Nacional de Controle da Ferrugem Asiática da Soja (PNCFS), no qual, entre outras diretrizes, ficou estabelecido que os Estados deveriam criar seus Comitês Estaduais de Controle da Ferrugem Asiática da Soja e que as instâncias intermediárias do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) em cada Estado, deveriam estabelecer um calendário de semeadura de soja, com um período de, pelo menos 60 (sessenta) dias sem a presença de plantas cultivadas ou voluntárias.

Além do Mato Grosso, o vazio sanitário foi instituído nos Estados de Mato Grosso do Sul, de São Paulo, do Maranhão e de Minas Gerais. No Rio Grande do Sul, foi criado o Comitê Estadual, mas seus membros, em função das características climáticas do Estado, concluíram que não havia a necessidade de instituir o vazio sanitário para a soja.

No Estado do Mato Grosso, na safra subsequente à implementação do vazio sanitário (2006-2007), seu efeito já foi percebido. Enquanto na safra 2005-2006, o primeiro foco de ferrugem foi detectado no dia 18 de novembro de 2005 em plantas

no estádio Vn, e o segundo foco no dia 05 de novembro em plantas no estádio V3, na safra 2006-2007, o primeiro foco foi em plantas no estádio Vn, no dia 10 de novembro. Em Primavera do Leste, o primeiro foco foi encontrado no dia 06 de dezembro em plantas no estádio R2. Com base nos dados do Sistema de Alerta da Embrapa Soja, não se detectou efeito do vazio sanitário nos Estados de Goiás e de Tocantins, na safra 2006-2007.

As normas dos Estados têm alguns pontos em comum: a necessidade de cadastro dos produtores e de sua atualização freqüente (exceção de São Paulo); a determinação da destruição das plantas voluntárias como responsabilidade do produtor, que, com exceção do Maranhão, que deve ser feita até 30 dias após a colheita; a possibilidade de semeadura de soja durante o período do vazio, para pesquisa ou produção de semente, mas, com exceção de São Paulo, é necessário obter autorização junto a instância competente, que terá 30 dias para analisar e informar sua decisão. Para essas "áreas-exceção", é necessário que um responsável técnico assine o termo de compromisso que trata, entre outras coisas, da forma de condução da área quanto ao manejo da ferrugem asiática. A ocorrência da doença deve ser comunicada à instância determinada.

Desta forma, o período de vazio sanitário da soja varia para cada Estado que já o instituiu, de acordo com a Figura 4.

Estado	JUNHO 15	JULHO 30	AGOSTO 15	SETEMBRO 15 30	OUTUBRO 15
MT					
GO					
TO					
MS					
SP					
MA					
MG					

Figura 4 – Período do vazio sanitário da soja nos Estados que o instituíram, até junho de 2007.

No mês de maio de 2007, em Belo Horizonte, MG, durante a reunião do FONESA (Fórum Nacional de Executores de Sanidade Agropecuária), discutiu-se sobre a possibilidade de harmonizar o período do vazio sanitário em todos os Estados produtores. A proposta é para que esse período seja de 01 de julho a 30 de setembro (MICHELIN, 2007). No Estado de Minas Gerais, essa alteração foi feita logo após a reunião. Foi publicada a Resolução Nº 884, de 06 de junho de 2007, alterando a Resolução Nº 882, de 26 de abril de 2007. Segundo essa nova Resolução, o período passa de 15 de julho a 15 de outubro (estendendo até o dia 25 de outubro para a região noroeste do Estado), para 01 de julho a 30 de setembro em todo o Estado (NOGUEIRA, 2007).

Entre as normas dos Estados, além dos pontos em comum mencionados anteriormente, há, também, algumas particularidades.

Na Instrução Normativa (IN) 001/2006, de 13/09/2006 e Anexo I, que estabelece o vazio sanitário para o Mato Grosso, estão previstas campanhas educativas feitas em parceria entre SEDER-INDEA/MT e as entidades representativas de produtores rurais; está determinado que os produtores são responsáveis pelas plantas voluntárias em estradas dentro da área sob seu domínio; o requerimento para semeadura dentro do período do vazio deve ser encaminhado até o dia 31 de janeiro e o detalhamento do controle preventivo contra a doença deve constar do mesmo, para as "áreas-exceção"; não há tolerância em relação a ferrugem, se forem detectados sintomas em qualquer intensidade, a área será destruída.

A IN 001/2006, de 28 de março de 2006, que estabelece o vazio em Goiás, limita até o dia 30 de abril a solicitação para "áreas-exceção"; a norma considera o monitoramento da doença obrigatório e no termo de compromisso consta a descrição do manejo indicando que o monitoramento deve ser diário até o estádio R7.1 e que deve ser feita uma aplicação preventiva no estádio R1; estabelece que o solicitante da "área-exceção" responderá por perdas e danos caso seja responsável pela proliferação da praga em áreas de terceiros.

Em Tocantins, o vazio foi determinado pela Portaria n. 219, de 03 de julho de 2006 e pela Portaria n. 106, de 28 de março de

2007. Ficou estabelecido que as “áreas-exceção” devem ser semeadas até o dia 30 de maio; o monitoramento é obrigatório e o controle químico deve ser realizado de acordo com a recomendação do Responsável Técnico. Menciona que deve ser feita uma aplicação preventiva no estádio R1 e a eliminação de áreas ocorrerá apenas em caso de perda de controle (MARIANO, 2007).

No Mato Grosso do Sul, é na Lei 3.333, de dezembro de 2006 (D.O.E. n. 6834 de 22/12/2006), que o vazio sanitário está estabelecido. Nesse Estado, o requerimento para as “áreas-exceção”, juntamente com o Plano Simplificado de Trabalho, devem ser encaminhados até o dia 30 de abril. Assim como em Tocantins, o manejo da doença é estabelecido pelo Responsável Técnico e deve constar no Plano de Trabalho Simplificado. Da lei constam as sanções e penalidades a que estão sujeitos aqueles que não a cumprirem e também o detalhamento sobre o Comitê Estadual quanto à sua composição e atuação.

Em São Paulo, o vazio foi estabelecido pela Resolução SAA – 9, de 15-3-2007, que é uma norma bem sucinta, não exige cadastro das propriedades, nem prevê a necessidade de autorização ou comunicação das “áreas-exceção”, mas define como competência da CATI e da APTA a implementação de ações voltadas à conscientização e à divulgação da importância do vazio sanitário.

No Estado do Maranhão, foi publicada a Instrução Normativa Nº 01, de 22 de fevereiro de 2007, no Diário Oficial de 28 de fevereiro de 2007 (URBANO, 2007), estabelecendo como período para o vazio, 01 de julho a 30 de setembro, porém, por solicitação de produtores, foi publicada a Instrução Normativa Nº 02, de 08 de maio de 2007, modificando esse período para 15 de agosto a 15 de outubro, sendo válido apenas para o ano de 2007. Foi o único Estado que estabeleceu 60 dias para o vazio, mas a IN 02 só é válida para o ano de 2007. Nesse Estado, sob sistema de irrigação, não são permitidas culturas hospedeiras de *P. pachyrhizi*, o que exclui a semeadura de feijão nesse período, considerado hospedeiro do fungo. Uma vantagem adicional dessa medida, é que o feijão e a soja têm outras pragas em comum, como a mosca branca, que em algumas regiões do país, onde o feijão antecede a soja pode ser motivo de preocupação para os produtores. Outra diferença da norma

do Maranhão para os outros Estados, é que o prazo para a destruição de plantas voluntárias é até um dia antes do início do vazio. Normas para controle da doença em “áreas-exceção” são estabelecidas, apenas, para campos de produção de semente, onde a severidade máxima tolerada é de 3% e atribui à Embrapa a responsabilidade de indicar os métodos de monitoramento e de controle da doença.

Em Minas Gerais, o vazio sanitário foi determinado pela Resolução Nº 882, modificada pela Resolução Nº 884, de 06 de junho de 2007. Nesse Estado, o Requerimento e o Plano Simplificado de Trabalho para as “áreas-exceção” deve ser encaminhado ao IMA até o dia 30 de março. Juntamente com essa documentação, na qual deve constar o detalhamento de como o controle da doença será feito, deve ser encaminhada uma justificativa fundamentada que será analisada pelo Comitê Estadual.

As situações que podem constituir-se em “áreas-exceção” encontram-se sumarizadas na Figura 5.

	MT	TO	GO	MS	SP	MG	MA
Pesquisa	●	●	●	●	●	●	●
Semente genética		●	●			●	●
Material genético	●	●	●				●
Semente certificada		●					●
Projetos públicos de irrigação		●	●				
Plantio de sementes atrelado a informações contidas nos padrões estabelecidos pelo MAPA		●					

Figura 5 – Situações que podem justificar semeadura de soja dentro do período do vazio sanitário nos Estados (“áreas-exceção”).

Para verificar a eficácia do vazio sanitário no atraso da ocorrência da ferrugem nas regiões produtoras de soja, é necessário que os membros do Consórcio Antiferrugem, juntamente com o pessoal dos laboratórios credenciados se esforcem para que as informações sejam fornecidas ao sistema de alerta. Adicionalmente, o sistema de alerta está sofrendo modificações com o objetivo de tornar mais ágil a incorporação de dados no mesmo.

Agradecimentos

As autoras agradecem os colegas: Luís Henrique Michelin (ADAPEC-TO), Nataniel Diniz Nogueira (IMA-MG), Luiz Roberto Moreira Lima Leite (AGED-MA), Carlos Alberto Salvador (SEAB-PR), Luiz Carlos (INDEA-MT), Wanderlei Dias Guerra (MAPA-MT), Dionísio Luiz Pisa Gazziero (Embrapa Soja) e Fernando Storniolo Adegas (Embrapa Soja) pela colaboração.

Referências

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A.M. Efeito da temperatura na germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*, viabilidade e sobrevivência em diferentes condições de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 124, 2004. Suplemento.

MARIANO, R.A. **Portarias que tratam da ferrugem da soja** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <claudine@cnpso.embrapa.br> em 16 mai. 2007.

MICHELIN, L.H. **Vazio sanitário nos estados** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <claudine@cnpso.embrapa.br > em 19 jun. 2007.

NOGUEIRA, N.D. **Vazio sanitário da soja em MG** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <claudine@cnpso.embrapa.br> em 20 jun. 2007.

PATIL, V.S.; WUIKE, R.V.; CHIRAME, B.B.; THAKARE, C.S. Viability and survival of uredósporos of *Phakopsora pachyrhizi* Syd in plant debris under different storage conditions. **J. Soils and Crops**, v. 8, n. 1, p. 16-19, 1998.

SIQUERI, F.V. Ocorrência da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no Estado de Mato Grosso – safra 2004/05. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1, Uberlândia. **Coletânea...** Uberlândia: EDUFU, 2005, p.93-100. Organizado por F.C. JULIATTI, A.C. POLIZEL, O.T. HAMAWAKI

SISTEMA DE ALERTA. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/> > Acesso em: 18 jun. 2007.

URBANO, E.T. **Vazio sanitário** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <claudine@cnpso.embrapa.br> em 19 jun. 2007.

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.



Relato da ferrugem asiática da soja no Estado da Bahia, na safra 2006/07

*Mônica C. Martins¹; Marco A. Tamai¹, Pedro V. L. Lopes¹
Newton S. Andrade²; Nailton S. Almeida²*

A ferrugem da soja teve destaque na safra 2002/2003 na região Oeste da Bahia, quando foi detectada pela primeira vez em lavouras de soja desse Estado, causando perdas na produção de 400 mil toneladas (Conab, 2003). O principal sintoma observado no campo foi a desfolha precoce, que impediu a completa formação dos grãos e conseqüentemente reduziu a produtividade.

O desconhecimento da doença por parte de produtores, técnicos e pessoas relacionadas ao agronegócio da soja na região, a observação tardia dos sintomas da doença na lavoura, as aplicações de fungicidas realizadas de forma inadequada e tardiamente e as poucas informações sobre a ferrugem foram os principais fatores responsáveis pelas perdas constatadas. A expectativa dos produtores para a obtenção de 40 sacas de soja/ha não foi alcançada devido à ocorrência da ferrugem que causou prejuízos da ordem de 30%, o equivalente a U\$ 102 milhões, mais de U\$ 43,3 milhões gastos com aplicações de fungicidas, o que representou perda total de U\$ 145,3 milhões (Informaiba, 2003).

A partir dessa primeira constatação, nas três safras subseqüentes a ferrugem foi registrada em todos os municípios produtores de soja do Oeste da Bahia, sendo o primeiro foco registrado na segunda quinzena de janeiro no município de Luís Eduardo Magalhães. Nesta última safra 2006/2007, o primeiro registro foi na segunda quinzena de dezembro no município de Barreiras (Figura 1). Em todas essas safras, a ferrugem foi constatada em lavouras comerciais de soja no estágio reprodutivo.

¹ Fundação Bahia

² ADAB/Barreiras

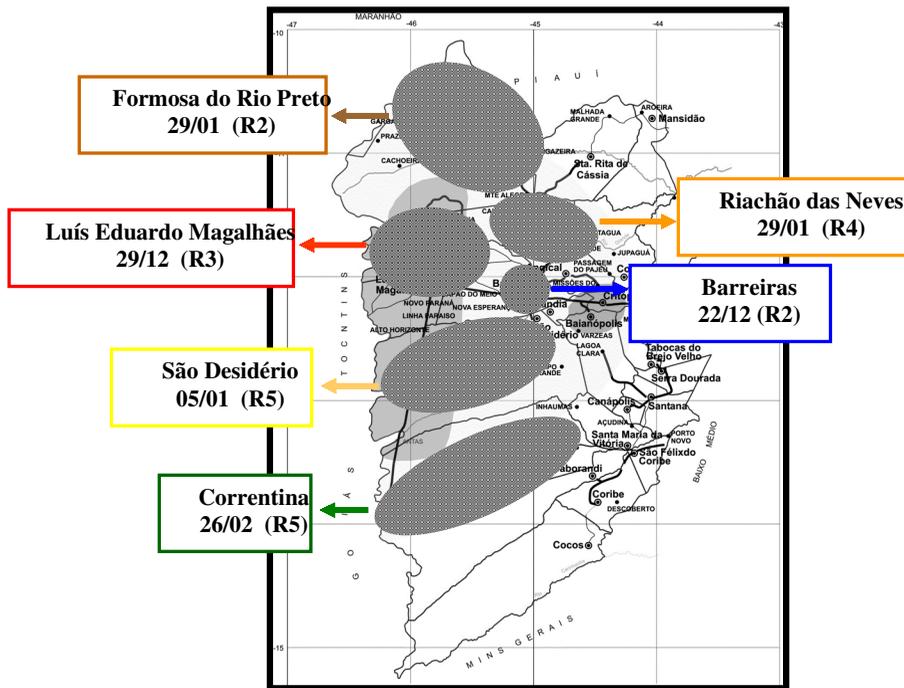


Figura 1. Data da primeira constatação da ferrugem e respectivo estágio fenológico da soja nos principais municípios produtores de soja na região Oeste da Bahia na safra 2006/2007.

Na safra 2006/2007, a ocorrência da ferrugem no mês de dezembro pode ser atribuída à antecipação das chuvas para o mês de outubro. As chuvas mal distribuídas ao longo da safra, com algumas regiões apresentando veranicos enquanto que, outras não, retardaram a rápida evolução da doença mas, esta foi registrada em todos os municípios produtores de soja.

O produtor realizou o monitoramento de suas lavouras contando com o apoio dos laboratórios para diagnose rápida da ferrugem, credenciados pelo Consórcio Anti-Ferrugem, num total de oito, distribuídos em três municípios, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e Correntina. Nesses laboratórios foram analisadas 3.374 amostras sendo confirmada a ferrugem em 2.287.

A pressão de ferrugem nessa safra foi maior que na anterior e variou em função da região, resultando em maior número de aplicações de fungicidas para o seu controle (média de 2,5 aplicações). A ocorrência da ferrugem, as condições climáticas adversas na região, entre outros fatores, não permitiram que o produtor alcançasse a produtividade esperada, 48 sacos/ha. A produtividade da soja na região ficou em torno de 45 sacos/ha (Aiba, 2007).

Referências

CONAB. Previsão e acompanhamento da safra 2002/03 quarto levantamento, abril, 2003.

INFORMAIBA. **Fechamento da safra 2002/03**, n.101, p.8-9, junho, 2003.

AIBA (Associação dos produtores e irrigantes da Bahia). **Região Oeste da Bahia - safra 2006/2007**. Aiba, 2007. 28p.



Relato da ferrugem asiática da soja nos Estados do Maranhão e do Piauí, na safra 2006/07

Maurício C. Meyer¹

A ferrugem da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, teve seu primeiro relato no Maranhão na safra 2002/03, nos municípios de Tasso Fragoso e Riachão, sem registro de perdas. Até a safra 2005/06, sua ocorrência foi observada tanto em áreas cultivadas no período normal de safra (novembro-abril), como na entressafra (junho-outubro), sem comprometer significativamente o rendimento da soja.

Na safra 2006/07, a incidência da doença foi significativamente mais agressiva que nos anos anteriores, sendo registrada em todas as áreas de produção de soja do sul do Maranhão, causando redução média de produtividade estimada em 9%, alcançando índices de perda de até 40% em algumas lavouras. As ocorrências se intensificaram a partir da floração, com progresso mais rápido da doença que os observados nos anos anteriores. Os focos iniciais apareceram em regiões onde houve cultivo de soja irrigada na entressafra, nos quais havia incidência de ferrugem.

As principais causas da agressividade da epidemia no Maranhão foram:

- condições ambientais favoráveis, notadamente pela redução das médias das temperaturas mínimas (Tabela 1);
- falta de crédito dos produtores para aquisição de insumos, limitando sua capacidade de aquisição antecipada de fungicidas;
- suposição de que as condições ambientais na safra 2006/07 continuassem a não favorecer o desenvolvimento da doença.

¹ Embrapa Soja, Cx. Postal 131, 65800-000 – Balsas, MA.
mauricio@embrapabalsas.com.br

Tabela 1. Variação das temperaturas mínimas e máximas durante a safra 2006/07 no sul do Maranhão.

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Janeiro	22,1 a 23,3	29,9 a 32,8
Fevereiro	21,1 a 22,6	29,0 a 34,2
Março	21,3 a 21,9	30,7 a 33,3
Abril	20,2 a 21,2	29,9 a 32,4

Fonte: Agritempo / Embrapa Informática Agropecuária

Boa parte da região produtora do Piauí sofreu escassez de chuvas e a conseqüente elevação da temperatura, tornou o ambiente desfavorável ao desenvolvimento da doença, não havendo registro de perdas significativas à cultura, entretanto a incidência da ferrugem foi registrada em algumas lavouras nos municípios de Uruçuí, de Baixa Grande do Ribeiro, de Alvorada do Gurguéia e de Bom Jesus.

O Maranhão deve adotar o *vazio fitossanitário*, com restrição de cultivo de soja no período de 15 de agosto a 15 de outubro de 2007 e, a partir de 2008, no período de 15 de julho a 15 de outubro.

Relato da Ferrugem asiática da soja no Estado do Mato Grosso do Sul, na safra 2006/07

Paulino José Melo Andrade¹ & Ricardo Barros²

O Estado de Mato Grosso do Sul, apresenta duas regiões distintas em termos de exploração da cultura da soja e também em relação ao comportamento da ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*). A região norte e nordeste, onde Chapadão do Sul está incluída, é considerada como mais favorável, uma vez que apresenta regime de chuvas bem distribuídas e temperaturas dentro da faixa que permite o bom desenvolvimento da doença. A outra região, denominada centro-sul, localizada de Campo Grande para o sul do Estado, com distribuição de chuvas irregular e com temperaturas mais elevadas, na maioria dos anos, não tem favorecido o desenvolvimento severo da doença.

Nessa safra (2006-2007), a ferrugem foi constatada na região centro-sul em meados de novembro e no nordeste (Chapadão do Sul), no final do mesmo mês. Nas referidas regiões, a doença começou a se desenvolver mais rapidamente, a partir do segundo decêndio de janeiro, coincidindo com intensos períodos de chuvas (Tabelas 1 e 2), concentrando-se a partir de então, o maior percentual de amostras positivas da doença (Tabela 3).

¹ Fitopatologista – Embrapa Soja

² Fundação MS – Maracaju, MS

Tabela 1. Precipitação em milímetros/mês, dias com ocorrência de chuvas no mês e maiores intervalos sem chuvas no mês, Chapadão do Sul, MS, 2006-2007.

Mês/ano	Ppt total (mm)	Dias c/ chuva	Maiores intervalos sem chuvas(dias)
Out/06	338	12	6
Nov/06	401	12	6
Dez/06	266	14	5
Jan/07	532	23	2
Fev/07	231	13	4
Mar/07	159	8	8
Abr/07	100	6	13

Tabela 2. Precipitação em milímetros/mês, dias com ocorrência de chuvas no mês e maiores intervalos sem chuvas no mês, Maracaju,MS,2006-2007.

