

CIRCULAR TÉCNICA

164

Londrina, PR  
Setembro, 2020

# Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle da ferrugem- asiática da soja

Claudine Dinali Santos Seixas, Edivan José Possamai, Eliana Aparecida dos Reis, Gustavo Migliorini de Oliveira, Anderson Luís Heling, Arnold Barbosa de Oliveira, Divania de Lima, Gabriel Costa Silva



## Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle químico da ferrugem-asiática da soja<sup>1</sup>

*Phakopsora pachyrhizi* é o fungo causador da ferrugem-asiática da soja, doença considerada a mais severa para a cultura da soja no Brasil, por ocorrer na maioria das regiões produtoras de soja e pela possibilidade de resultar em perdas significativas de produtividade quando não controlada adequadamente (Godoy et al., 2016).

Os sintomas da ferrugem-asiática podem surgir em hastes, pecíolos, vagens e nas folhas, onde são mais comuns. Em cultivares suscetíveis, se iniciam com pequenas pontuações verde-claro a amarelo-claro, que aumentam de tamanho, se tornam marrom-claro. As lesões são angulares e chegam a 2 mm a 5 mm de tamanho. Na face inferior da folha, correspondente a essas lesões, aparecem as urédias, estruturas reprodutivas do fungo onde são formados os esporos, denominados uredosporos (Hartman et al., 2015; Henning et al., 2014). As folhas severamente atacadas amarelecem e caem. Em cultivares com gene(s) de resistência as lesões são marrom-avermelhadas e as urédias e os uredosporos são pouco numerosos ou nem se formam.

Os uredosporos são disseminados pelo vento. As condições favoráveis para a ocorrência da doença são temperatura entre 9 °C e 28 °C (ótimo entre 15 °C e 25 °C) e molhamento (mínimo de seis horas) (Marchetti et al., 1976; Melching et al., 1979; Alves et al., 2004).

As medidas recomendadas para manejo da doença são o vazio sanitário (período de pelo menos 60 dias sem plantas vivas de soja no campo); a utiliza-

---

<sup>1</sup> **Claudine Dinali Santos Seixas**, engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, Pato Branco, PR; **Eliana Aparecida dos Reis**, engenheira-agrônoma, mestre em Produção e Nutrição Animal, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, Toledo, PR; **Gustavo Migliorini de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, Pato Branco, PR; **Anderson Luís Helling**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, São José das Palmeiras, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Divania de Lima**, engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Gabriel Costa Silva**, graduado em Sistemas de Informação, doutor em Ciência da Computação, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procopio, PR.

ção de cultivares de soja com gene(s) de resistência; a realização da semeadura no início da época recomendada associada à utilização de cultivares precoces (escape) e a utilização de fungicidas (Godoy et al., 2020).

O controle químico deve ser feito de forma criteriosa, evitando aplicações antecipadas, calendarizadas e/ou sequenciais, tardias e com o mesmo produto. Assim, pode-se evitar o agravamento da situação de resistência do fungo aos fungicidas sítio-específicos (que atuam em um único ponto do metabolismo do fungo) utilizados no controle, os inibidores da desmetilação (IDM, “tria-zóis”), os inibidores da quinona externa (IQe, “estrobilurinas”) e os inibidores da succinato desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”). Também, têm sido utilizados fungicidas multissítios (atuam em mais de um ponto no metabolismo do fungo) em combinação com os sítio-específicos para aumentar a eficiência do controle químico e como estratégia antirresistência (McGrath, 2004; Schmitz et al., 2014; Klosowski et al., 2016; FRAC, 2017; Godoy et al., 2017; Simões et al., 2018).

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

Assim, para detectar a doença no início do aparecimento dos sintomas 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., 2017). O patógeno pode ser monitorado utilizando-se coletores de esporos, que permitem a detecção de propágulos, disseminados pelo vento, antes do desenvolvimento dos sintomas na cultura (Jackson; Bayliss, 2011).

Há vários trabalhos evidenciando que o coletor de esporos é uma ferramenta eficiente para auxílio no monitoramento da ferrugem-asiática da soja no campo (Gardiano et al., 2010; Minchio, 2011; Ishikawa, 2012; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016), mas é importante ressaltar que, para utilização

dessa ferramenta, é necessário que o profissional responsável esteja apto para identificar corretamente os esporos do fungo em microscópio óptico.

