

CIRCULAR TÉCNICA

141

Londrina, PR
Setembro, 2018

Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017/2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja

Claudine Dinali Santos Seixas
Nelson Harger
Fernando Teixeira de Oliveira
Celso Daniel Seratto
Jorge Alberto Gheller
Arnold Barbosa de Oliveira



Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017/2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja¹

A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi detectada no Brasil no final da safra 2000/2001 (Jaccoud Filho et al., 2001; Yorinori et al., 2001). Duas safras depois, já estava presente na maioria das regiões produtoras de soja do país (CAF, 2018). Provavelmente isso ocorreu pela facilidade com que esse fungo é disseminado pelo vento e pela presença da soja na maior parte do ano, considerando todas as regiões produtoras do Brasil (Godoy et al., 2017; Hartman et al., 2015).

Os sintomas nas folhas de plantas suscetíveis são lesões marrom-claro que tendem a ser angulares, com 2 mm a 5 mm de diâmetro. Na face inferior da folha, correspondente a essas lesões, aparecem as urédias, estruturas reprodutivas do fungo onde são formados os esporos, denominados uredosporos. Os uredosporos são disseminados pelo vento. Para germinar e penetrar na planta, os uredosporos necessitam de molhamento (mínimo de seis horas) e temperatura entre 8 °C e 28 °C (ótimo entre 18 °C e 26,5 °C) (Hartman et al., 2015; Henning et al., 2014).

As estratégias de manejo recomendadas para essa doença são: seguir o vazio sanitário (período de pelo menos 60 dias sem plantas vivas de soja no campo); utilizar cultivares com gene(s) de resistência quando disponíveis; realizar semeadura no início da época recomendada; utilizar cultivares precoces (escape); realizar aplicação de fungicidas (Godoy et al., 2016).

O controle químico tem sido feito utilizando-se fungicidas sítio-específicos (que atuam em um único ponto do metabolismo do fungo), e multissítios

¹ **Claudine Dinali Santos Seixas**, Engenheira Agrônoma, D.Sc., Embrapa Soja, Londrina, PR; **Nelson Harger**, Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Extensionista da Emater, Apucarana, PR; **Fernando Teixeira de Oliveira**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Extensionista Voluntário, Andirá, PR; **Celso Daniel Seratto**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Extensionista da Emater, Maringá, PR; **Jorge Alberto Gheller**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Extensionista Voluntário, Cascavel, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Soja, Londrina, PR.

(atuam em mais de um ponto no metabolismo do fungo) (McGrath, 2004). De acordo com o modo de ação, três tipos de fungicidas sítio-específicos têm sido utilizados: os inibidores da desmetilação (IDM, “triazóis”), os inibidores da quinona externa (IQe, “estrobilurinas”) e os inibidores da succinato desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”) (Godoy et al., 2017a).

Populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos três tipos de sítio-específicos já foram detectadas (FRAC, 2017; Klosowski et al., 2015; Schmitz et al., 2013; Simões et al., 2017) e, embora a resistência possa ser cruzada dentro dos grupos de fungicidas, ou seja, possa afetar todos os ingredientes ativos com o mesmo modo de ação, os fungicidas não foram afetados da mesma forma. Por isso esses produtos devem ser utilizados adequadamente, evitando aplicações antecipadas, calendarizadas e/ou sequenciais com o mesmo produto, e conseqüentemente o agravamento dessa situação (Godoy et al., 2017a).

A aplicação de fungicidas deve ser feita nos primeiros sintomas ou preventivamente seguindo critérios técnicos, como a presença da doença na região, condições climáticas favoráveis e ocorrência de outras doenças (Godoy et al., 2017b). Sendo assim, a detecção e a identificação do patógeno nos estádios iniciais de desenvolvimento da doença são essenciais para o controle eficiente e a menor exposição dos sítio-específicos à pressão de seleção para resistência.

Para detectar a doença no início do desenvolvimento da doença é necessário, periodicamente, coletar e observar folhas do terço inferior e/ou médio das plantas, principalmente nos locais com maior probabilidade de acúmulo de umidade, para verificar se há sintomas e estruturas do fungo causador da ferrugem-asiática (Godoy et al., 2017b).

O monitoramento pode ser feito também com o auxílio de coletores de esporos, que permitem confirmar a presença de um patógeno, disseminado pelo vento, antes do desenvolvimento dos sintomas na cultura (Jackson; Byliss, 2011). Coletores de esporos têm sido uma importante ferramenta no monitoramento da ferrugem-asiática da soja (Gardiano et al., 2010; Igarashi et al., 2016; Ishikawa, 2012; Minchio, 2011; Zoz; Gheller, 2015). Entretanto, para que seja eficiente, ressalta-se que é necessário ter pessoas aptas para identificar corretamente o patógeno. A detecção de esporos associada às condi-

ções climáticas indica o momento de realizar a aplicação de fungicida para combater a doença.