Mês/ano	Ppt total (mm)	Dias c/ chuva	Maiores intervalos sem chuvas
Out/06	124	6	9
Nov/06	240	7	13
Dez/06	153	10	5
Jan/07	325	16	5
Fev/07	190	11	4
Mar/07	114	9	5
Abr/07	69	7	12

Tabela 3. Amostras analisadas e percentuais de amostras com ferrugem nos laboratórios de Chapadão do Sul e Maracaju, MS, safra 2006/2007.

Mês/ano	Chapadão do Sul		Maracaju	
	Amostras	Positivas(%)	Amostras	Positivas(%)
Dez/06	196	16	31	19
Jan/07	395	46	97	46
Fev/07	59	98	15	80
Jan/fev/07*	126	80	43	79

* de 20 /01/07 até última análise de fevereiro/07

Excetuando-se a região de fronteira com o Paraguai, onde algumas propriedades registraram reduções em torno de 10% na produtividade, a doença foi manejada adequadamente no Estado. Utilizou-se nessa safra, em média, 2,5 aplicações de fungicida para o controle da ferrugem. Essa média de aplicações foi devida, principalmente, ao papel fundamental que o monitoramento da ferrugem vem desempenhando no Estado, possibilitando ao agricultor efetuar suas aplicações nos momentos mais adequados.



Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de Goiás e Distrito Federal, na safra 2006/07

José Nunes Junior¹

Histórico

Em Goiás, a ferrugem asiática foi constatada pela 1ª vez em março de 2002, nos municípios de Chapadão do Céu, Rio Verde, Jataí, Mineiros, Portelândia, Santa Rita do Araguaia, Bom Jesus de Goiás e Campo Alegre. As lavouras mais atingidas foram registradas no município de Chapadão do Céu e Mineiros com perdas de rendimento variando de 30% a 75%. A perda média do Estado foi de 10%. O cultivo de soja na entressafra- (junho/julho), soja guaxa/tigüera, funcionaram como ponte verde.

Na safra 2002/2003, o quadro de ocorrência da ferrugem foi diferente da anterior, com quase 100% da área de soja do estado. A 1ª ocorrência foi na 2ª quinzena de janeiro/03. A 1ª ocorrência no Distrito Federal foi nessa safra. Houve uma mobilização de alerta e orientações sobre métodos de identificação e controle, através de dias de campo, palestras, publicações e outros meios de divulgação em 2002 e janeiro/fevereiro/03, mesmo assim, a assistência técnica e a maioria dos produtores não estavam preparados para a diagnose e o controle da ferrugem. Houve um veranico após a semeadura/replanteio nas Regiões Leste e Entorno de Brasília. Em várias lavouras, a aplicação de fungicidas foi atrasada devido à falta do produto e/ou por excesso de chuva que impossibilitaram a pulverização. Nessa safra as perdas de grãos por ferrugem foram estimadas em 15%. Foram realizadas em média 1,5 aplicação de fungicidas. Não houve ocorrência na entressafra – Projeto Luís Alves/São Miguel do Araguaia-GO (Sub-irrigação). O cultivo da soja na entressafra- pivô Central (junho – julho), plantas guaxas, funcionaram como “ponte verde” para o fungo se estabelecer mais cedo nas lavouras dessa safra

¹ Eng. Agr., Dr., Centro Tecnológico Para Pesquisas Agropecuárias - CTPA, Goiânia, GO, nunes@ctpa.com.br

Na safra 2003/04, o quadro de ocorrência e severidade da ferrugem não foi diferente da safra anterior, com quase 100% da área de soja do estado de Goiás e Distrito Federal, com perdas em torno de 20%. A 1ª ocorrência foi detectada em Setembro, no estágio vegetativo. Nessa safra foram realizadas em média 2 aplicações de fungicidas. A mesma foi caracterizada pelo excesso de chuvas (jan/fev), dificuldade por parte de produtores e técnicos da assistência na identificação dos primeiros sintomas da doença, diagnose tardia e falta de fungicidas/preços altos para o controle, falhas na pulverização (aéreas e terrestres: má conservação e utilização de equipamentos; clima desfavorável, altura de vôo, etc.); uso incorreto de fungicidas. Não houve ocorrência na entressafra – Projeto Luís Alves/São Miguel do Araguaia-GO (Sub-irrigação). O cultivo da soja na entressafra (junho – julho), plantas guaxas, soja perene (*Neonotonia wightii*) e beijo-de-boi (*Desmodium* spp.), funcionaram como “ponte verde” para o fungo se estabelecer mais cedo nas lavouras, sendo necessário em algumas lavouras a aplicação de fungicidas na fase vegetativa. A redução na produtividade foi devido à ferrugem e chuvas na colheita (Goiás- 2901 kg/ha- 2002/03 e 2345 kg/ha- 2003/04; Distrito Federal- 2700 kg/ha- 2002/03 e 2600 kg/há 2003/04).

Na safra 2004/05, a primeira ocorrência foi detectada em 11 de novembro de 2004 no município de Jandaia-GO, em unidade de alerta e 30 de novembro de 2004 no município de Itapirapuã-GO, em área de lavoura comercial. A presença da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) foi de quase 100 % das áreas produtoras de soja do Estado de Goiás e Distrito Federal, com reduzida severidade. Foi observado também o número médio de 1,5 aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática. Devido a alta ocorrência e severidade da ferrugem na safra anterior com perdas significativas, fez com que a maioria dos produtores não esperassem ao aparecimento dos primeiros sintomas da doença, para a aplicação dos fungicidas, conforme recomendação do monitoramento, e o fizeram a primeira aplicação nos estádios de R1 a R3. Não foi detectado perdas significativas, pela ferrugem asiática no Estado. Os problemas mais sérios foram devido a falta de chuvas (estresses

hídrico), associado à fitotoxidez por alguns fungicidas, em algumas regiões do estado (sul e sudoeste). Na entressafra de 2005, a ferrugem foi detectada em soja sob pivô central em Senador Canedo-GO, e em soja guaxa em várias regiões do estado. O cultivo da soja na entressafra (junho – julho), plantas guaxas, funcionaram como “ponte verde” para o fungo se estabelecer nas lavouras. Não houve ocorrência na entressafra – Projeto Luís Alves/São Miguel do Araguaia-GO (Sub-irrigação). Nessa safra, foi constituído o Programa Estadual de Manejo e Controle de Pragas da Soja: Goiás – Soja Protegida, cujo o alvo principal foi a ferrugem asiática. As instituições que participam de todas as ações são: Secretaria de Agricultura do Estado e Municípios, AGENCIARURAL, AGRODEFESA, DFA/GO-MAPA, EMBRAPA Soja, EMBRAPA Cerrados, CTPA, FAEG, OCB-GO, UFG, UEG, FESURV, FIMES, ULBRA e AEPAGO. Foram treinados mais de 180 técnicos (Eng^o. Agrônomos e Técnicos Agrícolas) e instalados em 30 municípios do estado, as unidades de diagnose com a supervisão dos 8 laboratórios de fitopatologia.

Na safra 2005/06, a primeira ocorrência foi detectada em Rio verde (17/11/05), em unidade de alerta e em Chapadão do Céu (25/11/05), em lavoura comercial. A presença da ferrugem asiática foi de quase 100% das áreas produtoras de soja no Estado de Goiás e Distrito Federal. A severidade alta da ferrugem nessa safra foi favorecida pelas condições climáticas (excesso de chuvas), 1^{as} aplicações de fungicidas já com a presença da doença. O número médio de aplicações foi de 1,0 (uma) para cultivares precoces; 3,0 nas cultivares médias e tardias, havendo casos de até 5,0 aplicações. As perdas foram de 8,86% na produção e de 2,23% na produtividade. A redução de produtividade foi devido a alta severidade da ferrugem e chuvas na colheita. O cultivo da soja na entressafra (junho – julho), plantas guaxas, funcionaram como “ponte verde” para o fungo se estabelecer nas lavouras. Não houve ocorrência na entressafra – Projeto Luís Alves/São Miguel do Araguaia-GO (Sub-irrigação). Nessa safra foi estabelecido o Vazio Sanitário, pela Instrução Normativa N^o 001/2006, de 28 de março de 2006, medidas de eliminação das plantas voluntárias (guaxa/tigüera), 30 dias após a colheita: químico ou mecânico; período de

ausência total de plantas vivas da cultura da soja- 01 de julho a 30 de setembro, tendo excepcionalidades: autorização do órgão de Defesa (Agrodefesa) mediante assinatura do termo de Compromisso e Responsabilidade, nas seguintes situações_ plantio destinado à pesquisa científica, plantio de material genético sob responsabilidade e controle direto do obtentor de semente genética, plantio nas áreas dos Projetos Públicos de Irrigação no estado de Goiás. Áreas cultivadas na entressafra em Goiás foi de 2500,0 ha em junho/05 e 125,0 há em junho/06. No Tocantins as áreas de entressafra foram de 29.270 há em junho/05 e 20.906,8 ha em junho/06.

Na safra 2006/07, Ocorrência em quase 100% das áreas (1ª detecção em 18/11, 22/11 e 23/11/06: Senador Canedo, Chapadão do Céu e Montividiu, estádio R1/R2). As chuvas bem distribuídas que favoreceram à soja, também favoreceram o progresso da ferrugem asiática, causada pelo fungo *P. pachyrhizi*. Mesmo com aumento de 4,47% na produtividade média (2750 kg/ha) em relação à safra anterior, Ainda ocorreram perdas causadas pela ferrugem devido ao atraso nas aplicações com perda na eficiência e residual do produto, tecnologia de aplicações dos fungicidas e uso de dose abaixo da recomendada. A 1ª aplicação na grande maioria dos casos se deu na floração (R1/R2) com mistura de fungicidas dos grupos de triazol e estrubilurina. A tecnologia de aplicação mais utilizada, foi através do sistema terrestre (Uniport, parruda e outros). O número de aplicações de fungicidas/há foi em média ponderada de 2,7 aplicações em 99,5 % da área cultivada. Houve casos de até cinco aplicações de fungicidas. Um aplicação de fungicida custou em média nessa safra, US\$ 33,00/ha. O plantio de soja na entressafra foi numa área de 125 ha (avanço de gerações, semente de melhorista e semente genética), 20 vezes menor do que o plantio da entressafra anterior; Escape: a não eliminação da soja voluntária e ausência de vazios sanitários nos Estados vizinhos (Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Bahia). Redução de 9,04% na produção devido às chuvas, que dificultaram as aplicações de fungicidas principalmente para o controle da ferrugem, inseticidas (percevejo da vagem e lagarta falsa-medideira), na colheita de soja de ciclo precoce, veranico em abril para soja de ciclo médio e tardio, podridão de carvão e por fitotoxidez de fungicidas.

Referências

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2006**, Cornélio Procópio: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados, Embrapa Pecuária Oeste, Sistema de produção 9, 2005. 220p.

EMBRAPA. **Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja. Safra 2004/2005**. Documentos 266.Embrapa soja, 2005.p.183.

NUNES JUNIOR, J.; PIMENTA, C.B. **Evolução, diagnose e controle da ferrugem asiática da soja em Goiás: safras 2001/02 a 2004/05**. In: I Workshop Brasileiro sobre ferrugem Asiática. Uberlândia/MG:EDUFU, 2005, p.51-53.

YORINORI, J.T., NUNES JUNIOR, J., LAZZAROTTO, J.J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina/PR. Embrapa Soja, documentos 247, 2004. 36p.



Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de Minas Gerais, na safra 2006/07

Dulândula S. M. Wruck¹

Segundo dados da CONAB, de abril de 2007, a área de plantio de soja de Minas Gerais foi de 930.400 ha, com produtividade de 2.820 Kg/ha e uma produção de 2.623.700 toneladas.

A ferrugem asiática da soja ocorreu de forma generalizada nas lavouras, porém boa parte dos produtores, da região de Uberaba, realizaram a primeira pulverização junto com a aplicação de herbicida entre as fases vegetativas V2 e V4 (com e sem sintomas), as demais aplicações teve como critério o período de carência do produto, assim em média o número de aplicações foi quatro e 95 % das áreas pulverizadas, foi via terrestre.

Segundo informações do CAT de Uberaba, os produtos em ordem de participação de mercado foram: Piori Xtra, Ópera, Folicur, Domark, Orius, Artea, Piori e outros. De maneira geral, a região do Triângulo Mineiro teve um período de chuvas intenso de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007, o que resultou na perda do momento correto para realizar a aplicação por alguns produtores. Mas de maneira geral o controle da doença foi satisfatório, uma vez que muitos agricultores tiveram perdas na safra anterior, assim o controle da doença foi, na maioria dos casos, preventiva, ou seja, antes do aparecimento da doença.

O produtor está optando pelo cronograma com a primeira aplicação ainda em estádios vegetativos. As aplicações subseqüentes seguem obedecendo ao período de carência do produto. Muitos produtores fizeram alternância de produtos (triazol ou mistura de triazol + estrobilurina) inclusive utilizando produtos de empresas diferentes.

Em relação a prática de aplicação de fungicida mais herbicida em V2 a V4, os produtores que a fizeram pretendem repetir, acreditando na eficiência da mesma.

¹ Eng. Agr., Dra., Epamig, Uberaba, MG, dmiguel@epamiguberaba.com.br

Há exceções, mas essa safra foi caracterizada por um grande percentual de produtores pouco capitalizados ou endividada devido ao péssimo rendimento da safra anterior.

De acordo com o CAT de Uberaba, a previsão de produtividade para essa safra foi de 60 sc/ha e a média de produtividade alcançada foi de 49 sc/ha. O gasto com aplicações, incluindo produtos e operações, para quatro pulverizações, foi de aproximadamente R\$ 414,00/ha.

A perda de produtividade por ferrugem não foi estimada.

Para auxiliar o combate a ferrugem, o IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária) estabeleceu uma portaria, proibindo o plantio de soja de 01 de julho a 30 de setembro e com recomendações de como proceder ao registro dos produtores junto ao IMA, para o monitoramento e controle da doença, e para eliminação da soja guaxa.

Referências

CONAB. **Acompanhamento da safra 2006/2007 – oitavo levantamento, maio 2007**. MAPA. 22p. 2007.

CAT. **Acompanhamento da safra 2006/2007**. Comunicação pessoal, 2007.

Relato da ferrugem asiática da soja no Estado de São Paulo, na safra 2006/07

Silvânia H. Furlan¹ & Cristiano Geler²

Evolução da área cultivada

O Estado de São Paulo comparado a outros Estados brasileiros como Paraná, Goiás e Mato Grosso, não é um grande produtor de soja, mas não se pode desprezar uma área aproximada de 600.000 a 700.000 ha ocupada por esta cultura.

Muito embora a cana de açúcar e as indústrias de álcool tenham se expandido em ritmo admirável, a área de soja não perdeu espaço entre o período de 2002 a 2007, mantendo uma participação significativa da área, em torno de 87 %, nas 10 principais regiões produtoras, segundo dados do IEA- APTA, da pesquisadora Maria Zeferino Barbosa. O estudo do IEA sobre a evolução da área plantada de soja, milho e cana de açúcar, concluiu que nas mesmas 10 regiões, a área ocupada pela cana de açúcar teve sua participação reduzida de 44,3 % para 44,2 %.

Na última safra, 2006/07, as variações de área plantada foram diferenciadas de acordo com cada região produtora. Assis, que representa uma das principais regiões, teve uma queda de 3,9 % na taxa anual de crescimento da área de soja. No entanto, a região ampliou a participação no total da área regional de 24,7 % para 28,1 % no período analisado.

A região de Orlândia apresentou redução de 9,6 % na taxa anual de crescimento e também redução de 18,9 % para 16,0 % na participação de área. A região de Barretos, que representa a terceira em importância, apresentou taxa anual de crescimento negativa (10,5 %), ocorrendo o mesmo com a área, passando de 14,8 % para 11,8 %.

¹ Pesquisadora do Instituto Biológico- APTA, CP 70, Campinas, SP, 13001-970
silvania@biologico.sp.gov.br

² Eng. Agro. CATI EDR Assis, edr.assis@cati.sp.gov.br

As áreas com acréscimo na taxa anual de crescimento e também na participação na área regional foram Itapeva e São João da Boa Vista. Itapeva teve taxa anual de 7,2 %, ampliando a área de 5,0 % para 8,2 %, e S.J. Boa Vista teve taxa de 14,9 % e ampliou a área de 0,9 % para 2,1 %.

Ourinhos e Avaré ampliaram a área plantada, de 4,8 % para 6,2 %, e de 3,8 % para 4,1 %, respectivamente, porém a taxa anual de crescimento foi negativa, principalmente para Avaré.

Presidente Prudente apresentou taxa de crescimento (11,2 %) e área plantada (8,8 % para 7,5 %) negativas. O mesmo ocorreu em Araçatuba com taxa anual negativa de 32,9 % e área encolhida de 3,2 % para 1,9 %, e em Ribeirão Preto, com taxa negativa de 10,2 % e participação de área de 2,2 % para 1,8 % no peso regional.

A conclusão da pesquisadora do IEA sobre a expansão da cana de açúcar, principalmente para a produção de álcool, atingiu maiores níveis em regiões do oeste e do noroeste do Estado, onde a soja se consolidou como atividade agrícola e a participação da área de cana de açúcar caiu 1,1 % em relação à área total regional. As taxas anuais de crescimento da área de cana foram todas positivas, destacando-se Barretos (10,0 %), Itapeva (20,9 %), Presidente Prudente (20,3 %) e Avaré (17,6 %).

As áreas (ha) e produção (sacas) dos principais municípios produtores são observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Área (ha) e produção (sc) de soja por região do Estado de São Paulo, safra 2006/07.

Municípios produtores	Área - ha	Produção - sc (60 Kg)
Araçatuba	8.952	419.380
Assis	133.534	5.567.230
Avaré	19.327	762.230
Barretos	55.988	2.449.755
Itapeva	36.025	1.737.175
Orlândia	76.050	3.548.250
Ourinhos	29.350	1.386.850
Presidente Prudente	35.505	1.560.160
Ribeirão Preto	8.600	345.500
São João Boa Vista	9.800	422.000
Outros municípios	58.424	2.440.976
Estado São Paulo	471.555	20.639.506

Situação da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

A ferrugem asiática da soja foi constatada No Estado de São Paulo inicialmente na safra 2001/02, quando a doença era praticamente desconhecida pela maioria dos técnicos e produtores.

Muitos prejuízos decorreram a partir desse período, dada à agressividade da doença, às dificuldades de monitoramento, ao uso inadequado dos fungicidas, à falta dos mesmos no mercado, ao excesso de chuvas, etc, fatores que levaram a um enorme impacto no setor produtivo.

Com os esforços da pesquisa e da extensão, os problemas relativos ao manejo da doença foram amenizados, e hoje, o controle é feito de maneira satisfatória no Estado, mesmo quando as condições climáticas são favoráveis, salvo algumas exceções.

Um dos primeiros relatos oficiais do aparecimento dos sintomas da ferrugem asiática no Estado de São Paulo durante a safra 2006/07 foi registrado na região de Itaberá, em área comercial, no estágio de formação de botões florais (R1), na cultivar de soja Monsoy 5942, semeada na primeira quinzena de setembro, quando as condições locais de precipitação e temperatura eram favoráveis à infecção do fungo.

Relatos posteriores foram feitos em Guairá e Ituverava, surgindo e espalhando-se rapidamente para outras áreas e regiões produtoras, sempre associado a chuvas freqüentes no período, iniciando-se na maioria das vezes entre os estádios R1 e R4, e repetindo-se após 21 dias quando necessário.

O Estado de São Paulo, através da Resolução SAA nº 9, de 15 de março de 2007, implantou o vazio sanitário por 90 dias, a exemplo de Mato Grosso e Goiás, com o objetivo de reduzir o potencial de inóculo do fungo, evitando a ponte verde, especialmente naquelas regiões irrigadas por pivô central como a região de Guairá, onde se realiza a safrinha de soja, o que permite a multiplicação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* no período de inverno. O vazio sanitário da ferrugem asiática no nosso Estado de São Paulo compreende o período de 01 de julho até 30 de setembro, quando não se deve semear a soja. Preconiza-se também eliminar as plantas voluntárias

ou guaxas. Os efeitos do vazio sanitário no Estado só poderão ser avaliados na próxima safra.

Pelos avanços no conhecimento e trabalhos de divulgação da doença, e de seu controle, estimam-se que os prejuízos, embora existentes, têm sido contornados e relativamente inferiores às safras anteriores. Tais prejuízos muitas vezes não estão mais relacionados às aplicações tardias, mas pela dificuldade de tecnologia de aplicação e às dificuldades de aplicação em função de chuvas freqüentes em períodos críticos.

