

Foto: Antonio Alberto dos Santos



Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja

Cláudia Vieira Godoy¹;

Claudine Dinali Santos Seixas¹;

Rafael Moreira Soares¹;

Maurício Conrado Meyer¹;

Leila Maria Costamilan²;

Fernando Storniolo Adegas¹.

Ferrugem-asiática da soja

A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a doença mais severa que incide na cultura. Essa doença foi identificada pela primeira vez no Paraguai e no Brasil em 2001 e se espalhou rapidamente pelas regiões produtoras desses países. O principal dano ocasionado pela ferrugem-asiática é a desfolha precoce (Figura 1), que impede a completa formação dos grãos, com consequente redução da produtividade (GODOY et al., 2016).

Foto: Cláudia Vieira Godoy



Figura 1. Desfolha provocada por *Phakopsora pachyrhizi*, fungo causador da ferrugem-asiática da soja.

Sintomas

Os sintomas da ferrugem-asiática se iniciam pelo terço inferior da planta e aparecem como minúsculas pontuações (no máximo 1 mm de diâmetro) mais escuras que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada (Figura 2).

Foto: Maurício Conrado Meyer



Figura 2. Sintoma de ferrugem-asiática, pontos escuros na folha, com a formação das estruturas reprodutivas do fungo no verso da folha.

¹Engenheiro(a) Agrônomo(a), Pesquisador(a) da Embrapa Soja, Londrina, PR

²Engenheira Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

A confirmação da ferrugem-asiática é feita pela constatação, no verso da folha (face abaxial) de saliências semelhantes a pequenas feridas ou bolhas, que correspondem às estruturas de reprodução do fungo (urédias) (Figura 3). Essa observação é facilitada com a utilização de uma lupa de 20 a 30 aumentos, ou sob microscópio estereoscópico (lupa com maiores aumentos). Com o passar do tempo, as folhas infectadas pelo fungo tornam-se amarelas, ficam secas e caem (Figura 1).

Foto: José Tadashi Yorinori



Figura 3. Estruturas reprodutivas (urédias) do fungo causador da ferrugem-asiática visualizadas com lupa de 30 aumentos.

Condições de desenvolvimento

O processo de infecção depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessário no mínimo 6 horas, com um máximo de infecção ocorrendo com 10 a 12 horas de molhamento foliar. Temperaturas entre 15°C e 28°C são favoráveis para a infecção. Epidemias da doença são favorecidas por chuvas bem distribuídas ao longo da safra.

Monitoramento

O monitoramento da ferrugem-asiática e a sua identificação nos estádios iniciais são essenciais para o controle eficiente da doença. Deve ser realizado da forma mais abrangente possível, com maior atenção para as primeiras semeaduras e, nas lavouras, em locais com maior acúmulo de umidade. O monitoramento deve ser realizado a partir da emergência e intensificado próximo ao florescimento (cultivares tipo determinado) ou ao fechamento das ruas de semeadura (cultivares tipo indeterminado) e/ou à constatação da ferrugem-asiática na região. Deve-se coletar folhas dos terços médio e inferior das plantas e observar contra a luz, procurando pontuações escuras (Figura 4).

Foto: Arquivos Embrapa Soja



Figura 4. Folha de soja observada contra a luz. Pontos escuros podem ser sintomas da ferrugem-asiática.

Para confirmar a doença, verificar no verso das folhas a presença de saliências semelhantes a pequenas feridas ou bolhas, que são as estruturas reprodutivas do fungo causador da ferrugem-asiática (Figura 3).

Em caso de dúvida, colocar as folhas em saco plástico, contendo um pedaço de papel ou algodão umedecidos, soprar um pouco de ar e amarrar a boca do saco, fazendo um pequeno balão (câmara úmida) (Figura 5). Deixá-lo fechado em local fresco, à temperatura ambiente, durante 12 a 24 horas. Durante esse período de incubação o fungo poderá produzir urédias e uredosporos, que ficarão acumulados na superfície dessas urédias, tornando-as mais visíveis.

Foto: Jose Tadashi Yorinori



Figura 5. Câmara úmida com saco plástico e papel (ou algodão) umedecido para induzir a formação das estruturas reprodutivas de *Phakopsora pachyrhizi*.

Ocorrências de ferrugem-asiática na safra

As ocorrências de ferrugem-asiática na safra são registradas no site do Consórcio Antiferrugem (www.consorcioantiferrugem.net) por técnicos de laboratórios de universidades, instituições de pesquisa públicas e privadas, fundações de pesquisa, extensão rural, assistência técnica e cooperativas. O mapa de ocorrências do site do Consórcio está disponível em aplicativos de celular e pode ser baixado diretamente na App Store e na Google Play.

Manejo

Para o manejo racional da ferrugem-asiática, diferentes estratégias devem ser adotadas conjuntamente, a fim de evitar reduções de produtividade.