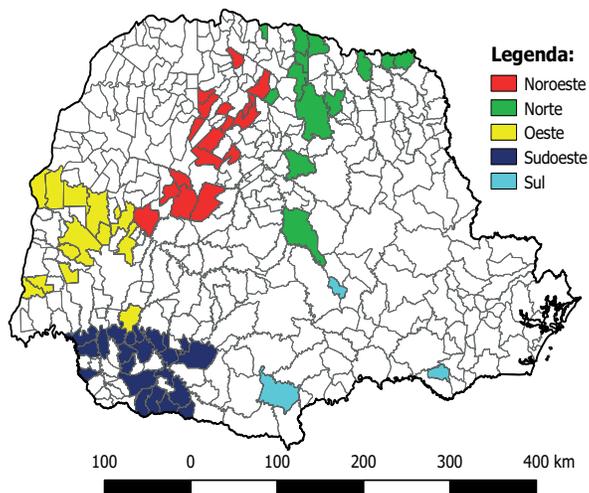
O Programa de Manejo Integrado de Doenças (MID) se insere nesse contexto. O MID vem sendo conduzido pela Emater, em vários municípios do estado do Paraná, em parceria com agricultores, e o apoio de diversas instituições de pesquisa e/ou ensino. O foco desse Programa é monitorar a ferrugem-asiática e orientar os agricultores sobre o momento da primeira aplicação de fungicida, com o propósito de demonstrar que é viável seguir critérios técnicos para realizar o controle da doença, e que isso não coloca em risco a produtividade da lavoura de soja, além da possibilidade de reduzir os custos de produção.

O objetivo dessa Circular Técnica é relatar o resultado do monitoramento de *P. pachyrhizi* em municípios das diversas regiões do estado do Paraná, na safra 2017/2018.

Material e Métodos

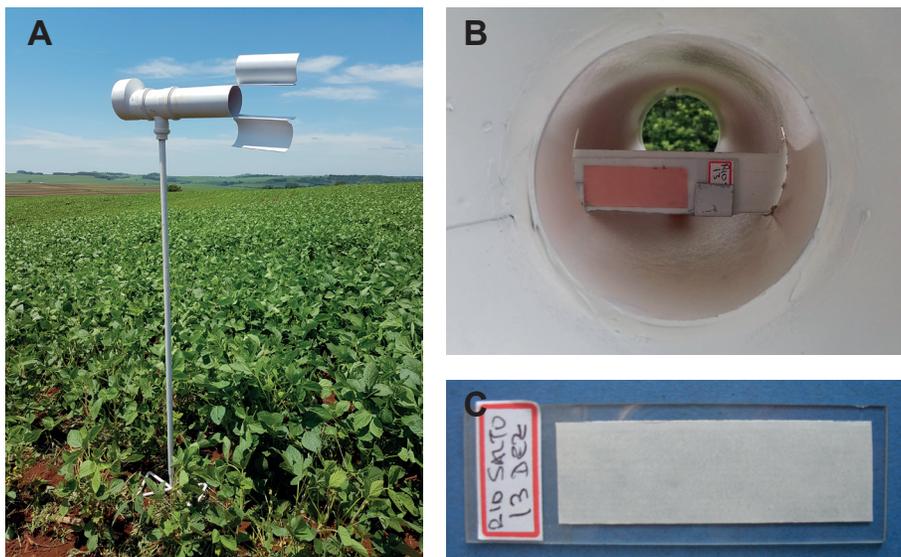
O Programa MID foi realizado em municípios de cinco macrorregiões do estado do Paraná: norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul. O MID foi conduzido, de forma conjunta com o Programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), em Unidades de Referência (URs), em propriedades indicadas por técnicos da Emater. Em parte das URs foi instalado um coletor de esporos (URs) (Figura 1), ferramenta utilizada para monitoramento dos uredosporos de *P. pachyrhizi*. A cultivar, a data de semeadura, a correção, a adubação e os agrotóxicos utilizados foram definidos pelo agricultor.

O coletor foi construído com base no modelo criado pelo Dr. Seiji Igarashi em 1986 (Nota..., 2011). Possui uma haste de ferro, para fixação no solo, com um tubo alongado e cilíndrico de PVC acoplado nessa haste (Figura 2A). No interior do tubo há um suporte para instalação de uma lâmina de vidro na qual é colado um pedaço de fita adesiva dupla face onde os uredosporos ficarão aderidos (Zoz; Gheller, 2015) (Figura 2B e 2C).



Elaboração: Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli

Figura 1. Localização dos municípios do estado do Paraná onde foram instalados os coletores de esporos, nas cinco macrorregiões (norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul).



Fotos: Bernardo Faccin; B: Emater-PR e C: Jorge Alberto Gheller

Figura 2. Visão geral do coletor de esporos (A); Tubo visto de frente mostrando o suporte com a lâmina de vidro acoplada (B); lâmina de vidro com a fita dupla face (ainda com a proteção superior) e etiqueta de identificação (C).

Os coletores foram instalados 30 a 40 dias após a emergência da cultura, em local de fácil acesso, com boa circulação de ventos, evitando a proximidade de estradas, para minimizar o acúmulo de poeira nas lâminas e evitar possíveis depredações. Foram posicionados cerca de 40 cm a 50 cm acima do dossel da cultura.