Nesta última safra, 2006/07, as aplicações dos fungicidas foram efetuadas a partir do estágio reprodutivo, na sua maioria, variando de 1 a 3 pulverizações (média 1,8), de acordo com a região e condições de clima, (Tabela 2). Os fungicidas mais utilizados nas diferentes regiões do Estado, segundo pesquisa da empresa KLEFFMANN AMIS, foram em ordem decrescente de uso: Piori Xtra (azoxystrobin + cyproconazole), Opera (pyraclostrobin + epoxiconazole) e Folicur (tebuconazole) em quase a totalidade das áreas, iniciando-se de forma preventiva a partir de R1, ou logo no aparecimento dos primeiros sintomas.

Tabela 2. Número e época das pulverizações de fungicidas de acordo com a região produtora de soja visando o controle da ferrugem asiática.

Região	No. pulverizações	Estádio inicial de aplicação
Assis	1,5	R1 e R3
Barretos	3,0	R1
Orlândia	2,0	R1
Itapeva	1,5	R1 e R3
Presidente Prudente	1,0	R3 e R4
Ourinhos	2,0	R1 e R3

Obs: fungicidas mais utilizados foram: Piori Xtra, Opera e Folicur, de forma preventiva ou logo no início do aparecimento dos sintomas.

Relato da ferrugem asiática da soja nos Estados do Paraná e de Santa Catarina, na safra 2006/07

Cláudia V. Godoy¹

A ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi relatada no Brasil pela primeira vez no Oeste do Paraná, em março de 2001, em plantas de soja voluntárias (Yorinori *et al.*, 2002). Nas safras subseqüentes foi constatada em todas regiões produtoras do Estado.

Na safra 2006/07, foi constatada em praticamente todos os municípios produtores no estado do Paraná. De modo geral, a boa distribuição de chuvas, resultante da influência do fenômeno *El Nino*, favoreceu o desenvolvimento da cultura e também a maior agressividade da doença, comparada com safras anteriores. A média de produtividade dos estados do Paraná e de Santa Catarina foram de 2.990 kg. ha⁻¹ e 2770 kg. ha⁻¹, respectivamente, segundo o nono levantamento da Conab, divulgado em junho de 2007. Apesar da boa produtividade observada, levantamento realizado em 15 Cooperativas e oito escritórios da Emater no estado do Paraná, abrangendo uma área de 2.923 mil ha (74% da área plantada) mostrou que ainda houve perdas localizadas ocasionadas pela ferrugem, sendo estimada em 705,4 mil toneladas (6% da produção).

O número médio de aplicações para controle da doença no Paraná ficou ao redor de duas, de acordo com o levantamento realizado. Em Santa Catarina, o número médio estimado de aplicações foi de 1,7 por hectare. As perdas ocasionadas pela doença ocorreram de forma localizada, refletindo problemas na tecnologia de aplicação dos fungicidas, no atraso do momento das aplicações e no uso de doses abaixo das recomendadas. Os relatos mostram que o maior número de aplicações foi realizado nos plantios mais tardios e em variedades de ciclo longo comprovando a eficiência da realização de plantios mais cedo e utilização de variedades de ciclo precoce na redução da necessidade de aplicações de fungicida.

¹ Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86001-970. godoy@cnpso.embrapa.br

O estado do Paraná foi o que apresentou o terceiro maior número de focos relatados no Brasil (662 focos), sendo 97% dos relatos realizados após o estágio R1 (florescimento) e 88% dos relatos cadastrados em janeiro de 2007 (Figura 1) (Sistema de alerta, 2007). Os primeiros relatos no Paraná foram registrados a partir de 14 de novembro, no Oeste do estado, em plantas de soja voluntária, que se constitui em um dos principais hospedeiros para o fungo na entressafra nesse Estado. Os primeiros relatos em plantios comerciais foram realizados no Oeste do Paraná, a partir do final de novembro. Santa Catarina apresentou somente 14 focos relatados, provavelmente devido ao pequeno número de laboratórios credenciados junto ao Consórcio Antiferrugem no Estado.

Um problema que ocorreu no Paraná, causando confusão no diagnóstico, foi a incidência de uma doença de causa abiótica, com sintomas semelhantes a mancha olho-de-rã ou a ferrugem, que apareceu a partir de dezembro nessa safra e, como nas outras safras onde já havia sido constatada, está bastante relacionada a chuvas freqüentes, havendo diferença de reação entre cultivares.

No final da safra, lavouras localizadas na região Norte e Oeste do Paraná apresentaram sintomas de maturação precoce com conseqüente morte prematura de plantas devido à podridão de carvão, causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*, sendo muitas vezes confundida com ineficiência ou fitotoxicidade de produtos aplicados no controle de ferrugem.

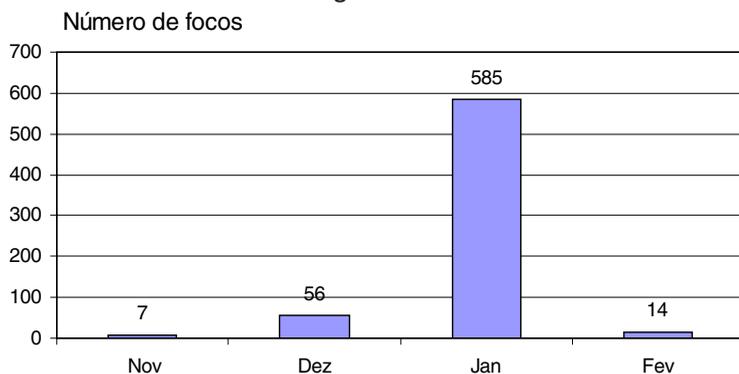


Figura 1. Número de focos por mês cadastrados no mapa do sistema de alerta, na safra 2006/07, no Estado do Paraná.

Referências

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.

Sistema de alerta. Disponível em :<<http://tamboril.cnpso.embrapa.br/alerta/numeros.php>>. Acesso em: 20 jun. 2007.



Relato da ferrugem asiática da soja no Estado do Rio Grande do Sul, na safra 2006/07

Leila M. Costamilan¹ & Paulo E. P. Ferreira²

A ferrugem de soja (*Phakopsora pachyrhizi*) foi primeiramente detectada no estado do Rio Grande do Sul (RS) no final da safra 2001/02, no município de Ciríaco, em 23 de abril. Nessa ocasião, a perda de rendimento em função da doença foi estimada em 46% para a cultivar BRS 154 e em 23% para a cultivar BRS 153 (Costamilan et al., 2002; Yorinori et al., 2005). Nas safras seguintes, a doença foi constatada em praticamente 100% das lavouras, mas em severidade baixa, devido, principalmente, à escassez de chuvas verificada nas safras de 2003/04 e 2004/05 em todo o Sul do Brasil. Na safra 2005/06, a ocorrência de ferrugem novamente foi generalizada, e não severa, possivelmente pela má distribuição de chuvas nos meses de dezembro de 2005 e de janeiro e fevereiro de 2006 (Cunha, 2006).

O clima na safra 2006/07, considerando o período entre outubro/06 a maio/07, foi favorável ao desenvolvimento da cultura. Dados climáticos obtidos na estação climatológica da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, mostraram que o volume de precipitação pluvial ficou acima da série normal climatológica para os meses de novembro de 2006 (114%) e de janeiro (81%), março (63%), abril (115%) e maio (124%) de 2007, estes últimos meses coincidindo com período de enchimento de grãos, na maioria das lavouras. A temperatura seguiu o padrão histórico para o período, ficando pouco acima da normal nos meses de outubro, dezembro, março e abril.

A primeira ocorrência de ferrugem nesta safra, de acordo com dados registrados no sítio do Sistema de Alerta da Embrapa Soja – www.cnpso.embrapa.br/alerta (Embrapa Soja, 2007), foi a de Novo Machado, ainda em dezembro de 2006, em plantas

¹ Pesquisador Embrapa Trigo, C.P. 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: leila@cnpt.embrapa.br

² Analista, Difusor de Tecnologia Embrapa Trigo. E-mail: ferreira@cnpt.embrapa.br

voluntárias. Em lavouras comerciais, a primeira constatação foi em Trindade do Sul, em 3 de janeiro de 2007, na cultivar Miréia, em estádio R5. Sobre cultivares indicadas para cultivo no estado, o primeiro registro foi no município de Quatro Irmãos, ainda no estádio vegetativo, em 5 de janeiro. No estádio reprodutivo, a primeira constatação ocorreu em 8 de janeiro, em São José das Missões, na cultivar 6001, no estádio R1. No final da safra, foram registrados 425 relatos no RS, sendo 418 em lavouras comerciais, dois em unidades de alerta e cinco em plantas voluntárias. Três destes casos foram registrados em dezembro de 2006, 35 em janeiro, 190 em fevereiro e 197 em março de 2007. Em 98% dos relatos, as plantas encontravam-se no estádio reprodutivo, e 63% destes, no estádio de enchimento de grãos (R5).

Para a safra de soja 2006/07, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2007) previu, para o RS, produtividade média de grãos de 2.310 kg/ha. Em junho/07, a produtividade medida ficou acima da esperada, chegando a 2.580 kg/ha, sendo esta a melhor safra da história do estado, em termos de produção final (9,85 milhões de toneladas), indicando que não houve fatores externos importantes, como a incidência de doenças, que resultassem em perda expressiva de produção de soja. Para agricultores mais tecnicizados, o rendimento estimado foi de 45 sacas de soja por hectare (2.700 kg/ha), nas regiões de Ijuí, Passo Fundo e Lagoa Vermelha. Estes relataram que, de modo geral, a perda atribuída à ferrugem, nesta safra, foi de 5 a 8 sacas de soja/ha, mesmo com controle químico.

Quanto à tecnologia de aplicação de fungicidas, a maioria dos agricultores faz a primeira operação juntamente com a primeira entrada na lavoura para controle de lagartas, o que ocorre, normalmente, em janeiro. É comum o uso de meia dose, nesta ocasião. Sem necessidade de controle de lagartas, os agricultores optam pelo esquema de calendário, ou seja, realizam a primeira aplicação no florescimento e a segunda, se necessária, no enchimento de grãos. Poucos fazem monitoramento de primeiros sintomas, mas há relatos positivos quanto ao método, principalmente na economia de uma operação de aplicação. Há preferência pela

mistura triazol – estrobilurina, e o método de aplicação é, predominantemente, terrestre.

Em levantamento realizado pela Embrapa Trigo entre cooperativas e escritórios de assistência técnica oficial (EMATER), que abrangeu 58% da área de soja no RS da safra 2006/07, constatou-se que o número médio de operações de aplicação de fungicidas, na área citada, foi de 1,8, sendo que, em 37% desta área, foi realizada uma aplicação, em 44%, duas, em 16%, três, em 2%, quatro e, em 1%, não foi realizada aplicação.

Para se ter uma idéia aproximada do custo da doença na safra de soja 2006/07 no RS, foram consideradas 1,8 aplicações de fungicidas em 58% da área plantada (2.257.940 ha), ao custo de R\$149,40 por hectare, mais a perda estimada de seis sacas de soja nesta área, ao preço de R\$ 25,00/saca, devido aos custos de operação e de amassamento (uma saca) e à doença (cinco sacas), e os gastos estimados com controle e perdas devidos à ferrugem totalizariam R\$ 676.027.236,00.

Provavelmente, a incidência de ferrugem de soja no RS, na safra 2006/07, foi de 100% das lavouras, pois não houve limitações climáticas ao desenvolvimento da doença. Devido ao maior regime de chuvas, houve progresso rápido da doença, principalmente no enchimento de grãos, o que pode ter levado a erros de avaliação quanto à melhor época de realização de controle químico. Os maiores problemas constatados entre técnicos e agricultores, nas regiões onde ocorreram perdas por ferrugem, foram: atraso na primeira aplicação, devido a desconhecimento na identificação de sintomas iniciais; uso de meia dose de fungicidas; atraso na realização de segunda operação de aplicação; desconhecimento do potencial de danos da doença. A grande maioria dos agricultores e técnicos atendidos pela Embrapa Trigo tem dúvidas quanto à necessidade de voltar a aplicar após a primeira operação, e sobre o período ideal para a realização da última aplicação.

Referências

CONAB. Safras – séries históricas – soja. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 6 jun. 2007.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada por ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. S100, 2002. Suplemento.

CUNHA, G. R. da. Análise agrometeorológica da safra de soja 2005/06, em Passo Fundo, RS. In: COSTAMILAN, L. M., BERTAGNOLLI, P. F.; MORAES, R. M. A. de (Org.). **Soja: resultados de pesquisa 2005/2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. p. 21-35. (Embrapa Trigo. Documentos, 68).

EMBRAPA SOJA. **Sistema de alerta**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/alerta>>. Acesso em: 6 jun. 2007.

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

Tecnologia de aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem da soja

Fernando Storniolo Adegas¹

O principal dano causado pela ferrugem asiática é a desfolha precoce, impedindo o completo enchimento das vagens, reduzindo a produtividade e a qualidade dos grãos (Yang, 2006). Se as condições climáticas forem favoráveis ao desenvolvimento do fungo, especialmente a ocorrência de chuvas, a doença pode se tornar extremamente severa aumentando rapidamente a desfolha e as perdas de produção (Del Ponte et al., 2006). Em condições ótimas para a doença, as perdas de produtividade podem chegar a 80% (Yorinori et al., 2004).

Como ainda não existem cultivares de soja resistentes à ferrugem, o controle químico, através da aplicação de fungicidas, tem sido a principal ferramenta utilizada para o manejo da doença. A eficiência da aplicação de um fungicida é obtida através da razão da dose técnica requerida para controle da doença, pela dose real empregada. Portanto, quanto menor for o intervalo dessas doses, isto é, quanto mais próxima for a dose utilizada para controle em relação à realmente necessária, maior será a eficiência da aplicação.

No entanto, como geralmente a ferrugem da soja tem o seu maior desenvolvimento após o florescimento da cultura, estando essa com grande área foliar, existe a dificuldade da penetração do fungicida na massa de folhas (Yorinori, 2004). Experimentos de campo têm demonstrado que as faixas médias de cobertura no dossel da soja, na aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática são de: 70%-90% para o dossel superior, 15%-40% para o dossel médio e 1%-15% para o dossel inferior (Antuniassi et al., 2004; Wolf, 2006).

Como a tecnologia de aplicação é composta por uma série de fatores, se faz necessário analisar alguns questionamentos para

¹ Eng. Agr., Dr., Embrapa Soja, Londrina, Paraná. adegas@cnpsa.embrapa.br

aumentar a deposição e a cobertura dos fungicidas no dossel inferior da cultura da soja.

1. Qual o tamanho ideal de gotas a ser utilizado?

Gotas menores penetram mais facilmente no interior da cultura de soja, em razão disso seria interessante a aplicação de gotas entre 150 e 300 μm . No entanto deve-se ter cuidado com a utilização de gotas pequenas, pois quanto menor for a gota, maior é a possibilidade de perdas por evaporação e deriva.

2. Qual o melhor volume de calda?

Para um mesmo volume de aplicação, quanto menor for o tamanho das gotas melhor será a cobertura do alvo, e no caso da ferrugem da soja, o ideal seria a obtenção de 30 a 50 gotas cm^{-2} . A aplicação de volumes de calda entre 150 e 200 L. ha^{-1} mostra uma tendência de melhor cobertura, conforme relataram Koger et al. (2006) e Wolf (2006). Isso não significa que a aplicação com volumes menores não pode resultar em bom controle, pois outros trabalhos, como Antuniassi et al. (2005), mostraram controle eficiente com volumes abaixo de 150 L. ha^{-1} . Vale lembrar que quanto menor for o volume de calda utilizado, maior deve ser cuidado com a aplicação.

3. Qual a melhor ponta (bico)?

O tipo de ponta mais adequado é variável para cada situação. Pode-se generalizar, no entanto, que as melhores pontas são aquelas que produzem gotas finas/pequenas.

4. Que pressão deve ser utilizada?

A pressão também vai depender do conjunto aplicador a ser utilizado. Vale ressaltar que a alteração da pressão de trabalho influencia diretamente o tamanho da gota. Se for diminuída a pressão, aumenta-se o tamanho das gotas; se for aumentada a pressão, diminui-se o tamanho das gotas. Por isso, uma ponta que está enquadrada dentro de um determinado grupo de tamanho de gotas, pode produzir gotas maiores ou menores se houver alteração na pressão de trabalho.

5. Qual sistema de aplicação é melhor, a aérea ou terrestre?

Qualquer sistema de aplicação pode obter um bom resultado, desde que as recomendações específicas para cada situação sejam respeitadas.

6. É interessante o uso de adjuvantes?

O uso de adjuvantes só deve ser realizado se a bula do fungicida assim o exigir. Excepcionalmente também poderá ser utilizado em situações específicas de recomendação do próprio fabricante do produto ou ainda de recomendações obtidas em resultados de pesquisa. O uso aleatório de adjuvantes pode diminuir a eficiência do produto e também causar fitotoxicidade à cultura da soja.

Para a eficácia da tecnologia de aplicação outros pontos devem ser ressaltados, como a experiência do aplicador, que é fundamental para o êxito da operação, pois ele é o responsável direto pela tomada de decisões. Para tanto, deve possuir amplo conhecimento dos equipamentos e produtos utilizados, reconhecer corretamente o alvo a ser atingido e ter sensibilidade para lidar com os fatores gerais que influenciam na aplicação.

O conhecimento das características dos fungicidas é outro ponto importante a considerar, especialmente se o produto tem ação sistêmica ou de contato, pois a necessidade de cobertura de gotas é diferente para cada caso. A formulação do produto também pode influenciar na aplicação, pois as formulações que produzem uma solução de calda “verdadeira”, isto é, homogeneização perfeita entre o produto e a água, tendem a proporcionar maior eficiência na aplicação.

Os fatores climáticos são os que mais influenciam na eficiência de aplicação dos fungicidas. Temperaturas acima de 30° C e umidade abaixo de 55% favorecem a evaporação das gotas de pulverização, além de dificultar a absorção e a translocação dos produtos em situações de estresse das plantas. Ventos superiores a 8 km. h⁻¹ favorecem demasiadamente a deriva das gotas de pulverização. De maneira geral, as situações climáticas adversas ocorrem a partir da metade da manhã até o início da noite, sendo, portanto, o período mais delicado para a aplicação de fungicidas.

Uma alternativa para proporcionar maior penetração da calda de aplicação, com conseqüente maior cobertura do fungicida nas folhas do terço inferior das plantas, seria diminuir a área foliar total da cultura da soja.

Ruden et al. (2006) trabalhando nos estados de Nebraska e de Dakota do Norte, observaram que as aplicações de fungicidas no estádio V5 da soja, com aproximadamente 75% de cobertura foliar, resultou em aumento da cobertura no terço inferior das plantas em até 56%, quando comparado com as aplicações em R5, quando a cobertura foliar era de 100%. No entanto, o ideal seria que a cobertura foliar fosse menor após o florescimento da cultura, como demonstrou Derksen et al. (2006), que comparando a soja com índices de área foliar (IAF) de 6,4 e 3,4, obtiveram 47% a mais de cobertura da aplicação de fungicida no caso do menor IAF, em relação ao maior.

Outras possibilidades para melhorar a penetração e cobertura dos fungicidas no interior da cultura da soja seria o aumento do espaçamento entre as linhas da cultura, como fizeram Conley et al. (2006) e Koger et al. (2006), ou selecionar cultivares com menor IAF ou de arquitetura foliar "mais aberta", como fizeram Cloud et al. (2006) comparando dois cultivares de soja do ciclo 5.4, a Pioneer 95B32 de hábito indeterminado, com a Pioneer 94M90 de hábito determinado.

Referências

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, A. P. O.; ROMAGNOLE, H. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. **Anais...** 2004. p.48-51

ANTUNIASSI, U. R.; BONELLI, A. P. O.; CAMARGO, T. V.; SIQUERI, F. V. Desempenho de sistemas de aplicação terrestre para o controle da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.217-218. (Embrapa Soja. Documentos, 257). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Janete Lasso Ortiz, Simone Ery Grosskopf.

CLOUD, G. L.; WIGLESWORTH, M.; VITTI, A.; HARRELL, W. A. Development of soybean rust on indeterminate vs. determinate soybean. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2006, St. Louis. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

CONLEY, S. P.; HANNA, S.; SHANER, G.; SANTINI, J. Impact of application timing and crop row spacing on fungicide penetration into a soybean canopy and grain yield. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2006, St. Louis-MO. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust with empirical rainfall models. **Phytopathology**, v.96, n.9, p.797-803, 2006.

DERKSEN, R.; OZKAN, E.; ZHU, H.; DURRANCE, A. Nozzle and equipment consideration for improved coverage in the soybean canopy. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2006, St. Louis. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em : 11 jun. 2007.