1. Adoção do vazio sanitário, com período mínimo de 60 dias sem soja no campo durante a entressafra

Vazio sanitário é o período de ausência de plantas vivas de soja no campo na entressafra. O fungo *P. pachyrhizi* só sobrevive e se multiplica em plantas vivas e essa estratégia tem como objetivo reduzir a quantidade de esporos do fungo durante a entressafra em razão da ausência do hospedeiro principal. O resultado esperado é o atraso nas primeiras ocorrências de ferrugem-asiática na safra, diminuindo a possibilidade de ocorrência da doença nos estádios iniciais do desenvolvimento da soja e, conseqüentemente, podendo reduzir o número de aplicações de fungicidas necessárias para o controle. Para mais informações, consultas podem ser feitas à Secretaria da Agricultura ou ao órgão de defesa fitossanitária estadual.

2. Escape, utilizando cultivares de soja precoces, semeadas no início da época recomendada

As primeiras semeaduras realizadas após o vazio tendem a apresentar sintomas da doença a partir da fase de formação de vagens/enchimento de grãos. À medida que as semeaduras avançam, esporos do fungo das primeiras áreas semeadas migram para as áreas tardias, antecipando a ocorrência da doença e necessitando de maior número de aplicações para

o controle da ferrugem-asiática. Vários estados definiram datas limites de semeadura, visando reduzir o número de pulverizações ao longo da safra e, com isso, reduzir a pressão de seleção de resistência do fungo aos fungicidas.

3. Cultivar com gene de resistência

O uso de cultivares com gene(s) de resistência à ferrugem-asiática da soja é uma ferramenta importante para o manejo da doença, pois, além de serem menos sujeitas a perdas de produtividade, ajudam a reduzir a pressão de seleção para resistência do fungo aos fungicidas. A diferença entre as cultivares suscetíveis e as resistentes está no tipo de lesão que o fungo *P. pachyrhizi* causa nas plantas (BROMFIELD; HARTWIG, 1980). A cultivar suscetível apresenta a lesão TAN (Figuras 2 e 3), que tem coloração cinza a marrom-claro e produz grande quantidade de uredosporos, o que leva a um rápido aumento do número de lesões nas folhas, causando amarelecimento e queda prematura dessas.

A cultivar resistente apresenta a lesão RB (*reddish brown*), que tem coloração marrom-avermelhada (Figura 6), é maior que a lesão TAN, produz pouco ou nenhum uredosporo, dependendo do gene e, por ter seu desenvolvimento limitado pela reação de resistência da planta, não causa amarelecimento e queda de folhas de forma tão intensa quanto a lesão TAN em cultivares suscetíveis.

Foto: Rafael Morais Soares



Figura 6. Lesão RB (marrom-avermelhado) característica de cultivar de soja com gene(s) de resistência a ferrugem-asiática.

As cultivares resistentes não são imunes a ferrugem-asiática, pois o fungo ainda consegue causar lesões nas plantas. Por isso, o uso dessas cultivares não dispensa a adoção de outras medidas de manejo para a doença, incluindo a pulverização com fungicidas. O uso de cultivares resistentes como estratégia de manejo única tem as mesmas limitações do uso de fungicidas, porque pode haver seleção para populações capazes de “quebrar” a resistência dessas cultivares.

4. Controle químico

Controlar a doença com aplicações de fungicidas no início do aparecimento dos sintomas ou preventivamente. O controle preventivo deve levar em conta os fatores necessários ao aparecimento da ferrugem-asiática (presença do fungo na região, idade da planta 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.

Fungicidas para o controle

Baseado no espectro de ação, os fungicidas podem ser classificados em sítio-específicos ou multissítios (MCGRATH, 2004).

Fungicidas sítio-específicos são ativos contra um único ponto da via metabólica de um patógeno ou contra uma única enzima ou proteína necessária para o fungo. Uma vez que esses fungicidas são específicos em sua toxicidade, eles podem ser absorvidos pelas plantas e tendem a ter propriedades sistêmicas (MCGRATH, 2004). Dentre os principais modos de ação sítio-específicos utilizados no controle da ferrugem-asiática destacam-se os inibidores da desmetilação (IDM, “triazóis”), os inibidores de quinona externa (IQe, “estrobilurinas”) e os inibidores da succinato desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”). Como resultado dessa ação específica, os fungos são mais propensos a se tornarem resistentes a tais fungicidas porque uma única mutação no patógeno pode reduzir a sensibilidade ao fungicida.

A resistência a fungicidas é uma resposta evolutiva natural dos fungos a uma ameaça externa para sua sobrevivência, nesse caso o fungicida. Quando fungicidas com modo de ação específico começam a ser aplicados, tendem a eliminar populações mais sensíveis do patógeno, aumentando a frequência

das populações menos sensíveis. A resistência a fungicidas pode ser cruzada, ou seja, isolados de fungos que são resistentes a um fungicida podem ser resistentes a outros fungicidas com o mesmo modo de ação, mesmo que não tenham sido expostos a esses outros fungicidas (BRENT; HOLLOMON, 2007).

Populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos IDM, IQe e ISDH já foram relatadas no Brasil (SCHMITZ et al., 2014; KLOSOWSKI et al., 2016; SIMÕES et al., 2017). Devem-se seguir as estratégias antirresistência para preservar as novas moléculas associadas as demais estratégias de manejo da doença.