Em lâminas de vidro, usadas em microscopia, de 7,5 cm x 2,5 cm, foi colado um pedaço de fita adesiva dupla face com 4 cm a 5 cm de comprimento, com o objetivo de manter os esporos aderidos. Uma etiqueta para identificação, contendo data de colocação da lâmina e o produtor (ou município ou a comunidade) foi colada numa das bordas da lâmina (Figura 2C).

O monitoramento foi iniciado quando os coletores foram instalados (30 a 40 dias após a emergência da cultura) e foi feito até o estágio R6 [final do enchimento do grão (Fehr et al., 1971; Neumaier et al., 2000)] da cultura.

A lâmina foi trocada semanalmente, sendo que, do fechamento das entrelinhas (folíolos das plantas se tocando) até a primeira aplicação, a troca foi executada com a frequência de duas vezes por semana.

Quando retirada, a lâmina era acondicionada em uma caixa de papelão para envio ao técnico que faria a leitura da mesma (“leiturista”), o mais rápido possível. Ao colocar a lâmina na caixa deveria ser tomado o cuidado para a fita adesiva não tocar as bordas da caixa, e evitar expor a caixa a condições de temperatura elevada. O resultado da leitura e demais informações sobre a condução da UR foram registrados em planilha eletrônica para posterior processamento.

Os “leituristas” são técnicos da Emater-PR, treinados pelo Dr. Seiji Igarashi e pelo M.Sc. Jorge Alberto Gheller, para a correta identificação dos uredosporos de *P. pachyrhizi*. Também colaboraram na leitura das lâminas parceiros do Instituto Federal do Paraná (IFPR), campus de Assis Chateaubriand; da Pontifícia Universidade Católica (PUC), campus de Toledo; da União de Ensino do Sudoeste do Paraná (UNISEP); da Universidade Estadual de Londrina (UEL); da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Marechal Cândido Rondon; da Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus de Palotina e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Dois Vizinhos.

Quando os uredosporos de *P. pachyrhizi* eram detectados, o “leiturista” informava o técnico local da Emater, que orientava os agricultores quanto à necessidade da aplicação.

Além do monitoramento dos uredosporos, os sintomas em folhas também foram verificados. Para isso, na UR com coletor foram marcados alguns pontos, onde semanalmente, principalmente após o fechamento das entrelinhas da cultura, foram coletados folíolos do terço inferior e/ou médio de plantas de soja. Esses folíolos foram levados para o escritório/ laboratório e analisados sob microscópio estereoscópico ou lupa de mão, com aumento de pelo menos 20 vezes. Quando foram detectados sintomas da ferrugem-asiática a aplicação foi recomendada.

A viabilidade dos uredosporos foi verificada colocando as lâminas, sobre um suporte, dentro de um recipiente com uma camada de espuma ou papel filtro no fundo, levemente umedecidos. O recipiente contendo essa lâmina foi mantido em temperatura ambiente por 24 horas, quando foram observados para verificar se havia uredosporos de *P. pachyrhizi* germinados (viáveis).

O foco do coletor foi a detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi*, mas para evitar perdas por outras doenças, as URs foram vistoriadas e no caso de detecção de outras doenças, foi feita aplicação de fungicida, desde que o controle químico se justificasse para a doença em questão.

Nas URs sem coletor a primeira aplicação de fungicida foi feita de acordo com as informações da UR com coletor mais próxima. A produtividade foi avaliada em todas as URs.

Para comparação, um levantamento, por meio de questionários, foi realizado junto a produtores que não empregaram MIP/MID, nas cinco macrorregiões, a fim de obter informações sobre o número de aplicações de agrotóxicos, o momento das aplicações, agrotóxicos e doses utilizados, produtividade, entre outras.

Resultados e Discussão

No total foram conduzidas 195 URs distribuídas nas macrorregiões norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul (Tabela 1). Em 115 URs havia coletor de esporos instalado (Figura 1), mas as informações sobre a presença de uredosporos de *P. pachyrhizi* e/ou de sintomas da doença foram utilizadas em outras 80 URs, para tomada de decisão sobre o momento da primeira aplicação. Dessa forma, os resultados aqui apresentados foram computados a partir de informações das 195 URs.

Tabela 1. Número de Unidades de Referência, com e sem coletor, por macrorregião, data e município da primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi*. Paraná, safra 2017/2018.

Macrorregião	Número de URs			Primeira detecção de uredosporos	Município
	Com coletor	Sem coletor	Total		
Norte	14	23	37	05/12/2017	Cambé
Noroeste	30	28	58	08/12/2017	Peabiru
Oeste	30	04	34	01/12/2017	Itaipulândia
Sudoeste	37	12	49	04/12/2017	Francisco Beltrão
Sul	04	13	17	22/12/2017	Campo do Tenente
Total	115	80	195	-	-

A primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi* nos coletores ocorreu na macrorregião oeste, no início de dezembro de 2017, seguida da detecção nas macrorregiões sudoeste, norte, noroeste e sul (Tabela 1). Na maioria das URs (53,9%) a detecção de uredosporos e/ou sintomas da doença ocorreu em janeiro, 29,1% em dezembro, e 1,7% em fevereiro e, em 5,2% das URs não foram detectados uredosporos e nem sintomas da ferrugem-asiática (Dados não publicados).