KOGER, C. H.; POSTON, D.; WALKER, E. Fungicide spray coverage: effects of soybean row spacing, spray volume and nozzle type. In: National Soybean Rust Symposium, 2006, St. Louis-MO. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em 13 jun. 2007.

RUDEN, B. E.; DRAPER, M. A. DRAPER; GIESLER, L. J.; WEISSLING; T. J. Nozzle selection and effective fungicide placement at two application volumes. In: National Soybean Rust Symposium, 2006, St. Louis-MO. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em: 12 jun. 2007.

WOLF, R. E. Nozzle type considerations for improved soybean canopy penetration. In: National Soybean Rust Symposium, 2006, St. Louis-MO. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium2006>>. Acesso em 12 jun. 2007.

YANG, X. B. Framework development in plant disease risk assessment and its application. **European Journal of Plant Pathology**, v.115, n.1, p. 25-34. 2006.

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.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle.** Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 247).

Ferrugem da soja: evolução da tecnologia x evolução da doença

Ulisses R. Antuniassi¹ & Maria A. P.O. Bonelli²

Introdução

A definição de parâmetros como tamanho de gotas e volume de aplicação depende diretamente da relação entre as características do alvo, do defensivo e do momento da aplicação. Os produtos sistêmicos direcionados ao solo ou às folhas podem ser aplicados com gotas maiores. Isto facilita a adoção de técnicas para a redução de deriva, melhorando a segurança ambiental da aplicação e aumentando a eficiência operacional das mesmas. Se usadas de maneira correta, gotas maiores geralmente oferecem bom nível de depósito (quantidade de defensivo depositado nos alvos), apesar de não proporcionar as melhores condições de cobertura das folhas das culturas. Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda é necessário, devido a maior dependência dessa técnica com relação a cobertura dos alvos. Como exemplo, se o alvo da aplicação inclui a parte interna ou inferior das plantas, como no caso típico de uma aplicação preventiva de fungicidas para a ferrugem da soja, é necessária uma boa penetração das gotas e, para tanto, devem ser usadas gotas finas ou muito finas. O estudo das características dos alvos deve incluir também a análise de outros fatores, como movimentação das folhas, desenvolvimento das plantas, cerosidade, pilosidade, rugosidade, face da folha em que a cobertura é mais importante e arquitetura da planta. Na diferenciação entre plantas, a posição e o formato das folhas apresentam importância fundamental. Por exemplo, as folhas das monocotiledôneas são geralmente mais estreitas e se posicionam na vertical, enquanto as

¹ Prof. Adjunto, Dr., FCA/UNESP-Botucatu/SP - ulisses@fca.unesp.br

² Doutoranda, FCA/UNESP.

folhas das dicotiledôneas são mais largas e permanecem na horizontal. Esses fatores são fundamentais para a retenção das gotas e para a própria eficiência dos defensivos.

Outro parâmetro fundamental é a adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas. Devem ser evitadas aplicações com umidade relativa inferior a 50% e temperatura maior que 30°C. No caso do vento, o ideal é que as aplicações sejam realizadas com vento entre 3 e 10 km/h. Ausência de vento também pode ser prejudicial, em função da chance de ocorrer ar aquecido ascendente, o que dificulta a deposição das gotas. O início da manhã, o final da tarde e a noite são períodos considerados mais adequados. Na prática, é possível e recomendável a utilização de gotas finas nesses horários. Porém, é necessário um monitoramento das condições com o passar das horas, pois no caso de haver um aumento considerável da temperatura (com redução da umidade relativa), o padrão de gotas precisa ser mudado (usar gotas maiores). Nesse caso, o volume de aplicação deve ser aumentado, para não haver efeito negativo na cobertura dos alvos.

Tecnologia para controle da ferrugem da soja

O controle da ferrugem asiática é uma das principais preocupações dos produtores de soja no Brasil. Considerando-se o grau de desenvolvimento vegetativo das plantas no momento das aplicações, muitas vezes com total fechamento e grande área foliar, tornou-se consenso geral que as técnicas de aplicação precisam oferecer gotas com boa capacidade de penetração e cobertura da massa de folhas, mesmo para a aplicação de fungicidas com características de ação sistêmica.

Logo nas primeiras safras, após o aparecimento da ferrugem, o controle com aplicações preventivas se mostrou mais eficiente. Essa recomendação quanto ao momento da aplicação é hoje considerada como padrão, sendo que a maioria das recomendações técnicas para o controle da ferrugem se baseia no seguinte procedimento: “dar preferência para aplicações preventivas a partir da floração (R1), optando por aplicações curativas apenas se a ferrugem aparecer ainda nos estádios vegetativos”. Apesar dessas

recomendações, o que se observou nas últimas safras foi uma quantidade significativa de aplicações curativas, notadamente nas regiões onde a pressão de inóculo foi muito grande, como na região de Primavera do Leste/MT, por exemplo. Essas aplicações curativas ocorreram em função de dois fatores básicos: (1) entrada precoce da ferrugem na lavoura, com aparecimento dos sintomas ainda nos estádios vegetativos; (2) deficiência no emprego das aplicações, com erros tanto em relação à técnica e quanto ao momento da aplicação, o que comprometeu o potencial de controle. Esses fatos levaram à redução drástica do período residual dos tratamentos, ocasionando a necessidade de um maior número de aplicações para a finalização do ciclo da cultura. Esses fatos representam um dos pontos de maior discussão quanto ao emprego da tecnologia de aplicação, pois os fracassos recorrentes têm levado ao descrédito quanto ao potencial de algumas tecnologias.

Fazendo-se uma análise básica da teoria da tecnologia de aplicação, da forma de ação dos fungicidas e da interação da ferrugem com as plantas de soja torna-se possível observar que é necessária uma adaptação da tecnologia de aplicação com relação ao momento em que se está realizando o controle. É importante entender que as aplicações preventivas ou curativas, assim como os fungicidas mais sistêmicos ou menos sistêmicos irão requerer diferentes padrões de tecnologia de aplicação. Como exemplos, Antuniassi et al. (2005b) mostraram na safra 2003/2004 que o controle preventivo através de aplicação terrestre com pontas de jato cone (gotas muito finas) apresentou melhor resultado do que a aplicação com ponta de jato plano (gotas médias), num ensaio onde o controle da ferrugem foi realizado com duas aplicações para o fechamento do ciclo da cultura. Nesse ensaio, diversas técnicas aéreas terrestres foram avaliadas, sendo que o melhor resultado para aplicação terrestre obteve performance semelhante ao melhor resultado para aplicação aérea. É importante ressaltar que tratamentos preventivos como os utilizados nesse ensaio necessitam maximizar a cobertura dos alvos, em função da necessidade de se proteger toda a área foliar da planta quanto à ação dos esporos, principalmente nas partes baixas, onde se inicia a infecção da ferrugem. Por esta razão, os tratamentos que proporcionaram gotas mais finas, com melhor cobertura, tiveram melhor resultado.

Entretanto, nas safras recentes a entrada da ferrugem nos talhões tem acontecido de maneira mais precoce, muitas vezes antes do florescimento, induzindo o uso mais freqüente e repetitivo de aplicações curativas. Na safra 2004/2005, Antuniassi et al. (2005a) mostraram que aplicações curativas de um ensaio com gotas médias e finas não apresentaram diferenças significativas com relação a gotas muito finas (para controle no terço superior e produtividade), sendo que o controle necessitou de três aplicações até o fechamento do ciclo para a colheita. Nesse trabalho, diversas tecnologias de aplicação terrestre foram confrontadas, sendo que os resultados de produtividade da cultura e controle da ferrugem no terço superior das plantas se mostraram mais coerentes entre si do que quando a comparação foi com o controle no terço inferior. Ainda na safra 2004/2005, o trabalho de Bonelli et al. (2005) mostrou também que para aplicações curativas por via aérea as diferenças entre o uso de gotas finas e muito finas não foram significativas. Nesses casos, observou-se que houve uma importância relativa maior do controle nas partes superiores das plantas, reduzindo a vantagem do uso de gotas muito finas para a maior cobertura nas partes baixas das plantas.

Dados de pesquisas a campo da safra 2005/2006 (BONELLI et al., 2006) mostraram que para as aplicações curativas mais tardias (severidade elevada no terço inferior), a vantagem do uso de gotas finas deixou de existir, com resultados semelhantes de controle da ferrugem e de produtividade para aplicações com gotas finas e gotas médias, quando do uso de um fungicida de melhor ação sistêmica. Nesse trabalho, entretanto, o controle da ferrugem necessitou de 4 aplicações para o fechamento do ciclo da cultura. A tendência de resultados iguais ou melhores nos tratamentos curativos com gotas médias (comparadas às gotas finas ou muito finas) pode ser baseada em diversos fatores, como o uso de fungicidas de maior ação sistêmica e a priorização do depósito nas folhas dos terços médio e superior. Nesse caso, aplicações com gotas médias, que priorizam os depósitos nas partes mais altas das plantas podem ser vantajosas, pois as mesmas estariam atuando sobre folhas mais saudáveis (com menor severidade de infecção), as quais seriam mais importantes para a manutenção do desenvolvimento das plantas. Do ponto de

vista operacional, estas aplicações com gotas médias podem ainda ser beneficiadas com melhores condições quanto ao período disponível para o trabalho a campo, visto que tais gotas acabam sendo menos suscetíveis às restrições climáticas usuais para as gotas finas ou muito finas. Nesse sentido, a vantagem do produtor reside no maior tempo de aplicação por dia, aumentando a eficiência operacional de suas máquinas de aplicação e melhorando o acerto do momento da aplicação. Ainda, o uso de gotas médias reduz quantitativamente a deriva da aplicação, aumentando a quantidade de ativo que chega às folhas. É primordial, entretanto, reafirmar que o controle da ferrugem deve ser primariamente direcionado para as aplicações preventivas, quando possível, as quais já foram amplamente referendadas como sendo mais eficazes para o controle da ferrugem ao longo do ciclo da cultura.

Referências

ANTUNIASSI, U. R.; BONELLI, M.A.P.O.; CAMARGO, T.V.; SIQUERI, F.V. Desempenho de sistemas de aplicação terrestre para o controle da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005. Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 217-218 2005a. (Embrapa Soja. Documentos, 257). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Janete Lasso Ortiz, Simone Ery Grosskopf.

ANTUNIASSI, U.R., CAMARGO, T.V., VELINI, E.D., CAVENAGHI, A.L., FIGUEIREDO, Z.N., BONELLI, M.A.P.O. Aplicações aéreas e terrestres para o controle da ferrugem da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: Ulbra, 2005b. v.1. p.1 - 5.

BONELLI, M.A.P.O., ANTUNIASSI, U.R., SANTEN, M.L.V., SIQUERI, F.V. Desempenho do flutriafol, comparado a tiofanato metílico + flutriafol, em gotas finas e gotas médias no controle da ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006. p. 272-274 (Embrapa Soja. Documentos, 272). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Regina Maria Villas Boas de Campos Leite, Janete Lasso Ortiz.

BONELLI, M.A.P.O., ANTUNIASSI, U.R., SIQUERI, F.V., SANTEN, M.L.V., CAVENAGHI, A.L., FIGUEIREDO, Z.N., CORRÊA, M.R., SIQUEIRA, J.L. Pulverização aérea para controle da ferrugem da soja com flutriafol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.30, p.147, 2005. Suplemento.

O clima e as epidemias de ferrugem asiática da soja

Emerson M. Del Ponte¹

É sabido que o clima exerce influência marcante nas epidemias de ferrugem asiática, uma vez que, no Brasil, em função da ausência de um inverno rigoroso na entressafra e presença contínua de hospedeiros, há inóculo suficiente para iniciar uma epidemia em uma lavoura de soja. De forma simples, mesmo sob um cenário de plantas suscetíveis e patógeno virulento, uma epidemia de ferrugem asiática poderá não ocorrer, ocorrer mais cedo ou tardiamente e em severidade variável, na escala de uma lavoura ou mesmo em uma região, de acordo com as condições climáticas prevalentes em uma safra. Mas quais seriam os elementos climáticos mais importantes? Essa pergunta tem sido feita há dezenas de anos pelos cientistas e a resposta buscada em estudos epidemiológicos direcionados para a compreensão dos fatores que afetam processos individuais ou da epidemia como um todo. Basicamente, duas estratégias têm sido utilizadas. Uma delas consiste na experimentação em ambiente controlado, a qual permite isolar um fator (temperatura, molhamento, luz, etc.) e quantificar o seu efeito em determinados processos de interesse no ciclo da doença (germinação de esporos, eficiência de infecção, período latente, etc.). A outra tem base na observação empírica do comportamento das epidemias no campo, em um grande número de situações, o que permite identificar padrões de crescimento das epidemias sob condições naturais e correlacionar esses padrões com variáveis climáticas ou biológicas. Embora muito já se tenha avançado, há ainda falhas no conhecimento devido, talvez, à dificuldade de se quantificar o efeito de alguns elementos climáticos nos processos da doença ou a simples falta de estudos detalhados sobre outros.

¹ Eng. Agr., Dr., Depto de Fitossanidade, Fac. de Agronomia, Univ. Federal do Rio Grande do Sul. emerson.delponte@ufrgs.br

O clima e o ciclo da doença

O ciclo da ferrugem asiática da soja é bastante conhecido. O ambiente, por influência das condições climáticas, é um dos elementos mais importantes no triângulo da doença por afetar diretamente o patógeno, a planta e, decisivamente, a doença resultante da interação. Uma forma de sumarizar o conhecimento sobre como o clima afeta o ciclo da ferrugem asiática é iniciar com a discussão dos processos da aerobiologia do fungo - estudo do transporte aéreo dos esporos - que vai desde a liberação dos esporos de uma fonte (uma planta ou lavoura infectada) até a deposição desses sobre as plantas de uma mesma lavoura ou de outras lavouras distantes. De maneira sucinta, elementos como o vento e a chuva promovem turbulência no dossel, causando assim a liberação e o escape dos esporos para fora deste até a atmosfera. A velocidade de transporte dos esporos na atmosfera é governada por fluxos de ar em escala sinótica, enquanto que a difusão turbulenta e a direção do vento governam a diluição das nuvens de esporos. Durante o transporte aéreo, os esporos tem a sua sobrevivência possivelmente afetada pela radiação ultravioleta, irradiação solar, temperatura e umidade relativa. Eventualmente, os esporos serão depositados sobre seus hospedeiros, através da ação do vento e da turbulência que promovem a deposição seca, e também da chuva que promove lavagem dos esporos do ar e a deposição dita úmida. A partir deste ponto, termina o ciclo aerobiológico, e a doença terá início com a germinação dos esporos sobreviventes durante o transporte aéreo e a penetração do fungo no seu hospedeiro. Para que a infecção ocorra, fatores do microclima como a temperatura e a presença de água, por ação do orvalho, chuva ou irrigação, são fundamentais para estimular a germinação dos esporos do fungo. Estabelecido o processo de infecção, a temperatura é o principal fator que irá determinar o tempo necessário para que se possam ser visualizadas as lesões, que contém as urédias do fungo, na face abaxial folhas. A partir de um sítio de infecção, novas urédias vão se formando no espaço ocupado por uma lesão, por até quatro semanas. As urédias produzirão os esporos que vão sendo paulatinamente liberados, por influência dos elementos já discutidos, podendo dar início a um novo ciclo.

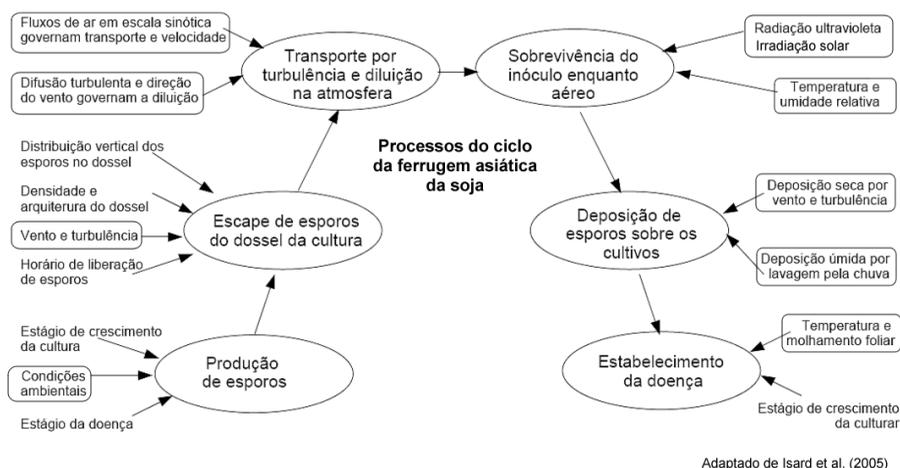


Figura 1. Modelo conceitual de processos do ciclo da ferrugem asiática, destacando processos da aerobiologia do patógeno e os elementos climáticos que afetam cada etapa.

Quantificando os efeitos de variáveis climáticas nos processos da epidemia

O efeito dos vários elementos do clima de uma região e do microclima do dossel da cultura, nos vários processos da epidemia deve ser, sempre que possível, quantificado para que se possa descrever ou, eventualmente, prever o comportamento da doença ou de seus componentes. Vários estudos já foram conduzidos para se obter tal conhecimento. O efeito isolado ou em interação de variáveis importantes como o molhamento foliar e a temperatura na infecção ou outros processos do ciclo da doença é normalmente medido sob condições controladas. Estudos na década de 70 e 80 permitiram observar que esporos de *Phakopsora pachyrhizi* foram capazes de germinar em temperaturas de 7 a 28 °C, com faixa ótima de 15 a 25 °C (Marchetti et al., 1976; Melching et al., 1989). Resultados similares, quanto à germinação de esporos, foram também observados recentemente em estudos conduzidos no Brasil (Alves et al, 2006). O efeito da temperatura na sobrevivência dos esporos foi investigado por Kochman (1979), que verificou que esporos expostos a temperaturas acima de 29 °C tiveram a sua

germinação significativamente reduzida, quando postos posteriormente para germinar à temperatura de 21 °C. O tempo mínimo para formação de apressórios foi aumentado de 4 para 8 horas, quando os valores se aproximam de extremos de baixas (8 °C) ou altas (30 °C) faixas de temperatura (Alves et al., 2006). Um estudo recente demonstrou a influência negativa da irradiação solar na sobrevivência dos esporos, cuja germinação decresceu linearmente com o incremento dos níveis de irradiação solar a que os esporos foram expostos (Isard et al., 2006). Quanto ao desenvolvimento da doença, estudos em ambiente controlado têm demonstrado que temperaturas entre 15 e 25 °C são mais favoráveis, principalmente para o processo de infecção. O período latente (período de tempo entre a infecção e o aparecimento das urédias) foi mais curto, de 6 a 9 dias, quando a temperatura esteve entre 26 e 28 °C, chegando a 30 dias sob temperatura de 10 °C (Kitani & Inoue, 1960, Alves, 2006). O tamanho das lesões não sofreu influência da temperatura (Alves et al., 2006), porém um maior tamanho de lesões foi observado quando as plantas foram submetidas à umidade relativa de 95%, comparado àquelas em que a umidade era de 85% (Caldwell et al., 2005).

Já nas condições de campo, baixos valores de taxa de progresso da doença foram verificados em Taiwan, em epidemias observadas sob condições de altas temperaturas médias, acima de 28 °C, e baixa precipitação (Yang et al., 1990). A associação chuva x epidemias foi demonstrada por meio da observação da alta correlação entre a severidade máxima da doença e variáveis com base na chuva, como número de dias de chuva e acumulado de chuva por períodos de até um mês durante o progresso da epidemia (Tan et al., 1996; Del Ponte et al., 2006a). O papel da chuva ainda não está totalmente elucidado, porém sugere-se que a chuva prolonga o molhamento necessário para a infecção e promova turbulência no dossel, o que facilitaria a liberação e dispersão dos esporos das urédias. Embora se tenha verificado efeito negativo de temperaturas altas, sob condições controladas e, em algumas situações no campo com alta temperatura em períodos de estiagem, esta parece não ser tão limitante nas condições do Brasil. Na maioria das regiões tropicais e subtropicais, no período de cultivo de safra

normal soja no Brasil, a temperatura média se encontra na faixa de conforto para o patógeno, aparentemente não causando estresse significativo, uma vez que as condições de umidade não sejam limitantes. A análise dos dados de 34 epidemias, observadas em três anos e 20 locais no Brasil, mostraram fraca correlação entre a severidade máxima da doença e as temperaturas médias, tanto máximas como mínimas diárias, por 30 dias durante o progresso da doença (Del Ponte et al., 2006a). A afirmação de que as altas temperaturas, acima dos valores observados em estudos controlados ($> 28^{\circ}\text{C}$) poderiam desfavorecer a doença em algumas regiões, deve ser examinada com cuidado, principalmente pelo fato de que a temperatura no dossel da cultura pode não refletir a mesma temperatura do ar medida metros acima do dossel, principalmente sob condições de uma lavoura sem estresse hídrico. Tal diferença pode ajudar a explicar o fato de epidemias serem extremamente agressivas no cerrado brasileiro onde se tem abundância de chuvas e temperatura máximas diárias do ar atmosférico freqüentemente bem acima dos níveis estabelecidos em estudos controlados.