Fungicidas multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do fungo e apresentam baixo risco de resistência. Não são absorvidos pela planta e formam uma camada protetora na superfície da folha, sendo mais facilmente lavados com chuvas (MCGRATH, 2004).

Os principais fungicidas registrados e em fase de registro são avaliados anualmente pela rede de ensaios cooperativos e os resultados de eficiência são publicados pela Embrapa Soja e disponibilizados no site do Consórcio Antiferrugem. Resultados recentes devem ser consultados em razão das mudanças de sensibilidade que vêm ocorrendo com o fungo. Nos ensaios cooperativos os fungicidas são avaliados individualmente, em aplicações sequenciais, para determinar a eficiência de controle. Essas informações devem ser utilizadas na determinação de programas de controle, priorizando sempre a rotação de fungicidas com diferentes modos de ação e adequando os programas à época de semeadura.

5. Tecnologia de aplicação de fungicidas

O alvo que se pretende atingir é toda a área foliar, inclusive o terço inferior das plantas. Por isso, deve-se semear a soja com densidade de plantas que permita bom arejamento foliar e maior eficiência de penetração do(s) fungicida(s).

Deve-se realizar a regulação do pulverizador, especialmente a escolha correta dos bicos, assim como ajustar o volume de aplicação, lembrando que quanto menor for o tamanho das gotas melhor será a cobertura do alvo. No entanto, quanto menor

for a gota, maior é a possibilidade de perdas por evaporação e deriva. Em geral, para aplicação de fungicidas são necessárias gotas entre 100 μm e 350 μm , na densidade de 30 gotas cm^{-2} a 80 gotas cm^{-2} . Vale lembrar que na aplicação propriamente dita, os fatores climáticos interferem decisivamente no resultado a ser obtido, onde ventos superiores a 8 km h^{-1} , temperatura acima dos 30°C e umidade relativa abaixo de 65% diminuem a eficiência da aplicação.

Todo o processo de aplicação de fungicidas deve ser planejado de acordo com as condições de cada produtor, lembrando sempre os cuidados a serem tomados para evitar qualquer tipo de contaminação, porque os produtos são tóxicos, para tanto, equipamentos de proteção individual e tríplice lavagem das embalagens são indispensáveis.

Estratégias antirresistência

Em razão das populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos IDM, IQe e ISDH relatadas no Brasil deve-se incluir todas as estratégias de controle, para a ferrugem-asiática dentro de um Programa de Manejo Integrado de Doenças (MID) da soja.

Devem ser utilizadas misturas comerciais formadas por dois ou mais fungicidas com modos de ação distintos e realizar a aplicação com doses e intervalos recomendados pelo fabricante, seguindo orientações do engenheiro agrônomo responsável (RT). As aplicações devem ser preventivas, seguindo os critérios definidos no item controle químico, evitando aplicações em alta pressão de doença. A rotação de fungicidas com diferentes modos de ação deve ser realizada, evitando aplicações sequenciais do mesmo produto. Fungicidas multissítios devem fazer parte do programa de MID para reduzir a pressão de seleção de resistência do fungo aos fungicidas sítio-específicos.

Como a quantidade de uredosporos aumenta nas semeaduras tardias, em razão da multiplicação nas primeiras semeaduras, a definição de datas limites de semeadura é importante para evitar o excesso de aplicações em uma safra, reduzindo a pressão de seleção de resistência do fungo aos fungicidas.

Referências

- BRENT, K.J.; HOLLOMON, D.W. **Fungicide resistance: the assessment of risk**. Brussels: GCPF, 2007. 52p. (FRAC Monograph N° 2 second, (revised) edition).
- BROMFIELD, K.R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, v. 20, p. 254-255, 1980.
- GODOY, C.V.; ALMEIDA, A.M.R.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.; DIAS, W.P.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A.; YORINORI, J.T.; FERREIRA, L.P.; SILVA, J.F.V.; Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). **Manual de Fitopatologia**: v. 2. Doenças das Plantas Cultivadas. 5. ed. São Paulo: Ceres, 2016. p. 657- 675.
- KLOSOWSKI, A.C.; MAY DE MIO, L.L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome *b* gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1211–1215, 2016.
- MCGRATH, M.T. What are fungicides? **The Plant Health Instructor**, 2004. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01. Disponível em: < <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/Fungicides.aspx> >. Acesso em 22 ago. 2017.
- SCHMITZ, H.K.; MEDEIROS, A.C.; CRAIG, I.R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 7, p. 378-88, 2014.
- SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 2017. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0117-5>. Acesso em 31 ago. 2017.

Comunicado Técnico, 92

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral,
Caixa Postal 231, CEP 86001-970,
Distrito de Warta, Londrina, PR

Fone: (43) 3371 6000 Fax: (43) 3371 6100

www.embrapa.br/soja

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição

PDF digitalizado (2017)

Comitê de publicações

Presidente: *Ricardo Villela Abdelnoor*

Secretária-Executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliâne Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte*

Expediente

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica: *Gustavo Iuri de Barros*