Nessa safra, a primeira detecção foi em macrorregião diferente e mais tarde do que na safra 2016/2017, em que a ferrugem foi detectada em 25/11/2016 na macrorregião noroeste (Gheller et al., 2017).

O coletor é uma ferramenta para detectar a presença de uredosporos do fungo causador da ferrugem-asiática, e assim alertar técnicos e agricultores

sobre os riscos de infecção, pois a presença de uredosporos viáveis e condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento do fungo são essenciais para o estabelecimento e a proliferação da doença.

Os critérios considerados para iniciar as aplicações de fungicidas foram: presença de uredosporos no coletor ou de sintomas da ferrugem-asiática na lavoura; presença de uredosporos ou da doença na macrorregião; estágio de desenvolvimento da cultura; condições ambientais favoráveis à infecção por *P. pachyrhizi* e incidência de outras doenças na lavoura. Na maioria das URs foram seguidos um ou mais desses critérios para o início do controle com fungicidas.

A safra 2017/2018 foi marcada pelo excesso de precipitação na maioria das regiões do estado do Paraná (Iapar, 2018), e isso também interferiu na decisão sobre a aplicação de fungicidas. Em algumas URs a aplicação foi feita antes da detecção de uredosporos ou de sintomas da ferrugem-asiática, por causa da dificuldade de entrada na lavoura para fazer a aplicação. Então, estando a lavoura já em fase de maior risco de ocorrência da ferrugem-asiática (fase de enchimento de vagens, principalmente) e havendo possibilidade de entrada de máquinas, foi tomada a decisão de aplicar o fungicida. Isso aconteceu também quando houve necessidade de fazer o controle de percevejos, e as condições climáticas estavam favoráveis à doença.

Em 20 URs a primeira aplicação foi feita para controle de outras doenças [oídio (*Microsphaera diffusa*), mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), mancha-parda (*Septoria glycines*) e crestamento de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*)]. Mesmo assim, essa aplicação foi feita, em média, 72 dias após a emergência, portanto bem próximo do período das outras URs, em que a primeira aplicação (para ferrugem-asiática) foi aos 75 dias em média (Tabela 3).

Mas também houve casos em que nenhuma aplicação de fungicida foi feita, independentemente de ter ou não coletor na UR. Isso ocorreu em dez URs: duas na macrorregião noroeste; cinco na macrorregião norte, duas na macrorregião sudoeste e uma na sul.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados das 195 URs (médias) e também do levantamento realizado junto a produtores que não adotaram o MID.

O levantamento resultou em 615 questionários preenchidos por produtores das cinco macrorregiões.

Tabela 2. Média do número de aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática, do tempo de emergência até a primeira aplicação (DAE) e produtividade nas Unidades de Referência (URs), e em propriedades que não adotaram o manejo integrado de pragas e de doenças (MIP-MID), por macrorregião do Paraná, na safra 2017/2018.

Macrorregião	Média de aplicações		DAE até a 1ª aplicação		Produtividade (sacas ha ⁻¹)	
	URs	PR ¹	URs	PR ¹	URs	PR ¹
Norte	1,4	2,3	82	57	57,0	55,8
Noroeste	1,5	2,5	83	56	59,5	60,6
Oeste	1,8	2,4	80	58	57,9	58,6
Sudoeste	1,7	2,5	72	56	69,3	64,6
Sul	2,2	3,2	59	50	65,8	59,9
Média ²	1,7	2,5	78	56	61,7	60,5
Média ^{2,3} Safra 2016/2017	1,5	2,4	75	57	64,8	64,3

¹PR: dado coletado por meio de questionários junto a agricultores que não adotaram o MIP-MID. ²Média ponderada. ³Fonte: Gheller et al. (2017).

O número de aplicações nas URs variou de 1,4 (norte) a 2,2 (sul), com a média de 1,7. Nas propriedades que não fazem monitoramento foram feitas em média 2,5 aplicações, variando de 2,3 (norte) a 3,2 (sul); portanto 47% a mais que nas URs.

A produtividade média obtida nas URs (61,7 sacas ha⁻¹), apesar de ter ficado abaixo da safra 2016/2017 (64,5 sacas ha⁻¹) (Gheller et al., 2017), foi superior à média do Paraná (58,5 sacas ha⁻¹) para a safra 2017/2018 (Conab, 2018). Assim como na safra passada, 2016/2017, a produtividade foi semelhante nas URs e nas propriedades que não empregaram o MIP-MID (Tabela 3), o que demonstra que adotar critérios técnicos para realizar as aplicações ao invés de antecipá-las e/ou calendarizá-las, é possível e praticável, mesmo em safras com condições favoráveis à doença, que foi o caso dessas duas últimas safras.