O conhecimento do efeito do clima para a previsão de risco de epidemias

O conhecimento gerado através da observação das epidemias no campo versus o conhecimento fundamental, com base em experimentos em condições controladas, tem dado subsídios para a formulação de modelos matemáticos e sistemas de previsão de risco da ferrugem asiática. Os trabalhos que permitiram quantificar o efeito do molhamento foliar e da temperatura na infecção, sob condições controladas, levaram alguns pesquisadores a desenvolverem sistemas de previsão com base em modelos matemáticos que usam essas variáveis, para estimar o risco de infecção durante a safra com o monitoramento do ambiente em tempo real (Reis et al., 2004) ou para mapear zonas de favorabilidade com base em registros históricos de clima (Canteri et al., 2004). Modelos mais sofisticados, que tentam incorporar componentes da aerobiologia para simular movimento dos esporos também têm sido

propostos para prever a disseminação do inóculo durante a safra, usando inclusive previsões climáticas (Pan et al., 2006). Anteriormente, um modelo baseado em processos foi desenvolvido para a simulação do progresso das epidemias e avaliação do risco da doença sob diferentes cenários climáticos (Yang et al., 2001). Por outro lado, os modelos empíricos, como aqueles com base na chuva, têm sido usados para avaliação do risco da doença, com o uso de registros históricos de séries de 50 anos de precipitação para se estimar a probabilidade de ocorrência de epidemias severas em determinadas regiões nos Estados Unidos (Del Ponte e Yang, 2005). A previsão de risco da doença durante a safra foi feita com informações de previsões de chuva com base em modelos numéricos para períodos de até 15 dias (Del Ponte e Yang, 2006). Em recente revisão, foram discutidos doze modelos matemáticos encontrados na literatura para a previsão de diferentes componentes da epidemia usando diferentes métodos modelagem e conjuntos de dados (Del Ponte et al., 2006b), e é possível que outros modelos já estejam em desenvolvimento. A estratégia utilizada para estimar o risco da doença varia conforme os objetivos, disponibilidade e validade dos modelos, dados climáticos disponíveis, forma de aquisição e processamento dos dados, capacidade de interpretação e disseminação da informação de risco, dentre outros. Independente da estratégia e dos modelos utilizados, ainda não se pode dispensar o monitoramento da doença nas lavouras e a divulgação das ocorrências, informação crucial para a avaliação do risco regional da doença, uma vez que os modelos matemáticos ainda têm uma limitada capacidade de prever acuradamente a presença dos esporos em uma região.

Considerações finais

Conforme apresentado, diversos são os elementos do macro, meso e microclima que afetam os diferentes processos das epidemias de ferrugem asiática da soja, seja aqueles relacionados com a aerobiologia do fungo ou com os eventos que ocorrem durante a interação do fungo, seja na escala de uma planta até populações

de plantas. Porém, no campo, alguns fatores parecem ter influência mais decisiva do que outros podendo ter a capacidade de, por si só, explicar as epidemias para determinadas situações. Este é o caso de variáveis com base na chuva, uma vez que a temperatura não seja um fator limitante para a doença nas condições climáticas da região. A informação quantitativa gerada sobre o papel do clima sobre as epidemias é fundamental para que os modelos matemáticos possam representar com maior acurácia o comportamento real da doença e assim poderem ser usados com maior confiança em estudos de avaliação de risco e sistemas de previsão da doença. Torna-se crucial, portanto, continuar investindo em pesquisas acerca do papel do clima nas epidemias, em conjunto com outros fatores relacionados ao patógeno e à planta, de forma que o conhecimento possa ser mais bem utilizado para a resolução de questões práticas no manejo da doença no curto e no longo prazo, como a indicação do melhor momento para o controle ou o mapeamento de zonas e épocas de maior risco às epidemias.

Referências

- ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q. ; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Ferrugem asiática da soja**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 37-59.
- CALDWELL, P.M.; NUNKUMAR, A.; PRETORIUS, Z.A. ; FERNANDES, J.M.C. Development of *Phakopsora pachyrhizi* at different temperatures, relative humidities and leaf wetness duration. C3. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY, 9., 2005.
- CANTERI, M. G., CARAMORI, P., TSUKAHARA, R., SILVA, O. C., FARIA, R. GODOY, C. V. A system to map risk of infection by *Phakopsora pachyrhizi* for Parana State, Brazil. **Phytopathology** , v. 95, p.S16, 2005.
- DEL PONTE, E.M.; LI, X. ; YANG, X.B. Assessing the rainfall suitability of Asian soybean rust epidemics in the US soybean regions. NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2005, Nashville. **Proceedings...** Disponível em: < <http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium/posters/06.asp>. 2005.>

DEL PONTE, E.M. ; YANG, X.B. Estratégias de modelaje para la predicción e comunicación del riesgo de epidemias de la roya asiática de la soja. In: POPLER, L.D. (Ed.) **Roya asiática de la soja en América – el libro**. Las Talitas: Estación Experimental Obispo Colombres. 2006. p. 49-62.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; LI, X. ; YANG, X.B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology** , v. 96, p.797-803. 2006a.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; CANTERI, M.G.; REIS, E.M. ; YANG, X.B. Models and applications for risk assessment and prediction of Asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira** , v. 31, p. 533-544, 2006b.

ISARD, S. A.; DUFAULT, N. S.; MILES, M. R.; HARTMAN, G. L.; RUSSO, J. M.; DE WOLF, E. D. ; MOREL, W. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. **Plant Disease** , v.90, p.941-945, 2006.

KOCHMANN, J. K. The effect of temperature on development of soybeans rust (*Phakopsora pachyrhizi*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.30, n.2, p.273–277, 1979.

KITANI, K. ; INOUE, Y. Studies on soybean rust and its control measure. Part 1. Studies on the soybean rust. **Shikoku Agricultural Experiment Stations Bulletin**, v.5, p.319-342, 1960.

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

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L. ; ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v. 73, p.117-122, 1989.

PAN, Z.; YANG, X. B.; PIVONIA, S.; XUE, L.; PASKEN, R. ; ROADS, J. Long-term prediction of soybean rust entry into the continental United States. **Plant Disease** , v. 90, p.840-846, 2006.

REIS, E. M.; SARTORI, A.F. ; CAMARA, R.K. Modelo climático para a previsão da ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 30, p. 290-292, 2004.

TAN, Y.J.; YU, Z. ; YANG, C.Y. **Soybean rust**. Beijing: China Agricultural Press, 1996. 99 p.

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

YANG, X. B.; DOWLER, W. M. ; TSCHANZ, A. T. A simulation model for assessing soybean rust epidemics. **Journal of Phytopathology**, v. 133, p.187-200. 1991a.



Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede

Cláudia B. Pimenta¹, Cláudia V. Godoy², Dulândula S. Miguel-Wruck³, Edison U. Ramos Junior⁴, Fabiano V. Siqueri⁵, Heraldo R. Feksa⁶, Idalmir dos Santos⁷, Ivani O.N. Lopes⁸, José Nunes Junior⁹, Marcos M. Iamamoto¹⁰, Margarida A. Ito¹¹, Maurício C. Meyer¹², Moab D. Dias¹³, Mônica C. Martins¹⁴, Nailton S. Almeida¹⁵, Newton S. Andrade¹⁶, Paulino J. M. Andrade¹⁷, Plínio I. M. Souza¹⁸, Ricardo S. Balardin¹⁹, Ricardo Barros²⁰, Sergio A. da Silva²¹, Sylvania H. Furlan²², Walber L. Gavassoni²³

¹ Eng. Agr., Agenciarrural, Goiânia, GO, claudia@ctpa.com.br

² Eng. Agr., Dra., Embrapa Soja, Londrina, PR, godoy@cnpso.embrapa.br

³ Eng. Agr., Dra., Epamig, Uberaba, MG, dmiguel@epamiguberaba.com.br

⁴ Eng. Agr., Dr., Apta Regional do Sudoeste Paulista/ DDD, Cx. Postal 62, 18300-970, Capão Bonito, SP, edisonramosjr@aptaregionalsp.gov.br

⁵ Eng. Agr., Fundação Mato Grosso, Rondonópolis, MT, fabianosiqueri@fundacaomt.com.br

⁶ Eng. Agr., MS.c, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, Guarapuava, PR, heraldo@agraria.com.br

⁷ Eng. Agr., Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, idalmir@utfpr.edu.br

⁸ Matemática, MS.c, Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, PR, negrao@cnpso.embrapa.br

⁹ Eng. Agr., Dr., Centro Tecnológico Para Pesquisas Agropecuárias - CTPA, Goiânia, GO, nunes@ctpa.com.br

¹⁰ Eng. Agr., Dr., MCIamamoto Assessoria em Fitopatologia, Jaboticabal, SP, iamamoto@asbyte.com.br

¹¹ Eng. Agr., Dra., Instituto Agronômico – IAC, Campinas, SP, mfito@iac.sp.gov.br

¹² Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Soja, Balsas, MA, mauricio@embrapabalsas.com.br

¹³ Eng. Agr., MS.c, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, moab@uft.edu.br

¹⁴ Eng. Agr., Dra., Fundação de apoio à pesquisa e desenvolvimento do Oeste Baiano, Barreiras, BA, soja@fundacaoba.com.br

¹⁵ Eng. Agr., MS.c, Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, Barreiras, BA, nailton.nap@aiba.org.br

¹⁶ Eng. Agr., Especialista em Fiscalização, Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, Barreiras, BA, newandrade@uol.com.br

¹⁷ Eng. Agr., MS.c, Embrapa Soja, Chapadão do Sul, MS, paulino@fundacaochapadao.com.br

¹⁸ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, plinio@cpac.embrapa.br

¹⁹ Eng. Agr., Ph.D., Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, balardin@balardin.com

²⁰ Eng. Agr., MS.c, Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Maracaju, MS, ricardobarros@cooagri.coop.br

²¹ Biólogo, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, abud@cpac.embrapa.br

²² Eng. Agr., Dra., Instituto Biológico, Campinas, SP, sylvania@biologico.sp.gov.br

²³ Eng. Agr., Ph.D., Universidade Federal Grande Dourados, Dourados, MS, walber.gavassoni@ufgd.edu.br

As doenças que incidem na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] têm assumido papel importante na definição da produtividade da cultura, safra após safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20% (Tecnologias, 2006). A utilização de fungicidas para controle de doenças na cultura é uma prática recente, tendo iniciado os estudos com o surto epidêmico de oídio (*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam), na safra 1996/97. Posteriormente, o aumento da incidência das doenças de final de ciclo [*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner], principalmente em função do cultivo intensivo e da ausência de rotação de culturas, também demandaram o registro de fungicidas. Com o surgimento da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.), no Brasil, em 2001 (Yorinori et al., 2005), e a ausência de cultivares resistentes para controle dessa doença, novos produtos foram registrados. O uso de fungicidas foi intensificado por ser a única ferramenta que evita reduções de produtividade na presença da ferrugem. Informações sobre eficiência de fungicidas para controle das diferentes doenças são cada vez mais necessárias para orientar a sua correta utilização no campo.

A rede de ensaios para controle de doenças na cultura da soja surgiu durante a XXV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, realizada no ano de 2003, em Uberaba (MG), com o objetivo de fornecer resultados de pesquisa que auxiliem a assistência técnica na escolha do fungicida para controle das diferentes doenças que incidem na cultura. O delineamento dos ensaios em rede não tem como objetivo avaliar o momento da aplicação e o residual dos diferentes produtos, sendo o único objetivo a comparação dos produtos, em uma mesma situação. Ensaios comparando os diferentes produtos registrados, e em fase de registro, são realizados por instituições de pesquisa públicas e privadas, fundações, universidades e cooperativas (Godoy, 2005a,b). Na safra 2006/2007, 18 instituições participaram da rede de ensaios, nas diferentes regiões produtoras: Embrapa Soja, Agenciarrural/CTPA; Instituto Biológico; Embrapa Cerrados; MClamamoto; Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias; Fundação Mato Grosso; Instituto Agrônomo de Campinas; APTA

Regional do Sudoeste Paulista / DDD; EPAMIG; Universidade Federal do Tocantins; Universidade Federal Grande Dourados; Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Oeste Baiano; Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia; Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária; Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Federal de Santa Maria.

Durante a safra 2006/2007, seguindo os protocolos propostos para os "*ensaios em rede*", foram conduzidos ensaios para avaliar a eficiência dos produtos registrados, e em fase de registro, para controle da ferrugem da soja. Em função do número de produtos, os tratamentos foram separados em dois ensaios, de acordo com o grupo dos fungicidas, contemplando os triazóis em uma lista (Tabela 1) e as estrobilurinas, as misturas de triazóis com estrobilurinas e as misturas de triazóis com benzimidazóis em outra lista (Tabela 2). O tratamento com tebuconazole (Folicur[®]) foi comum nas duas listas. As listas de tratamentos, o delineamento experimental e as avaliações foram padronizados para sumarização conjunta ao final da safra, sendo realizados de acordo com as normas para avaliação e recomendação de fungicidas para a cultura da soja (Reunião, 2006). De maneira geral, em cada local, os ensaios (Tabela 1 e 2) foram realizados na mesma área experimental, e instalados no mesmo dia ou no dia seguinte com a intenção de realizar a análise conjunta de todos os tratamentos. No entanto, isso não foi possível uma vez que foi observada diferença nos tratamentos em comum nas duas listas (testemunha sem controle e Folicur[®]), provavelmente devido à variação das condições climáticas no momento da aplicação.

Tabela 1. Tratamentos com fungicidas do grupo dos triazóis para controle da ferrugem asiática da soja.

Ingrediente ativo	Produto comercial (p.c.)	dose l p.c.ha ⁻¹
1. Testemunha		
2. ciproconazole	Alto 100	0,30
3. ciproconazole + propiconazole	Artea	0,30
4. difenoconazole	Score	0,20
5. epoxiconazole	Soprano	0,40
6. epoxiconazole	Virtue	0,40
7. fluquinconazole	Palisade ¹	0,25
8. flutriafol	Impact ²	0,50
9. miclobutanil	Sythane	0,40
10. propiconazole	Juno	0,50
11. tebuconazole	Rival	0,50
12. tebuconazole	Folicur	0,50
13. tebuconazole	Orius	0,40
14. tebuconazole	Tebuconazole Nortox	0,50
15. tetraconazole	Eminent	0,40
16. tetraconazole	Domark	0,50
17. metconazole	Caramba	0,60
18. prothioconazole	Proline ³	0,30

Tabela 2. Tratamentos com fungicidas do grupo das estrobilurinas, das misturas de triazóis com estrobilurinas e das misturas de triazóis com benzimidazóis.

	Ingrediente ativo	Produto comercial (p.c.)	dose l p.c.ha ⁻¹
1.	Testemunha		
2.	azoxistrobina	Priori ¹	0,20
3.	picoxistrobina	Aproach ¹	0,20
4.	ciproconazole + azoxistrobina	Priori Xtra ¹	0,30
5.	ciproconazole + trifloxistrobina	Sphere ²	0,30
6.	epoxiconazole + piraclostrobina	Opera	0,50
7.	propiconazole + trifloxistrobina	Stratego ²	0,40
8.	tebuconazole + trifloxistrobina	Nativo ³	0,50
9.	flutriafol + tiofanato metílico	Impact Duo ⁴	0,60
10.	flutriafol + tiofanato metílico	Celeiro ⁵	0,60
11.	flutriafol + carbendazin	Battle ⁴	0,60
12.	ciproconazole + picoxistrobina	Alto 100 + Aproach ¹	0,24 + 0,24
13.	tebuconazole	Folicur	0,50

¹adicionado Nimbus 0,5% v/v

²adicionado Áureo 250 mL.ha⁻¹

³adicionado Áureo 0,25% v/v

⁴adicionado Oppa 1% v/v

⁵adicionado Iharol 1% v/v

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de parcelas de 6 linhas x 5 metros, com variações entre locais. Foram realizadas aplicações nos estádios R1/R2 (florescimento/ florescimento pleno) e reaplicações em R5.1 (início da formação de grãos) ou 21 dias após a primeira aplicação. Para aplicação dos produtos, foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂ e volume de aplicação de 150 a 200 l ha⁻¹.

Foram realizadas avaliações da severidade da ferrugem no momento da aplicação dos produtos e semanalmente, da severidade de outras doenças, da desfolha quando a testemunha apresentava ao redor de 80%, da produtividade, nos 5m² centrais de cada parcela e do peso de 100 sementes. As avaliações de severidade foram realizadas com auxílio de escalas diagramáticas (Martins et al., 2004; Godoy et al., 2006) para diminuir a variação da estimativa entre os

locais. Para análise conjunta foram utilizadas as avaliações de severidade, realizada próximo a R6 (vagens com 100% de granação), e produtividade.

Foram realizados 19 ensaios com os produtos da Tabela 1 e 20 ensaios com os produtos da Tabela 2, nas principais regiões produtoras, por diferentes instituições (Tabela 3). A redução de produtividade, em porcentagem, foi calculada comparando a testemunha sem controle ao melhor tratamento de cada ensaio, sendo observada maior redução para os ensaios aplicados com sintomas, no momento da primeira aplicação, quando comparado com os ensaios aplicados sem sintomas, indicando maior agressividade da doença. Esse fato já era esperado uma vez que a ferrugem é uma doença policíclica (vários ciclos do fungo em um único ciclo do hospedeiro) e quanto mais cedo ocorre sua incidência na cultura maior a probabilidade de ocorrer redução de produtividade, caso as condições climáticas favoreçam a evolução da doença.

As maiores reduções de produtividade foram observadas nos ensaios realizados pela Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, e as menores nos ensaios realizados pela Universidade Federal de Tocantins, em Alvorada, TO (Tabela 3).

Tabela 3. Instituições, locais, incidência de ferrugem na primeira aplicação, severidade e redução de produtividade nos ensaios com produtos da Tabela 1 e Tabela 2, para controle de ferrugem da soja. Safra 2006/07.

Instituição	Local	Primeira aplicação sem (0) e com sintomas (1)	Severidade média na primeira aplicação (%)	Redução de produtividade. Ensaio com produtos da Tabela 1 (%)*	Redução de produtividade. Ensaio com produtos da Tabela 2 (%)*
1. Embrapa Soja	Tamarana, PR	0	0	34	39
2. Embrapa Soja	Londrina, PR	1	1,2	68	72
3. Instituto Biológico	Paulínia, SP	1	0,5	32	24
4. Embrapa Cerrados	Planaltina, DF	1	4	82	74
5. MClamamoto	Ipameri, GO	1	2	48	37
6. Fundação MS	São Gabriel do Oeste, MS	0	0	30	38
7. Fundação MT	Campo Verde, MT	0	0	32	40
8. IAC/DDD	Capão Bonito, SP	1	2	61	64
9. Epamig	Uberaba, MG	1	0,1	43	40
10. CTPA	Senador Canedo, GO	1	3,18	56	69
11. CTPA	Goiânia, GO	0	0	34	39
12. UFT	Alvorada, TO	0	0	16	14
13. Embrapa Soja	Chapadão do Sul, MS	1	2	42	40
14. Embrapa Soja	Chapadão do Sul, MS	1	2	66	68
15. Embrapa Soja	Chapadão do Sul, MS	1	1	-	55
16. UFGD	Dourados, MS	1	0,5	24	22
17. Fundação BA	LEM, BA	0	0	43	31
18. Embrapa Soja	Riachão, MA	0	0	22	25
19. FAPA	Guarapuava, PR	1	0,1	51	52
20. UTFPR	Pato Branco, PR	1	0,1	42	54

* comparação entre a testemunha sem controle e o melhor tratamento.

Os ensaios para a sumarização conjunta foram selecionados de acordo com critérios estatísticos e técnicos. Foram realizadas análises de variância exploratória, para cada local. Nas análises individuais foram verificadas a significância do efeito de blocos, o quadrado médio residual, o coeficiente de variação, a assimetria, a curtose, a normalidade da distribuição de resíduos (Shapiro & Wilk, 1965), a aditividade do modelo estatístico (Tukey, 1949) e a distribuição de variâncias, por meio do teste de Burr & Foster (1972).

Além dos critérios estatísticos, características técnicas como severidade da doença no tratamento testemunha em R6, correlações entre as variáveis severidade e produtividade e diferença estatística entre os tratamentos também auxiliaram na seleção dos ensaios. Para a lista de tratamentos com triazóis (Tabela 1) foram utilizados 13 ensaios na análise conjunta (locais 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18), sendo sete sem sintomas na primeira aplicação e seis com sintomas na primeira aplicação. Para a lista de tratamentos com estrobilurinas e misturas (Tabela 2) foram utilizados 10 ensaios na sumarização conjunta (locais 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18) sendo cinco sem sintomas na primeira aplicação e cinco com sintomas. É importante ressaltar que mesmo uma aplicação sem sintomas pode ter sido realizada de forma curativa, uma vez que a ferrugem apresenta um período de incubação no qual não são observados sintomas, embora já esteja ocorrendo o processo de colonização do fungo na folha.