Nas Figuras 3 e 4 é apresentado o resultado do número de dias entre a emergência e a primeira aplicação de fungicidas para controle da ferrugem-asiática, nas URs (Figura 3) e nas áreas que não adotaram o MID (Figura 4). Observa-se, comparando as duas figuras (eixo x) que, na Figura 3 (URs) as colunas tendem a aumentar do centro para a direita e na Figura 4 (áreas que não adotaram o MID), do centro para a esquerda, ilustrando bem a antecipação do controle químico nas áreas onde não é feito o monitoramento e as aplicações são calendarizadas, sem seguir critérios técnicos. Em 67% dessas áreas a primeira aplicação de fungicidas foi realizada antes de 60 dias após a emergência (Figura 4), enquanto que nas URs, em 79% a primeira aplicação foi feita após 60 dias (Figura 3).

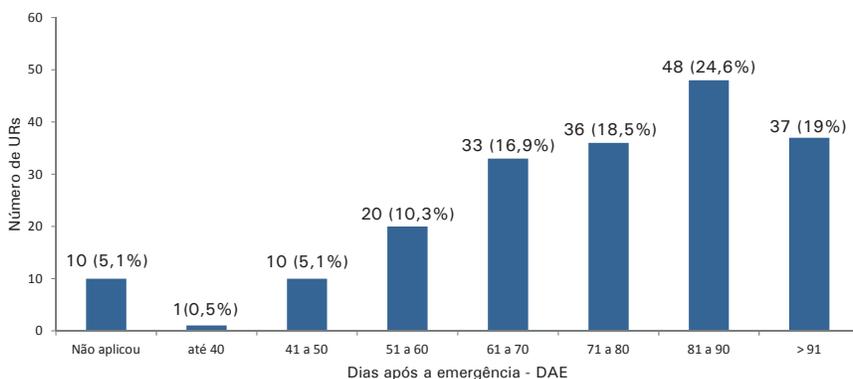


Figura 3. Tempo entre a emergência da soja e a primeira aplicação de fungicida nas Unidades de Referência (URs), que fizeram Manejo Integrado de Doenças (MID) e de pragas (MIP). Paraná, safra 2017-2018.

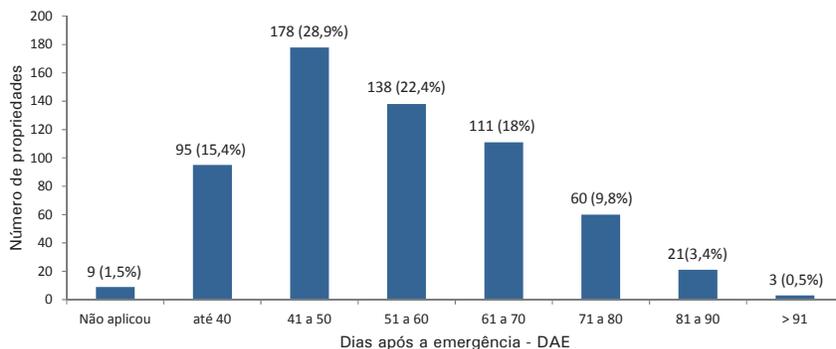


Figura 4. Tempo entre a emergência da soja e a primeira aplicação de fungicida em propriedades que não fizeram Manejo Integrado de Doenças (MID) e de pragas (MIP). Paraná, safra 2017-2018.

Com o intuito de comparar o custo entre propriedades que adotaram o MID e as que não adotaram (não-MID), foram calculados os gastos com controle de doenças por meio do custo médio de insumos para cada aplicação, nesse caso, fungicidas, e adjuvantes quando necessários, e o custo operacional da aplicação (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Custo de controle de doenças com base nos dados das Unidades de Referência (URs) que adotaram o Manejo Integrado de Doenças (MID) conduzidas em diferentes regiões do Paraná, safra 2017/2018.

Macrorregiões	Nº aplic.	Custo (R\$ ha ⁻¹) ¹			Custo [sc ha ⁻¹ (%) ³]	Produtividade (sc ha ⁻¹)
		Insumo ²	Aplicação	Total		
Norte	1,4	123,71	46,23	169,74	2,45 (4,3)	57,0
Noroeste	1,5	132,55	49,53	182,08	2,72 (4,6)	59,5
Oeste	1,8	159,06	59,44	218,49	3,11 (5,4)	57,9
Sudoeste	1,7	150,22	56,13	206,35	3,06 (4,4)	69,3
Sul	2,2	194,40	72,64	267,05	3,85 (5,8)	65,8
Média	1,7	150,22	56,13	206,35	2,98 (4,8)	61,7
Média Inox® ⁴	1,6	141,38	52,83	194,22	2,88 (4,5)	64,0
Média N Inox® ⁵	1,7	150,22	56,13	206,35	2,98 (4,8)	61,5

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$33,02 ha⁻¹; Preço médio da saca de soja R\$ 68,70; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 88,36. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações; ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças. ⁴Inox®: cultivares com gene de resistência a *Phakopsora pachyrhizi*; ⁵N Inox®: cultivares sem gene de resistência a *P. pachyrhizi*.

O custo médio de insumos por aplicação foi calculado levando-se em conta os fungicidas usados mais frequentemente, assim como a dose utilizada pelos produtores e o preço médio dos fungicidas na safra 2017/2018. O valor, por hectare, considerado para custo de insumos nas propriedades que adotaram o MID foi de R\$88,36 e nas que não adotaram foi de R\$131,77 por aplicação. A diferença no valor foi em razão principalmente, da escolha/dose do fungicida e da dose praticada.

Tabela 4. Custo de controle de doenças, estimado com base nos 615 levantamentos realizados em diferentes regiões do Paraná, em áreas onde não foi adotado o Manejo Integrado de Doenças (MID), safra 2017/18.

Regiões	Nº aplic.	Custo (R\$ ha ⁻¹) ¹			Custo [sc ha ⁻¹ (%) ³]	Produtividade (sc ha ⁻¹)
		Insumo ²	Aplicação	Total		
Norte	2,3	303,06	75,95	379,01	5,49 (9,8)	55,8
Noroeste	2,5	329,42	82,55	411,97	6,07 (10,0)	60,6
Oeste	2,4	316,24	79,25	395,49	5,71 (9,7)	58,6
Sudoeste	2,5	329,42	82,55	411,97	5,90 (9,1)	64,6
Sul	3,1	408,48	102,36	510,84	7,56 (12,6)	59,9
Média	2,5	329,42	82,55	411,97	6,00 (9,9)	60,5
Média Inox® ⁴	2,5	329,42	82,55	411,97	6,00 (10,3)	58,3
Média N Inox® ⁵	2,5	329,42	82,55	411,97	6,00 (9,9)	60,7

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$ 33,02 ha⁻¹; Preço médio saca de soja R\$ 68,70; Custo ponderado dos fungicidas, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$131,77. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações; ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças. ⁴Inox®: cultivares com gene de resistência a *Phakopsora pachyrhizi*; ⁵N Inox®: cultivares sem gene de resistência a *P. pachyrhizi*.

O custo operacional foi considerado o mesmo para os dois tipos de manejo (MID e “não MID”), levando-se em conta o maquinário médio utilizado no Paraná. Sendo assim, o custo total do controle de doenças foi obtido a partir do número de aplicações realizadas, multiplicado pelo custo médio de insumos por aplicação, somado ao número de aplicações, multiplicado pelo custo operacional de cada aplicação.

Para transformar os custos em sacas de soja por hectare, foi considerado um preço médio praticado no Paraná, na safra 2017/2018, de R\$68,70 por saca de 60 kg, de acordo com os dados do Departamento de Economia Rural (DERAL, 2018), órgão ligado à Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná. A produtividade média por região foi usada para calcular o custo de controle de doenças em percentual da produtividade.

Foram incluídas, nas Tabelas 3 e 4, informações levando-se em conta o tipo de cultivar utilizada, com gene de resistência à ferrugem-asiática (nessa safra, nas URs, foram utilizadas cultivares com tecnologia Inox®) ou não, tan-

to nas URs quanto nas áreas que não adotaram MID. Com o problema da resistência do fungo causador da ferrugem-asiática aos fungicidas sítio-específicos, é importante agregar outras estratégias para controle da doença e o uso de cultivares resistentes é uma delas. Apesar de não eliminarem a necessidade de aplicação de fungicidas, esse tipo de cultivar pode atrasar o avanço da doença no campo, promovendo maior estabilidade de produção, principalmente quando as condições climáticas forem desfavoráveis à aplicação de fungicidas (Melo, 2018). Essas vantagens reforçam a viabilidade e podem aumentar a segurança dos agricultores na adoção do MID. Outra vantagem dessas cultivares é a possibilidade de reduzir a pressão de seleção para resistência do fungo aos fungicidas (Godoy et al., 2017b), que também será reforçada pelo MID, pelo uso racional do controle químico.

O custo de controle de doenças, nas URs, variou de 4,3% a 5,8%, média 3,0 sacas por hectare, representando 4,8% da produtividade média obtida na safra (Tabela 3). Quanto aos custos de controle de doenças em propriedades que não adotaram o MID (Tabela 4) constatou-se que o maior número de aplicações de fungicidas, em média 2,5, é o fator diferencial para elevação dos custos em relação às URs. Isso proporcionou um custo médio entre as macrorregiões de 6,0 sacas de soja por hectare, o que equivale a 9,9% da produtividade média obtida nessas regiões, que foi de 60,4 sacas por hectare.

O custo de produção quando se usa cultivares com gene de resistência à ferrugem-asiática é maior, por causa do preço mais elevado da semente, mas por outro lado, a adoção desse tipo de material pode contribuir na redução dos gastos com fungicidas para controle da ferrugem-asiática, além das outras vantagens mencionadas anteriormente. No entanto, foi constatado no levantamento que os agricultores que não adotaram o MID não se beneficiaram dessa característica, desse “investimento”, porque mantiveram o mesmo esquema de manejo, antecipando e calendarizando as aplicações de fungicidas, e com isso a média de aplicações foi a mesma (2,5) independente do tipo de cultivar (Tabela 4). Há duas tecnologias disponíveis no mercado de cultivares com gene(s) de resistência ao fungo causador da ferrugem-asiática: tecnologia Inox® da Tropical Melhoramento Genético (TMG) e tecnologia Shield® da Embrapa.