As análises conjuntas dos resultados dos ensaios foram realizadas utilizando o teste de comparação múltiplas de médias Tukey ($p < 0,05$), no programa SAS/STAT (2001).

Como os locais não foram os mesmos na análise dos dois grupos (Tabela 1 e 2) os resultados não podem ser comparados como um ensaio único, sendo a apresentação dos resultados e discussão realizada separadamente.

Triazóis

Na análise conjunta dos 13 ensaios, todos os tratamentos apresentaram severidade estatisticamente inferior à testemunha sem

controle (Tabela 4). Os tratamentos que apresentaram a maior severidade foram fluquinconazole (T7), difenoconazole (T4) e miclobutanil (T9). Os tratamentos com a menor severidade foram prothioconazole (T18), os quatro tratamentos com produtos comerciais à base de tebuconazole (T11, T12, T13 e T14) e metconazole (T17). A eficiência de controle para o melhor tratamento foi de 62%, sendo considerada baixa. A baixa eficiência de controle ocorreu devido ao número fixo de duas aplicações, estabelecidas no protocolo inicial, e longo intervalo para a realização da segunda aplicação, que foi realizada em R5 ou 21 dias após a primeira aplicação. As condições climáticas da safra 2006/07 favoreceram a evolução da doença na maioria dos locais, contribuindo para a diferenciação entre os produtos. A severidade apresentou alta correlação com a produtividade ($r = -0,95$) na análise utilizando os 13 locais.

Na análise, separando os ensaios com e sem sintomas no momento da aplicação, de maneira geral, os tratamentos mais e menos eficientes mantiveram-se no mesmo grupo estatístico da análise conjunta com os 13 ensaios, sendo observadas pequenas mudanças na ordem dos tratamentos. Mesmo nos ensaios sem sintomas na primeira aplicação, a evolução da doença foi suficiente para observar diferença de eficiência entre os tratamentos.

As maiores produtividades, na análise dos 13 ensaios, foram observadas para os tratamentos com prothioconazole (T18) e com tebuconazole (T12, T13 e T14). A produtividade dos tratamentos com fluquinconazole (T7), difenoconazole (T4) e miclobutanil (T9) não diferiu estatisticamente da testemunha sem controle. A redução de produtividade, comparando a testemunha e o melhor tratamento, foi de 36%. Para os ensaios sem sintomas na aplicação a redução de produtividade foi de 27% e para os ensaios aplicados com sintomas, 46%. Para os ensaios realizados sem sintomas na primeira aplicação, as maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com prothioconazole (T18), tebuconazole (T11, T12, T13 e T14) e ciproconazole + propiconazole (T3). Para os ensaios aplicados com sintomas, além dos tratamentos descritos anteriormente, ciproconazole (T2) e metconazole (T17) apresentaram as maiores produtividades.

A média de produtividade do tratamento testemunha nos ensaios aplicados sem sintomas foi de 2131 kg. ha⁻¹, sendo superior a média do tratamento testemunha nos ensaios aplicados com sintomas (1075 kg. ha⁻¹), evidenciando novamente a maior severidade da doença em função da ocorrência mais cedo em relação ao ciclo da cultura. As produtividades máximas observadas nos ensaios aplicados sem e com sintomas foram de 2936 e 2013 kg. ha⁻¹, respectivamente, evidenciando a necessidade de um maior número de aplicações para controle eficiente da doença. No entanto, o limitado número de aplicações favoreceu a diferenciação entre os produtos, sendo esse o objetivo dos ensaios em rede.

Tabela 4. Severidade da ferrugem, próxima ao estádio R6, para os diferentes tratamentos. Todos os locais (média de 13 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de sete ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de seis ensaios). Safra 2006/07.

Tratamento (p.c.)	Ingrediente ativo e dose (l p.c. ha ⁻¹)	Severidade (%)		
		Todos locais	Sem sintomas	Com sintomas
1. Testemunha		59	54	63
2. Alto 100	ciproconazole	0,3	33	33
3. Artea	ciproconazole + propiconazole	0,3	27	29
4. Score	difenconazole	0,2	43	51
5. Soprano	epoxiconazole	0,4	39	47
6. Virtue	epoxiconazole	0,4	28	43
7. Palisade ¹	fluquinconazole	0,25	45	50
8. Impact ²	flutriafol	0,5	31	36
9. Systane	miclobutanil	0,4	42	50
10. Juno	propiconazole	0,5	35	44
11. Rival	tebuconazole	0,5	22	26
12. Follicur	tebuconazole	0,5	22	24
13. Orius	tebuconazole	0,4	21	25
14. Tebuconazole Nortox	tebuconazole	0,5	18	25
15. Eminent	tetraconazole	0,4	31	37
16. Domark	tetraconazole	0,5	37	40
17. Caramba	metconazole	0,6	23	29
18. Proline ³	prothioconazole	0,3	24	21
C.V.		18	20	17

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (pd"0,05).

¹ adicionado Aureo 250 ml.ha⁻¹

² adicionado Oppa 1% v/v

³ produto em fase de registro no MAPA

Tabela 5. Produtividade para os diferentes tratamentos. Todos os locais (média de 13 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de sete ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de seis ensaios). Safra 2006/07.

Tratamento (p.c.)	Ingrediente ativo e dose (l p.c. ha ⁻¹)	Produtividade (kg. ha ⁻¹)		
		Todos locais	Sem sintomas	Com sintomas
1. Testemunha		1562 I	2131 H	1075 H
2. Alto 100	ciproconazole	0,3	2600 C	1788 A
3. Artea	ciproconazole + propiconazole	0,3	2695 A	1796 A
4. Score	difenoconazole	0,2	2256 G	1235 G
5. Soprano	epoxiconazole	0,4	2396 D	1396 E
6. Virrue	epoxiconazole	0,4	2354 E	1520 D
7. Palisade ¹	fluquinconazole	0,25	2164 H	1271 F
8. Impact ²	flutriafol	0,5	2632 B	1682 B
9. Systane	miciobutanil	0,4	2235 H	1441 D
10. Juno	propiconazole	0,5	2310 F	1557 C
11. Rival	tebuconazole	0,5	2668 A	1900 A
12. Folicur	tebuconazole	0,5	2936 A	1908 A
13. Orius	tebuconazole	0,4	2812 A	1897 A
14. Tebuconazole Nortox	tebuconazole	0,5	2800 A	1865 A
15. Eminent	tetraconazole	0,4	2384 D	1553 C
16. Domark	tetraconazole	0,5	2548 C	1469 D
17. Caramba	metconazole	0,6	2632 B	1784 A
18. Proline ³	prothioconazole	0,3	2917 A	2013 A
C.V. (%)		13	11	16

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (pd"0,05).

¹ adicionado Aureo 250 ml.ha⁻¹

² adicionado Oppa 1% v/v

³ produto em fase de registro no MAPA

Estrobilurinas e misturas

Na análise conjunta dos 10 ensaios com estrobilurinas e misturas de triazóis com estrobilurinas e triazóis com benzimidazóis, todos os tratamentos apresentaram severidade estatisticamente inferior à testemunha sem controle (Tabela 6). Os tratamentos que apresentaram a maior severidade foram azoxistrobina (T2), picoxistrobina (T3), propiconazole + trifloxistrobina (T7) e flutriafol + tiofanato metílico (T9). Os tratamentos com a menor severidade, sendo estatisticamente diferentes dos demais, foram tebuconazole + trifloxistrobina (T8), ciproconazole + azoxistrobina (T4), ciproconazole + trifloxistrobina (T5), ciproconazole + picoxistrobina (T12) e o triazol tebuconazole (T13). A maior eficiência de controle foi de 71%, sendo considerada baixa. A baixa eficiência de controle ocorreu devido ao número fixo de duas aplicações, estabelecidas no protocolo inicial, e longo intervalo para a realização da segunda aplicação, que foi realizada em R5.1 ou 21 dias após a primeira aplicação. A avaliação de severidade apresentou alta correlação com produtividade ($r=-0,94$).

Na análise separando os ensaios sem e com sintomas no momento da aplicação, os tratamentos com a menor severidade foram tebuconazole + trifloxistrobina (T8), tebuconazole (T13) e ciproconazole + trifloxistrobina (T5), para os ensaios aplicados sem sintomas, e ciproconazole + azoxistrobina (T4), ciproconazole + trifloxistrobina (T5), ciproconazole + picoxistrobina (T12) e tebuconazole + trifloxistrobina (T8), para os ensaios com sintomas na primeira aplicação. A análise separando os ensaios de acordo com a incidência no momento da aplicação foi semelhante à análise usando todos os ensaios, sendo observada somente inversão na ordem dos tratamentos com as menores severidades.

Todos os tratamentos apresentaram produtividade estatisticamente superior ao tratamento testemunha (Tabela 7), sendo as maiores produtividades observadas para os tratamentos com azoxistrobina + ciproconazole (T4), picoxistrobina + ciproconazole (T12), ciproconazole + trifloxistrobina (T5) e tebuconazole (T13), considerando a análise com todos os 10 locais. Para os ensaios aplicados sem sintomas os tratamentos com

epoxiconazole + piraclostrobina (T6) e tebuconazole + trifloxistrobina (T8) também apresentaram as maiores produtividades, juntamente com os produtos descritos anteriormente. Na análise dos ensaios aplicados com sintomas, as maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com ciproconazole + azoxistrobina (T4), picoxistrobina + ciproconazole (T12), tebuconazole + trifloxistrobina (T8), tebuconazole (T13), ciproconazole + trifloxistrobina (T5), picoxistrobina (T3).

De maneira semelhante à observada nos ensaios com triazóis (Tabela 1), para os ensaios com estrobilurinas e misturas, a média de produtividade do tratamento testemunha nos ensaios aplicados sem sintomas foi superior a média do tratamento testemunha nos ensaios aplicados com sintomas, sendo de 2238 kg. ha⁻¹ e 1227 kg. ha⁻¹, respectivamente, evidenciando novamente a maior agressividade da doença em função da incidência mais cedo em relação ao ciclo da cultura.

Tabela 6. Severidade da ferrugem, próxima ao estádio R6, para os diferentes tratamentos. Todos os locais (média de 10 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de cinco ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de cinco ensaios). Safra 2006/07.

Tratamento (p.c.)	Ingrediente ativo e dose (l p.c. ha ⁻¹)	Severidade (%)		
		Todos locais	Sem sintomas	Com sintomas
1. Testemunha		61	A	60
2. Piori ¹	azoxistrobina	32	B	36
3. Aproach ¹	picoxistrobina	29	B	33
4. Piori Xtra ¹	ciproconazole + azoxistrobina	19	E	22
5. Sphere ²	ciproconazole + trifloxistrobina	19	E	22
6. Opera	epoxiconazole + piraclostrobina	26	C	29
7. Stratego ²	propiconazole + trifloxistrobina	29	B	25
8. Nativo ³	tebuconazole + trifloxistrobina	18	E	16
9. Impact Duo ⁴	flutriafol + tiofanato metílico	29	B	33
10. Celeiro ⁵	flutriafol + tiofanato metílico	28	C	33
11. Battle ⁵	flutriafol + carbendazim	25	D	28
12. Alto 100 + Aproach ¹	ciproconazole + picoxistrobina	20	E	22
13. Folcur	tebuconazole	21	E	21
CV		19		20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (pd"0,05).

- ¹ adicionado Nimbus 0,5% v/v
- ² adicionado Áureo 250 mL.ha⁻¹
- ³ adicionado Áureo 0,25% v/v
- ⁴ adicionado Oppa 1% v/v
- ⁵ adicionado Iharol 1% v/v

Tabela 7. Produtividade para os diferentes tratamentos. Todos os locais (média de 10 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de cinco ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de cinco ensaios). Safra 2006/07.

Tratamento (p.c.)	Ingrediente ativo e dose (l p.c. ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		Todos locais	Com sintomas
1. Testemunha		1733 G	1227 G
2. Piori ¹	azoxistrobina	2431 E	1889 D
3. Aproach ¹	picoxistrobina	2511 C	2022 A
4. Piori Xtra ¹	ciproconazole + azoxistrobina	2843 A	2245 A
5. Sphere ²	ciproconazole + trifloxistrobina	2684 A	2082 A
6. Opera	epoxiconazole + piraclostrobina	2595 C	1966 B
7. Stratego ²	propiconazole + trifloxistrobina	2268 F	1750 F
8. Nativo ³	tebuconazole + trifloxistrobina	2606 B	2155 A
9. Impact Duo ⁴	flutriafol + tiofanato metílico	2473 D	1848 D
10. Celeiro ⁵	flutriafol + tiofanato metílico	2441 E	1828 E
11. Battle ⁴	flutriafol + carbendazim	2502 C	1931 C
12. Alto 100 + Aproach ¹	ciproconazole + picoxistrobina	2803 A	2203 A
13. Foliceur	tebuconazole	2668 A	2152 A
CV		10	12
		11	12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (pd"0,05).

- ¹ adicionado Nimbus 0,5% v/v
- ² adicionado Áureo 250 mL.ha⁻¹
- ³ adicionado Áureo 0,25% v/v
- ⁴ adicionado Oppa 1% v/v
- ⁵ adicionado Iharol 1% v/v

A amplitude de diferença de produtividade entre os tratamentos com triazóis (Tabela 1) foi maior quando comparada com os tratamentos com estrobilurinas e misturas (Tabela 2). Considerando somente as análises com todos locais, para os triazóis (Tabela 5), a diferença entre a produtividade do tratamento mais eficiente (prothioconazole - T18) e menos eficiente (fluquinconazole - T7) foi de 787 kg. ha⁻¹, sem considerar a testemunha sem aplicação de fungicida. Para os tratamentos da Tabela 2, a diferença entre a produtividade do tratamento mais eficiente (ciproconazole + azoxistrobina - T4) e menos eficiente (propiconazole + trifloxistrobina - T7) foi de 575 kg. ha⁻¹ (Tabela 7).

As análises conjuntas foram separadas em sem e com sintomas na primeira aplicação, mas é importante ressaltar que mesmo uma aplicação sem sintomas pode ter sido curativa, considerando o período de incubação (infecção até a manifestação dos sintomas) do fungo e que a doença pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da cultura.

Embora os resultados obtidos para os tratamentos das Tabela 1 e 2 não sejam comparáveis, devido aos locais envolvidos na análise serem diferentes, pode-se observar que o tratamento com tebuconazole (Folicur[®]), comum nas duas listas, ficou no melhor agrupamento nos dois ensaios, permitindo comparar o agrupamento com a maior eficiência de controle das duas listas. Desta forma, os tratamentos com as maiores eficiências de controle, de acordo com os ensaios em rede realizados na safra 2006/07, foram prothioconazole (T18), os quatro tratamentos com produtos comerciais à base de tebuconazole (T11, T12, T13 e T14) e metconazole (T17) da Tabela 1 e tebuconazole + trifloxistrobina (T8), ciproconazole + azoxistrobina (T4), ciproconazole + trifloxistrobina (T5), ciproconazole + picoxistrobina (T12) e o triazol tebuconazole (T13), da Tabela 2, considerando a variável severidade na análise conjunta dos 13 e 10 ensaios. A variável severidade apresentou alta correlação com produtividade ($r=-0,95$ para os ensaios com triazóis e $r=-0,94$ para os ensaios com estrobilurinas e misturas), indicando que a ferrugem foi o principal fator que causou redução da produtividade, nos ensaios analisados.

Sintomas de fitotoxicidade, do tipo clorose internerval

("folha carijó"), foram observados em alguns locais para os tratamentos com tebuconazole, prothioconazole e metconazole, o que, aparentemente, não comprometeu a produtividade nos ensaios, uma vez que os tratamentos com tebuconazole e prothioconazole apresentaram as maiores produtividades.

Embora ocorram diferentes grupos de eficiência na análise conjunta dos resultados, é importante salientar que os produtos podem ter a mesma eficiência no campo, em condições de baixa pressão da doença. Essa diferença na eficiência dos produtos é mais fácil de ser observada em situações onde a ferrugem ocorre de forma mais severa. O delineamento dos *ensaios em rede* e a seleção dos ensaios para a sumarização conjunta têm como objetivo selecionar os locais onde a doença foi mais agressiva para verificar a diferença entre produtos nas situações mais críticas. Apesar da maior eficiência de controle observada para alguns produtos, esse fato não implica em flexibilidade de aplicação. Os produtos devem ser utilizados nos sintomas iniciais (traços da doença) ou preventivamente, levando em conta os fatores necessários ao aparecimento da ferrugem (presença do fungo na região, idade das plantas e condição climática favorável), a logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e tamanho da propriedade), a presença de outras doenças e o custo do controle. As reaplicações dos produtos devem levar em conta o monitoramento da doença na lavoura, uma vez que o residual pode variar entre produtos e em função das condições climáticas.

Referências

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo Series, 282).

GODOY, C.V. (Org.). **Resultados da rede de ensaios para controle químico de doenças na cultura da soja. safra 2003/2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2005a. (Embrapa Soja. Documentos, 251). 88p.

GODOY, C.V. (Org.). **Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja - safra 2004/2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2005b. (Embrapa Soja. Documentos, 266). 183p.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n.1, p. 63 - 68, 2006.

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M.S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p.179-184, 2004.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba, MG. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. 249 p.

SAS/STAT[®] Versão 9.1.3 do sistema SAS para Windows, copyrightã 1999-2001 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, Oxford, v. 52, p. 591-611, 1965.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, Washington, v. 5, p. 232-242, 1949.

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



Resistência a fungicidas

Paulo Sérgio José dos Santos¹

No âmbito do controle químico das doenças de plantas pode-se dizer que o fator de maior preocupação atualmente, é o da resistência de fungos à fungicidas. Trata-se de um problema mundial que tem obrigado os governos de diversos países e as indústrias produtoras de defensivos a se aliarem, criando programas para neutralizar as ocorrências já existentes e prevenir os casos ainda não estabelecidos.

A resistência é uma alteração herdável e estável em um fungo em resposta à aplicação de um fungicida, resultando numa redução da sensibilidade ao produto (European, 1988). O primeiro relato ocorreu em 1960 com os bolores verde e azul em citros (*Penicillium* spp.), resistentes aos hidrocarbonetos aromáticos. Até 1970 havia apenas alguns casos esporádicos de resistência aos fungicidas. Com a introdução dos fungicidas sistêmicos o problema agravou-se e, desde então, vários patógenos de culturas economicamente importantes têm apresentado resistência aos mais variados grupos de fungicidas.

O desenvolvimento da resistência é simplesmente uma consequência da seleção natural. Um mutante resistente presente numa população qualquer de esporos ou outros propágulos, numa frequência muito baixa, apresentará um acréscimo com o decorrer das gerações (sobrevivência do mais apto). Para que isso ocorra, a mutação deve conferir vantagem adaptativa em relação aos indivíduos suscetíveis e o agente selecionador, o fungicida, deve ser aplicado continuamente. Se os fungicidas continuarem eliminando os indivíduos suscetíveis, o equilíbrio da população sofrerá alteração até o ponto em que os resistentes prevalecerão na população, resultando em falha na aplicação.

¹ Eng. Agr. M.Sc., Presidente FRAC-BRASIL, RTD SIPCAM ISAGRO BRASIL.
psantos@sipcam-isagro.com.br

Os mecanismos de resistência variam, mas envolvem, principalmente, modificações no sítio primário de ação do fungicida sobre o patógeno fúngico. Os fungicidas benzimidazóis interferem na mitose em divisão celular pela inibição da biossíntese de tubulinas, que é uma proteína que compõe os microtúbulos. Assim, a formação dos microtúbulos é distorcida não ocorrendo a divisão do núcleo e a conseqüente separação (Hewitt, 1998). Esses fungicidas perderam eficácia agrônômica sobre vários patógenos em função da alteração no sítio alvo da α tubulina. A resistência de *Neurospora* spp. a carbendazim, por exemplo, deu-se pela simples substituição do aminoácido fenilalanina por tirosina no sítio alvo da α tubulina. Em função da especificidade de atuação e do grande número de casos de resistência relatado em todo o mundo, o FRAC classifica os benzimidazóis como sendo de alto risco quanto a probabilidade de surgir indivíduos resistentes.