No caso do cultivo de soja não ocorrer em área própria, soma-se o custo de arrendamento ao custo anteriormente citado, de 46,1 sacas por hectare, e

dessa forma enfatiza-se a economia com o uso de MID, podendo compor representativo percentual da lucratividade do agricultor nessa situação.

De acordo com os dados do DERAL (2018), o custo total de produção de soja em área própria, na safra 2017/18, foi de R\$3.169,20, aproximadamente 46,13 sacas por hectare, considerando-se o preço médio praticado para a soja de R\$ 68,70 por saca. De acordo com as produtividades médias em sacas por hectare, obtidas nas URs (61,7), nas áreas que não empregaram o MID no Paraná (60,4) ou segundo dados da CONAB (58,46), a soja oportuniza ao agricultor ter sobras entre 15,57 sacas e 12,27 sacas por hectare. É importante destacar, portanto, que a adoção do MID promove economia de gastos, além de não comprometer a produtividade da soja, resultado que pode ser comprovado pela produtividade média obtida nas URs em comparação com as áreas que não adotaram o MID e com a média do Paraná.

Com a adoção do MID, obteve-se uma economia em média de 3,0 sacas por hectare, comparativamente com as áreas que não empregaram o MID. A adoção do MID pode implicar ao produtor um custo aqui não contabilizado, caso seja contratada mão de obra especializada para avaliação semanal das lâminas, avaliação de doenças na área e tomada de decisão do controle. Mas em propriedades menores, de agricultura familiar, é possível que o monitoramento de doenças seja realizado pelo agricultor, após ser treinado e integrado a uma rede de coletores de esporos do fungo, com a disponibilização semanal das informações.

O resultado do MID na safra 2017/2018 reforça que o monitoramento permite a utilização racional dos fungicidas, o que pode reduzir o custo de produção, aumentar a lucratividade do produtor rural, e ajudar a prolongar a vida útil dos fungicidas sítio-específicos para controle da ferrugem-asiática da soja.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colaboradores: Afonso Faccin, Aguinaldo José Casagrande, Adalberto Telesca Barbosa, Airton Rojas Poppi, Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Alcides Bodnar, Alexandre Bianchini, Alvaristo Ribas Ferreira, Angela Ruoso, Antonio Bodnar, Antonio Carlos Rebeschini, Antonio Carlos Rossin, Antonio Eduardo Egydio, Antonio Mariussi, Arnildo

José Sganzerla, Bernardo Faccin, Caio Quadros Netto, Carlos Alberto Wust da Silva, Carlos Henrique Lelis, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Celio Potrich, Celso Ricardo de Freitas, César Roberto Silva Paz, Claudemir Luis Todescatt, Claudinei Antonio Minchio, Cleonir Batista de Lorena, Cristiano Frigo, Danilo Augusto Scharr, Diogo Müller, Dirlei Édison dos Reis, Dycezar de Lima, Ederson Longaretti Soares, Edimilson Moreira, Edivan José Possamai, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo Vinicius Staffen Wammes, Elizandro Hammes Petter, Elmar Luís Maidl, Elzo Nunes Alves, Emerson Jose Polônio, Ênio Antonio Bragagnolo, Ericson Marx, Everaldo Andrade de Ávila, Everson Carlos R. de Souza, Fabianderson J. B. de Souza, Fábio José Pires, Fernando Borgert, Francine Francisca Araujo Moreira, Germano do Rosário F. Kusdra, Gerson Schiochet, Gilmar Gobato, Gilson Martins, Gláucia Dias Trevizan, Gustavo Migliorini de Oliveira, Hemerson Bento Alves, Idanir Antônio Anversa, Ildfonso José Haas, Ingo O. Bauchowitz, Ivanderson Borelli, Jaci Fernandes de Souza, Jaime Boniatti, Jair Klein, Jayme Taube, João Carlos Taschetto, João Dozorec, João Sergio Canterle, Joaquim Nereu Girardi, Joel Rodrigues Fortes, Jorge Alberto Gheller, Jorge Luiz Rodrigues Valêncio, Jorge Maurino da Silva, José Aloisio Basaglia, José Antonio Zarth Soares, José Depieri Gindri, José Francisco Vilas Boas, Juvaldir Olímpio, Katerine Elizabeth Brero, Kennedy Junior Zorzanelo Niza, Lari Maroli, Laura Helena G. da Silva, Leandro José Sperotto, Leodacir Francisco Zuffo, Luan Junior Verdi, Luis Caetano Vicentini, Luiz Carlos de Castro, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Luiz Vanderley da Silva, Luiza Tonelli, Marcelo Hupalo, Marcelo Vicensi, Marcos Antônio Bourscheid, Marco Antônio Paloschi, Mario Haeitmann Filho, Mateus Ribeiro, Miguel A. Cambuzzi, Nelson Rogério Bueno da Silva, Noel Justo de Oliveira, Odimar de Mello, Onóbio Vicente Werner, Orestes Ramon Paladino, Osvaldo Matyak, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo André Santos Luz, Paulo Cesa, Paulo Roberto Mrtvi, Paulo Silva Barbosa, Pedro Cecere Filho, Peter Alexandre Van Engelenhoven, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Robson Ferreira Brandão, Rodrigo A. Patel da Fonseca, Romeu Gair, Ronaldo Cesar Woyniak, Roque Antoniazzi, Rosani Inês Paulus, Rubens Antônio Sieburger Costa, Sandro Cesar Albrecht, Sérgio Borges dos Reis, Sidney Carneiro, Sidney Galhardo, Silmara Scheifer Baságliã, Sinaney Delvan de Alencar Bozelli, Vagner Antônio Mazeto, Valdemar Favreto, Valdir Brischiliari, Valdir da Silva, Valdir Koch, Valdisio Candido Moreira, Valter Lúcio Teixeira da Silva, Vilmar Grandó, Walber Hull da Silva, Willian de Moraes Atanásio.

Referências

- CAF. Consórcio Antiferrugem. 2018. **Custo ferrugem-asiática da soja**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/5>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, v. 5 - safra 2017/18, n. 11, décimo primeiro levantamento, agosto 2018. Disponível em: <www.conab.gov.br/component/k2/item/download/21709_4d6f8550138ed03890d0bba9f9db1675>. Acesso em 16 ago. 2018.
- DERAL. Departamento de Economia Rural. **Custo de produção**. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=228>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- FRAC. **Informação sobre carboxamidas em ferrugem da soja**. 2017. 3 p. (Informativo 01/2017). Disponível em: <http://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G.; FALKOSKI FILHO, J.; CAMARGO, L. C. M.; OLIVEIRA, G. M.; IGARASHI, W. T.; SUDO, L. T.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G.; CANTERI, M. G. Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 497-504, 2010.
- GHELLER, J. A.; HAAS, I. J.; HARGER, N.; SEIXAS, C. D. S.; OLIVEIRA, F. T. de; LIMA, D. de; CONTE, O. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**: relato da experiência da EMATER-PR na safra 2016-17. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 134).
- 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. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agrônômica Ceres, 2016. v. 2. p. 657-675.
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MEYER, M.; COSTAMILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Embrapa Soja: Londrina, PR, 2017b. 6p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico. 92). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1074899/boas-praticas-para-o-enfrentamento-da-ferrugem-asiatica-da-soja>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; MOREIRA, E. N.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; FEKSA, H. R.; ARAUJO JUNIOR, I. P.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L. M. de R.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; VOLF, M. R.; GOUSSAIN, M.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2017a. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 129).

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; G. L.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 75 p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).

IAPAR. **Mapas climáticos**. Monitoramento mensal. 2018. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=635>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

IGARASHI, W. T.; FRANÇA, J. A.; SILVA, M. A. A.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G. Application of predictions models of soybean rust in two crop seasons, in Londrina, PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 2881-2890, 2016.

ISHIKAWA, M. S. **Viabilidade técnica do Kit Quickstix® na identificação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* captados via coletor**. 2012. 42 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

JACCOUD FILHO, D. S.; HIAR, C. P.; BONA, P. F.; GASPERINI, L. Ocorrência da ferrugem de Soja na Região do Campos Gerais do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 109-110. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

JACKSON, S. L.; BAYLISS, K. L. Spore traps need improvement to fulfil plant biosecurity requirements. **Plant Pathology**, v. 60, p. 801-810, 2011.

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 29 ago. 2017.

MELO, C. L. P. **Nova cultivar de soja favorece manejo da ferrugem-asiática**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31770982/nova-cultivar-de-soja-favorece-manejo-da-ferrugem-asiatica>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

MINCHIO, C. A. **Determinação da provável origem do inóculo de *Phakopsora pachyrhizi* e interação entre estágio fenológico, favorabilidade ambiental e presença do inóculo para controle da doença**. 2011. 110 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2011.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 19-44.

NOTA de esclarecimento. **Agência UEL de Notícias**, Londrina, 12 set. 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ_not&FWS_Ano_Edicao=1&FWS_N_Edicao=1&FWS_N_Texto=12973&FWS_Cod_Categoria=2>. Acesso em: 06 set. 2017.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, A. C.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-oxidoreductase-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. DOI 10.1007/s41348-017-0117-5.

YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FERNANDEZ, F. T. P. Epidemia de ferrugem de Soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná, em 2001. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.117-118. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

ZOZ, D.; GHELLER, J. A. Manejo químico da ferrugem asiática utilizando o coletor de esporos como indicativo do momento ideal de controle da ferrugem na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, edição especial, p.11-17, 2015.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C. P. 231, CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

PDF Digitalizado (2018)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente

Ricardo Vilela 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 Mandarin, Liliane Márcia
Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de*

Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

Dycesar de Lima

Parceria



Apoio