Os fungicidas denominados de triazóis pertencem ao grupo de produtos que atuam na interrupção das funções da membrana celular dos fungos. Eles atuam inibindo a biossíntese de esteróis, mais especificamente, o ergosterol, que é uma substância importante para a manutenção da integridade da membrana celular dos fungos. Os inibidores da biossíntese de esteróis (IBEs) estão divididos em dois grupos distintos: os inibidores da demetilação do C14 (DMIs) dos quais seus principais representantes são os triazóis, e os inibidores das enzimas $\Delta^{8,7}$ isomerase e Δ^{14} redutase representado pelos fungicidas morfolínicos. No caso dos DMIs os mecanismos que levam ao desenvolvimento da resistência ainda não são totalmente compreendidos. Mutações no sítio CYP51 têm sido identificadas em patógenos de cereais e relacionadas à perda de sensibilidade aos fungicidas triazóis (Cools et. al., 2006). Em relação a probabilidade de surgimento de resistência estes são classificados como de risco intermediário.

O mecanismo de ação das estrobilurinas ocorre através da inibição da respiração mitocondrial, que bloqueia a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c_1 , no sítio Qo, interferindo na produção de ATP. A resistência de *Blumeria graminis* em trigo e cevada aos fungicidas do grupo Qo1 (estrobilurinas, famoxadone e fenamidone) está relacionada a mutação em um ponto específico,

qual seja, a substituição de glicina por alanina na posição 143 do citocromo b (Sierotzki et. al., 2000). Várias mutações no citocromo b mitocondrial têm sido relatadas, porém, somente duas - G143A e F129L – tem ocorrido em populações de campo, sendo a mutação G143A a principal responsável por falhas no controle de doenças. A semelhança dos benzimidazóis este grupo apresenta um alto risco de resistência.

A utilização de fungicidas no Brasil teve aumento significativo a partir da safra 2001/2002 com a introdução da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Passaram-se cinco anos e o controle químico continua sendo a principal alternativa para assegurar uma boa produtividade em lavouras atacadas por este patógeno. Os fungicidas mais utilizados para este fim, as estrobilurinas, os triazóis e os benzimidazóis são todos inibidores sítio específico. Neste caso, a ocorrência de mutação no sítio alvo do patógeno poderá conduzir a altos níveis de resistência (resistência do gene maior) com conseqüente perda de eficiência agrônômica dos produtos.

Estratégias de manejo como - utilização de fungicidas em mistura em detrimento do produto empregado isoladamente, restrição do número de tratamentos aplicados por safra, manutenção da dose recomendada pelo fabricante, emprego do manejo integrado de doenças, evitar o uso erradicante e aumento da diversidade química através da utilização de outros fungicidas em tratamentos subseqüentes - devem ser estimuladas a fim de minimizar ou até mesmo evitar os problemas decorrentes da resistência a fungicidas.

Outra ferramenta vital para mitigar os danos provocados pelo aparecimento da resistência a fungicidas é o monitoramento de populações do patógeno. Ele nos permite obter aviso precoce de uma situação de resistência eminente, principalmente para resistência multi-estágio ou quantitativa. É útil ainda, para verificar se as estratégias de manejo da resistência apresentam resultados positivos e se a resistência é a causa da ausência de controle da doença.

Qual é o risco de surgirem populações resistentes de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas atualmente em uso? Embora, não seja possível responder a este questionamento de maneira assertiva, pode-se avaliá-lo através de alguns indicadores.

Os fatores que podem acarretar o surgimento de isolados de *Phakopsora pachyrhizi* resistentes aos principais fungicidas em uso na cultura da soja são:

- a) A utilização de fungicidas em áreas extensas aumenta consideravelmente a pressão de seleção. Exemplificando, nesta safra a área cultivada com soja foi de 20,65 milhões de hectares (CONAB, Junho - 2007).
- b) A utilização de fungicidas com modo de ação sítio específico em detrimento de fungicidas multi-sítios. Atualmente a utilização das misturas de triazol + estrobilurina e triazol + benzimidazol constituem-se ferramentas que poderão diluir a pressão de seleção exercida pelos fungicidas. Contudo, em misturas, preferivelmente, deve ser escolhido um fungicida protetor ou outro com baixo risco de resistência, já que a combinação de dois produtos vulneráveis pode resultar em resistência múltipla (Azevedo, 2003). Ainda segundo Dekker (1995), de modo geral, não é possível afirmar qual é a melhor tática: misturar ou alternar fungicidas sistêmicos.
- c) Manutenção da dose recomendada pelo fabricante. A utilização de doses sub-letais com o objetivo de reduzir custos é prática comum especialmente em períodos de crise econômica.
- d) Aplicações repetitivas do mesmo produto. A constatação do patógeno em estádios iniciais da cultura, combinado a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença, acarreta aumento do número de aplicações de fungicidas (3 a 4 aplicações/ciclo). Adicionalmente, a aplicação de um mesmo produto em anos consecutivos pode induzir a seleção de indivíduos resistentes.
- e) Utilização erradicante do produto. Aplicações realizadas "curativamente" têm se tornado rotina no patossistema ferrugem asiática soja. Esta prática aumenta a probabilidade de surgimento de isolados insensíveis aos fungicidas utilizados.
- f) Patogenicidade. Patógenos como *Phakopsora pachyrhizi* que têm gerações de períodos curtos e esporulações explosivas, podem provocar epidemias, exigindo aplicações freqüentes de fungicidas e, conseqüentemente, maior risco de resistência em comparação com patógenos que têm apenas uma geração por ano (Brent, 1995).

Como ainda não dispomos de cultivares resistentes ou mesmo tolerantes a ferrugem asiática, a única alternativa viável de controle é através do uso de fungicidas. Diante disto é preciso implementar estratégias que visem prolongar a vida útil e efetividade destes produtos minimizando as chances de surgimento de problemas de resistência.

O Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (FRAC-BR) em ação conjunta com o setor público, tem empenhado esforços para monitorar a sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* e *Ramularia areola* aos principais fungicidas atualmente em uso nas culturas da soja e do algodão, respectivamente. Outros projetos dessa natureza serão estimulados pelo FRAC-BR, a fim de gerar informações locais e promover o uso sustentável de fungicidas no Brasil.

Referências

- AZEVEDO, L.A.S. **Fungicidas protetores**: fundamentos para o uso racional. São Paulo, 2003. 320p.
- BRENT, K.J. **Fungicide resistance in crop pathogens**: how can it be managed? Brussels: GIFAP, 1995. 48p. (FRAC Monograph, n.1).
- COOLS, H.J., FRAAIJE, B.A., KIM, S.H.; LUCAS, J.A. **Biochemical Society Transactions**, v.34, p.1219-1222, 2006.
- DEKKER, J. Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. In: LYR, H. (Ed.). **Modern selective fungicides**: properties, applications, mechanisms of action. 2. ed. New York: Gustav Fisher, 1995, p.23-38.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. Fungicide resistance: definitions and use of terms. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**, v.18, n.4, p. 569-571, 1988.
- HEWITT, H. G. **Fungicides in crop protection**. Cambridge: CAB Internacional, 1998. 221p.
- SIEROTZKI, H., WULLSCHLEGER, J., GISI, U. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 68, 107-112, 2000.



Monitoramento da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi*, fungo causador da ferrugem da soja, aos fungicidas dos grupos das estrobilurinas e dos triazóis

Nilceli Fernandes Buzzerio¹

A resistência ocorre naturalmente, é estável e hereditária e pode ser definida como a habilidade de indivíduos em uma população em sobreviver a condições que antes eram letais a mesma. Crow (1957) define a resistência como “o marco na mudança da composição genética de uma determinada população em resposta à pressão de seleção”.

Os agroquímicos têm se tornado parte integral na produção eficiente de alimentos, sendo a resistência um dos mais significativos problemas encontrados nos programas de manejo integrado.

Como conseqüências drásticas da evolução da resistência estão as aplicações de agroquímicos com maior freqüência, uso de doses elevadas, misturas de agroquímicos e; ou substituição por outro produto, geralmente de maior toxicidade e custo. Essas conseqüências comprometem os programas de manejo integrado devido ao aumento no custo de controle (Georghiou, 1983).

Associado a esses fatores, a descoberta de uma nova molécula química tem se tornado cada vez mais difícil e cara, portanto, os programas de manejo da resistência têm se tornado um importante componente do manejo integrado de pragas.

Vale ressaltar que para que sejam mais efetivos, os programas de manejo da resistência devem ser implementados de modo preventivo, ou seja, no início da evolução da resistência (Georghiou 1983, Roush & Miller 1986, Roush & Amp; Mckenzie 1987). Infelizmente, a maioria das pesquisas nesta área é iniciada somente após a constatação de falhas no controle com o uso de um determinado produto químico. Sem dúvida, os fracassos no

¹ Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Holambra, São Paulo.

controle podem estar associados á outros problemas como calibragem deficiente dos equipamentos de pulverização e; ou aplicação na época inadequada, aplicações em condições meteorológicas desfavoráveis, formulação inadequada, dose incorreta, pH da calda de aplicação e evolução da resistência. Para comprovar se a resistência é um dos fatores influentes no desempenho de um produto, há necessidade de se realizar estudos laboratoriais para avaliar a sensibilidade de populações ao produto em questão.

Em países da Europa, por exemplo, as autoridades de Registro e também as Companhias de Agroquímicos reconhecem que o desenvolvimento da resistência pode ser minimizado através de adequadas estratégias anti-resistência. Países pertencentes à União Européia, (EU, 1991) requerem que, antes do lançamento do produto, estudos da probabilidade ou o risco de desenvolvimento de resistência e seu impacto sejam realizados.

De acordo com a OEPP/EPPO (2002) o risco inerente depende de vários fatores que podem estar associados com o produto e com o alvo. Esses fatores não necessariamente operam isoladamente e não se aplicam em todos os casos.

Os fatores associados com os produtos podem ser: a persistência do mesmo na planta o modo de ação "single site" ou de sítio específico, a resistência monogênica, dentre outros.

Já os riscos pertencentes ao alvo podem estar associados ao seu ciclo de vida, característica da fecundidade e distribuição da progênie; variabilidade genética, incluindo o potencial de mutação espontânea; existência de um mecanismo para metabolizar as substâncias ativas; existência de resistência cruzada; adaptabilidade ou "fitness"; etc.

Os riscos agrônômicos também devem ser considerados, isto é, culturas amplamente plantadas com curto período de rotação; monocultura ou plantios seqüenciais; uso de plantas transgênicas com genes expressando atividade pesticida; uso de cultivares suscetíveis ao alvo; isolamento geográfico de populações que impedem a entrada de formas sensíveis; condições ambientais que favorecem o ciclo de vida ou altas densidades populacionais; etc.

O desenvolvimento ou a evolução da resistência pode ser

minimizado através das estratégias anti-resistência (FRAC Intenacional e Fungicide Resistance Action Group – UK, FRAG-UK). Podem ser citadas como estratégias anti-resistência:

- Minimizar o uso de fungicidas e particularmente repetidas aplicações de fungicidas do mesmo grupo químico;
- Restringir o número de aplicações de fungicidas por safra e por grupo químico, e aplicar somente quando necessário;
- Implementar o uso de rotação de fungicidas de diferentes grupos químicos ou o uso de formulações prontas ou em mistura de tanque sempre seguindo as recomendações do fabricante;
- Utilizar fungicidas sempre nas doses recomendadas pelo fabricante. Incluir no programa de controle, fungicidas de sítios múltiplos (afetam mais do que um processo fisiológico dentro do patógeno)
- Uso do manejo integrado de doenças: eliminar fontes primárias de inóculo; uso de variedades resistentes; rotação cultural principalmente para reduzir os patógenos de solo; esterilização do solo, desinfestação de ferramentas, etc.
- Estudos de baseline e monitoramento da sensibilidade, etc.

Os fungicidas conhecidos como Qois (*Quinone outside inhibitor*) incluem três famílias de fungicidas as estrobilurinas, mais conhecidas, e duas outras representadas pelos fenamidones e famoxadones. Esses fungicidas agem na inibição da respiração mitocondrial, que bloqueia a transferência de elétrons entre o complexo enzimático do citocromo b e c₁, no sítio Qo, interferindo na produção de ATP.

Na maioria dos casos, a resistência é conferida através de um único ponto de mutação no gene *cyt b*, levando a mudança na posição 143 do aminoácido de glicina para alanina (G143A). Há espécies como *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp e *Pyricularia grisea* Sacc, em que a mudança é de fenilalanina para leucina na posição 129 F129L, também conferindo resistência aos Qois mas, em nível menor do que G143A (Gisi et al., 2002; Kim et al., 2003).

De acordo com o FRAC Internacional, o grupo dos triazóis, compreendem quatro classes de fungicidas, mas apenas três delas, G1, G2 e G3 são utilizadas como fungicidas na agricultura: DMIs, Aminas (antes chamadas de morfolinias), e Hidroxyanilidas,. Todos

eles controlam fungos através da inibição da biossíntese de esterol, mas diferem com relação ao sítio alvo.

Possíveis mecanismos de resistência, incluem mutações no CYP51, o gene que codifica o citocromo P450 esterol e 14-demetilase (P450_{14DM}), enzima alvo dos DMIs (Yoshida, Y. & Y. Aoyama. 1991) ou aumento da expressão do CYP51 (Hitchcock, 1993); (Hollomon, 1993).

A Syngenta é uma das líderes mundiais na área de “agribusiness”, comprometida com a agricultura sustentável através de inovação em pesquisa e tecnologia.

Como empresa comprometida com seus valores e com seus clientes, possui laboratórios altamente especializados na produção de Baselines da sensibilidade, monitoramentos, estudos de biologia molecular e bioquímica para fins de monitoramento da resistência, com isso investigando o desenvolvimento da resistência e consequentemente salvaguardando a vida útil dos mesmos.

A Syngenta investe tempo e recursos no gerenciamento da resistência, geração de dados, interpretação das suspeitas levantadas assim como participação em eventos ou em Comitês como FRAC-Brasil, IRAC-Brasil e HRAC-Brasil (Comitês de Ação à Resistência a Fungicidas, Inseticidas e Herbicidas, respectivamente), pois acredita que os estudos de resistência podem ser trazer oportunidades para o negócio.

Em 1997, durante o desenvolvimento de um importante grupo de fungicidas: as estrobilurinas, a Syngenta Brasil – Holambra-SP, foi responsável pelo projeto “Baseline da sensibilidade de *Alternaria solani* ao azoxystrobin”. Mais de 80 populações deste fungo foram coletadas e estudadas produzindo o que é hoje considerado o primeiro baseline da sensibilidade a esse grupo químico no Brasil.

De lá para cá uma estrutura maior foi construída, equipamentos sofisticados foram adquiridos, e salas climatizadas com controle de umidade e temperatura foram construídos, viabilizando que outros importantes projetos de fungicidas e também de inseticidas fossem implementados.

Atualmente o Laboratório de Monitoramento da Resistência da Syngenta Holambra é considerado como referência no Brasil, e

altamente atuante em Comitês como FRAC-Brasil e IRAC-Brasil. O FRAC Internacional, colabora cedendo não só informações sobre os monitoramentos realizados no Brasil, como também metodologias inéditas de Monitoramento da sensibilidade de *Ramularia areola* e *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas do grupo dos Qols e dos triazóis.

Um dos grandes projetos que o Laboratório de Holambra vem conduzindo desde a safra 2004-05 é o Monitoramento da Sensibilidade de *Phakopsora*, fungo causador da Ferrugem da Soja, a fungicidas dos grupos dos Qols e dos triazóis da Syngenta.

Para que as populações deste fungo pudessem ser mantidas em condições de laboratório, sem riscos de contaminação cruzada, fez-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia que agregasse o conceito de biotrofia do fungo, mas que ao mesmo tempo não requeresse grande espaço físico como as salas climatizadas para o desenvolvimento de plantas inteiras, o que elevaria o custo desses estudos. Para tanto, desenvolveu-se uma metodologia para produção de inóculo de *Phakopsora pachyrhizi* em trifólios destacados, mantidos em placas de Petri.

Folhas de soja contendo lesões esporulantes da ferrugem provenientes de diferentes Regiões Brasileiras foram coletadas e enviadas ao Laboratório de Monitoramento da Syngenta em Holambra-SP.

Discos de papel de filtro umedecidos foram acondicionados em placas de Petri e trifólios de soja de aproximadamente 40 dias após o plantio foram destacados e acondicionados nestas placas com a face abaxial voltada para cima tendo um chumaço de algodão umedecido em volta de seus pecíolos. Os uredósporos provenientes das coletas foram raspados e uma suspensão de aproximadamente 10^4 uredósporos/mL foi aspergida nos trifólios de soja com o auxílio de um microaspersor. As placas foram tampadas e incubadas a 25°C no escuro nas primeiras 12 horas e posteriormente com fotoperíodo de 12 horas por aproximadamente por 12 dias.

Seguindo as recomendações do FRAC Internacional e também do FRAC Brasil, para o ingrediente ativo azoxystrobin foram desenvolvidos ambos os métodos de bioensaio de sensibilidade, isto é, *in vitro* e *in vivo* e para cyproconazole apenas o método *in vivo*.

O método de bioensaio *in vitro* escolhido foi fungicida

incorporado ao meio de cultura. Suspensões de uredósporos foram preparadas em água destilada com Tween 20 a 0,05% e colocadas no centro das placas de Petri contendo, e espalhadas com o auxílio de uma alça de Drigalski. Essas placas foram incubadas a 25°C no escuro e após 6 horas observada sob microscópio óptico (aumento de 100x), a porcentagem de germinação. Foram considerados germinados os uredósporos com o tubo germinativo maior que o maior diâmetro do mesmo. Os dados de resposta obtidos através dos bioensaios foram submetidos à análise Logit (Agstat 1.59 – Software) para estimativa das CL_{50s} , CL_{90s} e CL_{99s} e os coeficientes angulares das curvas para fins comparativos entre as populações através da observação da sobreposição dos intervalos de confiança (STAEZ, 1985). Os uredósporos de cada população foram re-inoculados em trifólios de soja e mantidos em placas de Petri os quais serviram como fonte de inóculo para os bioensaios até o término dos testes.

Já para o método de bioensaio do cyproconazole foi utilizado o método *in vivo* cuja variedade de soja escolhida foi a Conquista (MGBR46). Folhas primárias de soja com 3 semanas de semeadura foram cortadas em bisel e imersas por 10 segundos nas diluições do produto. Depois de imergidas, os pecíolos foram fixadas em espuma fenólica previamente umedecida. Essas placas foram mantidas em estufa incubadora à 25°C e após no mínimo 12h e no máximo 24h da imersão das folhas, essas foram inoculadas um aerógrafo na concentração de 1×10^4 uredosporos/mL. Após a inoculação, as placas foram incubadas à 25°C no escuro por 12h e posteriormente com fotoperíodo de 12 horas. Para cada uma das populações e dos métodos utilizados foram realizados pelo menos dois bioensaios de sensibilidade.

De acordo com os resultados obtidos na safra 2005-06 para o ingrediente ativo azoystrobin (método *in vitro*) as CL_{90s} estimadas estiveram entre 0,0103 e 0,4945 ppm.

Para a safra 2006-07 e para o ingrediente ativo azoxystrobin (método *in vitro*) as CL_{90s} estimadas estiveram entre 0.0861 e 0.5065 ppm. Já para o método *in vivo* as CL_{90s} estimadas estiveram entre 0,0870 e 0.0599 ppm. Quando o ingrediente ativo cyproconazole (método *in vitro*) foi testado, as CL_{90s} estimadas estiveram entre 0.0934 e 0.5007 ppm.

Diante destas estimativas e levando em consideração que a dose recomendada para azoxystrobin é de 300 ppm e de cyproconazole é de 120 ppm, quando usados em mistura, pode-se concluir que para ambos os ingredientes ativos não há qualquer mudança de sensibilidade. A variação entre as estimativas pode ser considerada como dentro da variação natural das populações.

De acordo com Grasso et al. 2006, baseada nas informações genéticas, ferrugens como *Puccinia* spp.; *Uromyces appendiculatus*, *Phakopsora pachyrhizi*, *Hemileia vastratix* assim como *Alternaria solani*, e *Pyrenophora teres* não podem adquirir resistência ao grupo dos Qois baseado na mutação no gene *cyt b* - posição G143A. Isso é devido a estrutura genética específica que não permite isso (intron¹ diretamente após a posição 143). Esses fungos, portanto, são considerados como de baixo risco para o desenvolvimento da resistência.

Referências

CANTERI, M.G.; GODOY, C.V. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, p.89, 2003.

CROW, J. F. Genetics of insecticide resistance to chemicals. **Annual Review of Entomology**, v. 2, p. 227-246, 1957.

EU, Council Directive 91/414/eec of 15 July 1991 concerning the placing of plant protection products on the market. **Official Journal of the European Communities**, L230, 1-32, 1991.

GEORGHIOU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G.P.;SAITO, T. (Ed.). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p.769-792.

GISI, U.; SIEROTZKI, H., COOK A.; MCCAFFERY A, Mechanisms influencing the evolution of resistance to QoI inhibitor fungicides. **Pest Manag Sci** , v. 58, p. 859–867, 2002.

GRASSO,V.; PALERMO, S.; SIEROTZKI, H.; GARIBALDI, A.GISI, U. Cytochrome *b* gene structure and consequences for resistance to Qo inhibitor fungicides in plant pathogens. **Pest Management Science Pest Manag. Sci.**, v.62, p.465–472 , 2006.

HITCHCOCK, C. A. Resistance of *Candida albicans* to azole antifungal agents. **Biochemical Society Transactions**, v. 21, p.1039-1047, 1993.

HOLLOMON, D. W. Resistance to azole fungicides in the field. **Biochemical Society Transactions**, v. 21, p.1047-1051, 1993.

KIM, Y.S; DIXON, E.W; VINCELLI, P.; FARMAN, M.L. Field resistance to strobilurin (QoI) fungicides in *Pyricularia grisea* caused by mutations in the mitochondrial cytochrome *b* gene. **Phytopathology**, v. 93, p.891-900, 2003.

OEPP/EPPO Resistance risk analysis; analyse du risque de resistance, **Bulletin**, v. 33, p.37-63, 2002.

ROUSH, R. T ; MCKENZIE, J. A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Annual Review of Entomology**, v. 32, p. 361-380, 1987.

ROUSH, R. T. ; MILLER, G. L. Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. **Journal of Economic Entomology**, v. 79, p. 293-298, 1986.

STAETZ, C.A. Susceptibility of *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) to permethrin from across the cotton belt: a five-year study. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, p. 505-510, 1985.

YOSHIDA, Y.; Y. AOYAMA. Sterol 14-demethylase and its inhibition: structural considerations on interaction of azole antifungal agents with lanosterol 14-demethylase (P-450_{14DM}) of yeast. **Biochemical Society Transactions**, v.19, p. 778-782, 1991.

Ferrugem asiática da soja no Brasil: resistência varietal

*Carlos A. A. Arias¹; José F. F. de Toledo¹; Antonio E. Pipolo¹;
Geraldo E. S. Carneiro¹; Ricardo V. Abdelnoor¹;
Breno F. Rachid²; Aliny S. Ribeiro².*

O desenvolvimento de variedades de soja resistentes à ferrugem asiática tem importância estratégica para facilitar o manejo dessa doença no Brasil. Foram observadas e estão sendo estudadas mais de 50 fontes de resistência com reação do tipo “reddish brown” (RB), a maioria delas pouco adaptadas para as condições brasileiras. Essa resistência é controlada por genes maiores, os quais podem ser introduzidos nas variedades através de retrocruzamentos. Em 2003, um novo isolado do fungo quebrou a resistência de várias fontes, incluindo os locos Rpp1 e Rpp3 e o gene da variedade FT 2. Este fato confirma a grande capacidade do fungo em gerar variabilidade genética, uma vez que um novo isolado foi capaz de “quebrar” a resistência de pelo menos dois locos independentes. Nos anos seguintes, outras fontes caracterizadas previamente como resistentes, têm se mostrado suscetíveis nas avaliações a campo e em casa-de-vegetação, confirmando a tendência de que esses genes maiores podem ter vida curta nas variedades comerciais. Esse tipo de resistência tem sido introduzida rapidamente no germoplasma adaptado e vários programas já têm linhagens com genes maiores testadas e aprovadas para registro e proteção, ou seja, prontas para lançamento comercial. A contribuição dessas novas variedades para a soja no Brasil irá depender da competitividade desses materiais, considerando produtividade e estabilidade de produção, e da forma como essa resistência será utilizada para o manejo da doença no campo. O uso desse tipo de resistência aliada a outras formas de controle, incluindo o vazio sanitário, o monitoramento da doença e das condições ambientais e o controle químico, devem aumentar a longevidade desses genes no campo.

¹ Pesquisador Embrapa Soja, Londrina, PR

² Estagiário Embrapa Soja, Londrina, PR. arias@cnpso.embrapa.br

Em função do cenário instável e pouco otimista proporcionado pela resistência vertical, a resistência horizontal ganha importância estratégica para os programas de melhoramento. Esse tipo de resistência caracteriza-se pela presença de níveis ou de classes de resistência pouco distintas e que interagem fortemente com outros fatores do ambiente que irão definir o nível de severidade da doença. Esse tipo de resistência tem sido avaliada principalmente no germoplasma mais adaptado, incluindo variedades e linhagens em estágio avançado nos programas de melhoramento. Variações no período de latência, número de lesões, número de urédias e de esporos por lesão e viabilidade de esporos, entre outros fatores epidemiológicos, normalmente estão envolvidos nesse tipo de resistência. Como as características epidemiológicas são quantitativas, espera-se que um maior número de genes esteja envolvido nesse tipo de resistência, o que pode representar uma dificuldade para a eficiência dos processos seletivos em função do maior número de combinações genótípicas possíveis.

Outro objetivo estratégico é a seleção e o desenvolvimento de variedades tolerantes à ferrugem. São classificados como tolerantes aqueles genótipos com menor redução da produtividade de grãos, mesmo na presença de níveis elevados da doença. Trata-se de um mecanismo interessante, pois não impõe pressão de seleção sobre o patógeno e, portanto, não provoca o aparecimento de novas raças. Em geral, mecanismos de resistência horizontal e de tolerância são altamente desejáveis e estão confundidos nas linhagens desenvolvidas pelos programas de melhoramento.

As fontes de resistência do tipo horizontal têm sido detectadas nos ensaios de adaptação, nos ambientes onde ocorre alta incidência de ferrugem e nos ensaios de caracterização de variedades nas vitrines tecnológicas, em parcelas tratadas e não tratadas com fungicidas. O método de seleção contempla genótipos com resistência horizontal e/ou com tolerância, pois se baseia na severidade da doença e no rendimento de grãos. Os genótipos superiores participam de novos cruzamentos para gerar populações com variabilidade genética para o caráter. Essas populações também são expostas à seleção natural para aumentar a proporção de genótipos resistentes. Estudos genéticos têm sido desenvolvidos e

os dados preliminares comprovam a existência de efeitos genéticos aditivos, demonstrando que a seleção pode ser efetiva para o desenvolvimento de variedades resistentes. Os programas de melhoramento geram novas variedades todos os anos. O número e a qualidade das novas variedades dependem do nível de investimento para a manutenção da estrutura e de pessoal qualificado. Espera-se que, a cada ano, variedades menos sensíveis sejam disponibilizadas aos agricultores e que o potencial de dano da doença seja reduzido gradativamente. A pesquisa terá papel fundamental nesse processo, desenvolvendo mecanismos de avaliação dos níveis de resistência ou suscetibilidade das variedades e adaptando o manejo da doença aos novos cenários que se formam pela combinação dessas características do hospedeiro junto às variações ambientais.

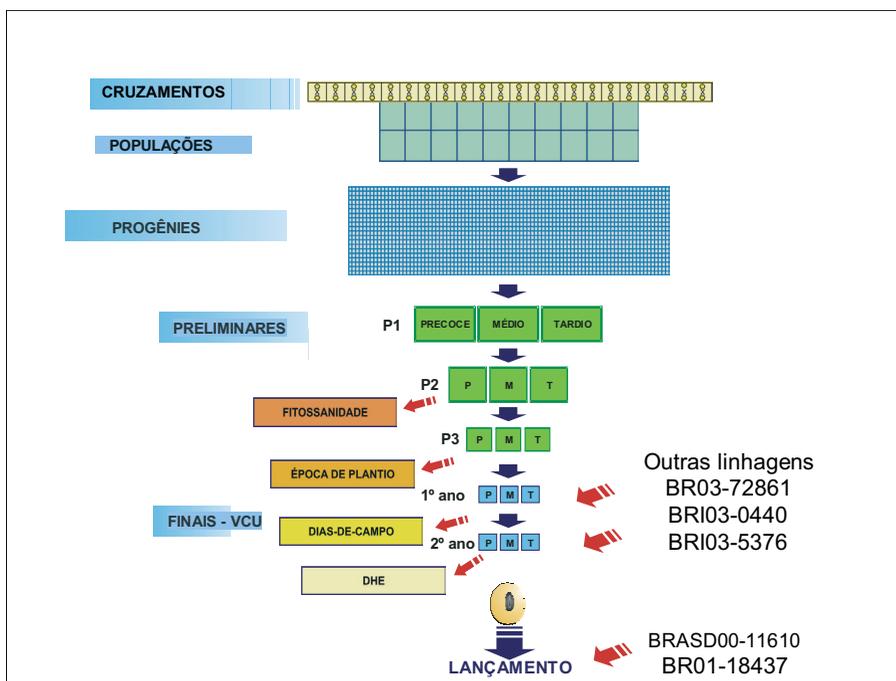


Figura 1 – Fases do melhoramento para indicação de variedade resistente.



Genética e melhoramento para resistência a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycine max* L.)

Éberson S. Calvo¹, Fabiano Siqueri², Romeu A. S. Kiihl¹, Arlindo Harada¹, Alexandre Garcia^{1*}, Lucimara Koga^{1*}, Dario M. Hiromoto², Cláudio Takeda², Sérgio Suzuki², Agnaldo K. Nouchi², Sérgio T. Otubo², Márcia M. Yuyama²

Importância e histórico

A ferrugem asiática da soja (FAS) é considerada atualmente a doença mais importante da soja no Brasil. Estimativas de danos causados pela doença desde o seu aparecimento em 2001, sugerem que as perdas diretas e indiretas já atingem cerca de U\$ 9.9 bilhões (Embrapa Soja, 2007; Yorinori e Nunes Júnior, 2006). Apesar da doença poder ser controlada com uso de fungicidas, o aumento no custo de produção, a dificuldade no gerenciamento de aplicações em condições climáticas adversas (excesso de chuvas) e o aumento no uso de fungicidas na cultura da soja, com possíveis conseqüências negativas ao meio ambiente, fazem com que a busca por variedades resistentes ou mesmo tolerantes à doença, seja prioritária em diversos programas de melhoramento genético no Brasil.

Na safra 2001/02, tão logo a doença apareceu no Brasil foi possível se iniciar alguns estudos de seleção de linhagens ou cultivares resistentes/tolerantes dentro do programa de melhoramento genético conduzido em parceria pela Fundação MT e a TMG (Tropical Melhoramento e Genética Ltda.). O resultado desta seleção foi a identificação de algumas linhagens resistentes que

¹ TMG – Tropical Melhoramento e Genética Ltda, Londrina, PR.

² Fundação MT – Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Estado de Mato Grosso, Rondonópolis, MT.

* Estudante do curso de pós-graduação da UEL – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

foram inicialmente denominadas de "Inox". Também se pôde identificar algumas cultivares adaptadas ao Brasil (com destaque para a 'FT-2') que expressavam resistência. No entanto, na safra seguinte (2002/03) percebeu-se que a maior parte destas linhagens tiveram a sua resistência "quebrada". Esta observação despertou a atenção dos melhoristas do grupo para a questão da durabilidade dos genes de resistência e fez com que se iniciasse um trabalho criterioso de caracterização genética destas linhagens.

Na época algumas fontes de resistência já haviam sido relatadas na literatura em trabalhos conduzidos nos EUA e na Ásia. Assim, quatro genes dominantes (*Rpp1*- PI 200492, *Rpp2*- PI 230970, *Rpp3*- PI 462312 e *Rpp4*- PI 459025) distintos que conferiam resistência a FAS já haviam sido descritos (Miles, 2006). A avaliação destes materiais em condição de campo e de casa de vegetação na safra 2002/03 aqui no Brasil permitiu rapidamente concluir que desses quatro genes somente o gene *Rpp2* e *Rpp4* ainda conferiam resistência para a "raça" de ferrugem prevalente no Brasil. Apesar de se tratarem de materiais exóticos, sem nenhuma adaptação as nossas condições, essas PIs foram utilizadas em cruzamentos para obtenção de linhagens ou cultivares.

Identificação de fontes de resistência e estudos genéticos

Paralelamente seguiu-se com introduções e avaliações de germoplasma para identificação de novas fontes de resistência. Inicialmente, na prática, a avaliação da resistência foi feita observando-se a coloração da lesão causada pelo patógeno, identificando-se materiais que apresentaram resistência vertical, não se avaliando os parâmetros quantitativos (monocíclicos) da doença.

Nas plantas resistentes, a germinação dos esporos do fungo desencadeia um processo de morte celular controlada denominada de resposta de hipersensibilidade (RH) originando uma lesão de cor marrom avermelhada (RB- "reddish-brown"). A morte das células limita o desenvolvimento do fungo. Já nas plantas suscetíveis o esporo se desenvolve e o fungo estabelece seu sítio de alimentação, originando uma lesão mais clara (TAN - "tanish") no tecido foliar.

Numa etapa posterior as fontes foram caracterizadas

segundo seus parâmetros quantitativos, onde verificou-se que os materiais que apresentaram lesões do tipo TAN produziram urédias que esporulavam vigorosamente. Já os materiais que apresentaram lesões RB tenderam a produzir um número menor de urédias com menor produção de esporos, chegando a ser nula em alguns genótipos altamente resistentes. O número de lesões também varia conforme o genótipo da planta hospedeira, sendo ausente no caso de imunidade completa. A viabilidade dos esporos também parece variar com o genótipo da planta.

Uma outra constatação importante é que a resistência pode se manifestar com maior ou menor intensidade em fases distintas durante o desenvolvimento da planta. De um modo geral as plantas ficam mais suscetíveis à medida que entram e avançam na fase reprodutiva, provavelmente por empreenderem maior parte da sua energia no processo reprodutivo. No entanto já pudemos identificar genótipos em que a resistência se manifesta mais pronunciadamente nos estádios finais da planta, contudo ainda não compreendemos porque isso ocorre.

Essa variabilidade na resposta de resistência é certamente reflexo da diversidade dos genes envolvidos no controle genético do caráter. Os estudos básicos de genética da resistência à FAS já nos permitiram mapear através de marcadores moleculares três (*Rpp1*, *Rpp2* e *Rpp4*) dos quatro genes previamente descritos, bem como identificar pelo menos mais dois locos novos envolvidos no controle da resistência. Além disso, pudemos constatar que além dos genes dominantes previamente descritos, alelos recessivos também podem conferir resistência. Isto é importante, pois genes recessivos podem estar relacionados com mecanismos moleculares distintos dos normalmente encontrados em genes de resistência a doenças em plantas (Deslandes, 2002). Mais intrigante parece ser a possibilidade de que alelos múltiplos com ação gênica variando da dominância completa à recessividade parecem ocorrer no caso da resistência a FAS. A clonagem molecular destes locos está em andamento e poderá revelar mecanismos moleculares interessantes de ação de genes de resistência a doenças em plantas.

O desenvolvimento de cultivares e o uso de fungicidas em soja Inox

O uso de materiais exóticos como fonte de genes de resistência à FAS dificulta o desenvolvimento de cultivares na medida em que o melhorista tem que se desfazer dos genes indesejáveis que acabam sendo concomitantemente introduzidos no processo de cruzamento. Além disso, sabe-se que o potencial genético produtivo da soja é fonte de um balanço delicado de genes e, frente a isso não se sabia *a priori* até que ponto essas fontes exóticas poderiam influenciar negativamente o potencial produtivo das linhagens derivadas desses cruzamentos. Contudo, as primeiras linhagens oriundas de cruzamentos com material exótico já foram testadas a campo em ensaios de VCU na safra 2006/07 e os resultados permitiram concluir que é perfeitamente possível aliar produtividade com resistência à FAS.

Mesmo em condições de total controle da doença com o emprego de fungicidas foi possível identificar linhagens com produtividade superiores aos melhores padrões. E na ausência de fungicidas a superioridade das linhagens com genes de resistência foi marcante e os genes (primeira geração) de resistência reduziram a perda na produtividade em cerca de 50% nas linhagens Inox em condições de alta severidade da doença.

Ensaio de posicionamento de diferentes fungicidas nestas linhagens indicaram que a progressão da doença foi extremamente reduzida (possibilitando maior “janela de aplicação”) e os resultados demonstraram que uma única aplicação de fungicida pode controlar com segurança a doença. A continuidade do controle da FAS com fungicida é interessante, pois ao mesmo tempo oferece controle a outras doenças, ainda pode auxiliar na durabilidade do gene de resistência.

O grande desafio do momento é, além de desenvolver cultivares com resistência à FAS, associar esses genes a outros genes muito importantes para os agricultores brasileiros e que conferem características tais como tolerância ao nematóide de galha, resistência a diferentes raças de nematóide de cisto, tolerância a herbicidas, precocidade, hábito de crescimento, etc. Contudo, a

característica resistência a FAS, em função da sua complexidade passa a ser prioritária e se transforma numa verdadeira plataforma sobre a qual vamos moldando as novas cultivares brasileiras de soja.

Os estudos com tolerância

Embora tenhamos relatado acima exclusivamente os estudos relacionados com a resistência vertical a FAS, tanto o nosso grupo de pesquisa como outros vêm trabalhando nos aspectos quantitativos da resistência que determinam a chamada resistência horizontal ou mesmo a tolerância à FAS. No entanto, a semelhança do que ocorre em outros sistemas melhores estudados, é provável que este tipo de resistência esteja intimamente ligada a resistência vertical e seja na verdade governada por genes de resistência vertical que foram “quebrados” pelo patógeno (Li et al., 2006).

Finalmente há que se ressaltar a possibilidade de quebra da resistência vertical. Embora esta possibilidade exista, como ocorreu com a quebra da resistência conferida pelos genes *Rpp1* e *Rpp3* já no segundo ano após o aparecimento da doença no Brasil, há que se lembrar que a resistência conferida pelo gene *Rpp4* levou 20 anos para ser quebrada na Ásia (Miles et al., 2005). É possível que com emprego de medidas adequadas, incluindo a adoção do vazio sanitário, o manejo com fungicidas, a associação de diferentes genes de resistência, etc., poderá nos manter na frente da batalha eterna da planta contra o patógeno.

Conclusões

Seis anos se passaram após a primeira constatação de FAS no Brasil. Neste período já foi possível ampliar o nosso conhecimento sobre o controle genético da resistência à FAS. Do ponto de vista genético, a resistência à FAS tem se mostrado um sistema bastante interessante e novas descobertas certamente ainda estão por vir. Nesse tempo já pudemos observar a performance a campo desses genes de resistência em linhagens melhoradas que deverão se tornar cultivares dentro em breve. Algumas conclusões podem ser tiradas destes trabalhos:

- 1- O uso de cultivares resistentes ou tolerantes deverá proporcionar uma maior segurança no controle da ferrugem asiática da soja no Brasil, pois deverá aumentar a “janela de aplicação” de fungicida para o controle da doença;
- 2- O uso de cultivares resistentes ou tolerantes deverá ser encarado como mais uma ferramenta no manejo da doença que quando associado a outras práticas como a adoção do vazio sanitário e uso correto de fungicidas poderá reduzir a aplicação de fungicidas na soja para os índices praticados antes do aparecimento da doença no Brasil;
- 3- O uso de cultivares resistentes ou tolerantes abre um novo cenário para o emprego de fungicidas na cultura da soja que poderá ter implicações para a recomendação de emprego de fungicidas na cultura. Estas implicações irão depender da combinação genética de genes de resistência que a cultivar portará;
- 4- Os genes de resistência são valiosos e precisamos garantir sua durabilidade. O Consórcio de Ferrugem pode desempenhar papel importante na sugestão de políticas para que esse objetivo seja atingido.

Referências

DESLANDES, L.; OLIVIER, J.; et al., Resistence to *Ralstonia solanacearum* in *Arabidopsis thaliana* is conferred by the recessive RRS1-R gene, a member of a novel family of resistance genes. **PNAS**, v. 99, n. 4. p. 2404-2409, 2002.

EMBRAPA SOJA. **Prejuízo com ferrugem da soja se mantém estável nesta safra**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=380>. Acesso em: 15 mai. 2007

LI, Z.K.; ARIF, M.; ZHONG, D.B.; et al. Complex genetic networks underlying the defensive system of rice (*Oryza sativa* L.) to *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. **PNAS**. v. 103, n. 21. p. 7994-7999, 2006.

MILES, M.R. Evaluation of the soybean germplasm collection for resistance to soybean rust. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2006. St Louis: Missouri, 2006. 22 diapositivos: color.

MILES, M.; HARTMAN, G. FREDRICK, R. Update on sources of host resistance. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM, 2005, Nashville. University of Illinois at Urbana-Champaign, 2005. 20 diapositivos: color.

YORINORI, J.T.; NUNES JUNIOR, J. Soybean germplasm with resistance and tolerance to "Asian" rust and screening methods. In: SOUTH AMERICAN WORKSHOP ON SOYBEAN RUST, 2006, Londrina. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2006. p. 13.

Agradecimentos

Os trabalhos de pesquisa com ferrugem asiática na FMT recebem o apoio financeiro da FAPEMAT- Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Mato Grosso e do FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos (Ação Transversal – Projetos Estruturantes).