O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-Paraná), em conjunto com diversos parceiros, vem conduzindo e divulgando os resultados do Programa MID-Soja (Manejo Integrado de Doenças da Soja), com ênfase na ferrugem-asiática, desde a safra 2016-2017 (Gheller et al., 2017; Seixas et al., 2018; Seixas et al., 2019). No Programa, o objetivo é realizar o monitoramento de *P. pachyrhizi*, para indicação do momento da primeira aplicação de fungicidas, para controle da ferrugem-asiática, demonstrando assim que é viável seguir critérios técnicos para realizar o controle dessa doença, sem que isso comprometa a produtividade da lavoura de soja.

No site do IDR-Paraná, no tópico “Alerta Ferrugem” (<http://www.idrparana.pr.gov.br/>), desde a safra 2018/2019, são disponibilizados os dados sobre o monitoramento de *P. pachyrhizi*, facilitando o acesso às informações para auxiliar técnicos e agricultores na tomada de decisão para o controle químico da ferrugem-asiática.

Nesta Circular Técnica é apresentado o resultado do Programa MID-Soja no estado do Paraná, na safra 2019/2020.

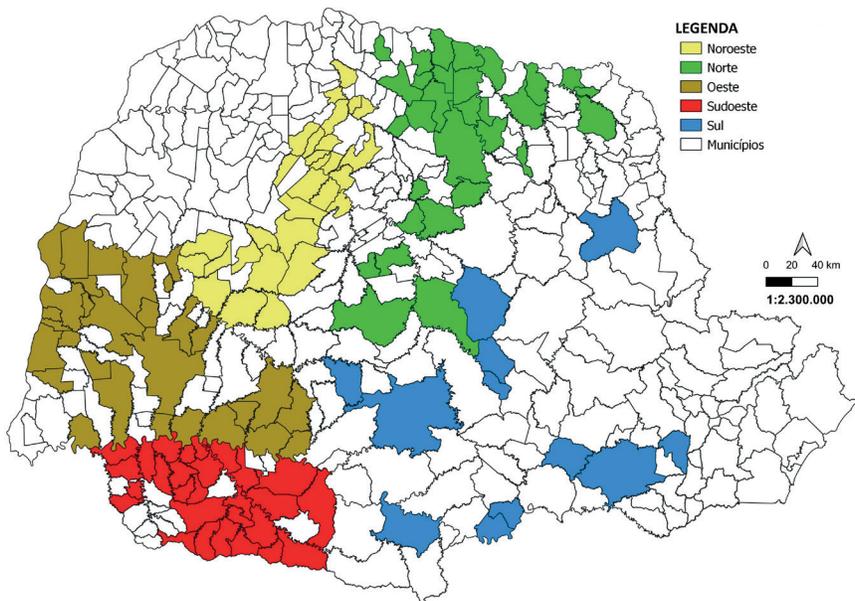
## Material e Métodos

O Programa MID-Soja é conduzido de acordo com protocolo no qual estão estabelecidos os procedimentos para o monitoramento do fungo causador da ferrugem-asiática, utilizando como ferramenta o coletor de esporos. O monitoramento foi realizado em áreas de produtores, denominadas Unidades de Referência (URs), acompanhadas por técnicos do IDR-Paraná. Para as ações do MID-Soja, Unidade de Referência é definida como uma lavoura de soja conduzida de forma comercial por agricultor ou parceiro, o qual recebe orientação e acompanhamento técnico visando a validação e adoção das boas práticas de manejo de doenças, gerando informações sobre os resultados obtidos.

Na maioria das URs foi instalado um coletor de esporos e também foram feitas inspeções de plantas em diferentes pontos para verificação de sintomas da ferrugem-asiática e de outras doenças.

Na safra 2019/2020 foram implantadas 248 URs de Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja), nas cinco macrorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul) do estado do Paraná (Figura 1).

Elaboração: Milton Satoshi Matsushita



**Figura 1.** Localização dos municípios do estado do Paraná onde foram instaladas as Unidades de Referência (URs), nas cinco macrorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul), safra 2019/2020.

Coletores de esporos foram instalados em 203 das 248 URs implantadas. As informações sobre a presença de esporos de *P. pachyrhizi* foram compartilhadas entre URs vizinhas e com as outras 45 URs desprovidas de coletores. Portanto, o monitoramento cobria todas as URs para a tomada de decisão sobre o momento da primeira aplicação de fungicida, para o controle da ferrugem-asiática. Além desses coletores em URs, outros 40 coletores foram instalados em áreas de parceiros (universidades, etc.). O objetivo desses parceiros foi apenas o de monitorar o fungo causador da ferrugem-asiática e compor a rede estadual de coletores, portanto, apenas a informação sobre a detecção de *P. pachyrhizi* está incluída nos dados dessa publicação.

Os coletores foram construídos com base no modelo criado pelo Dr. Seiji Igarashi em 1986 (Nota..., 2011) e possuem uma haste metálica, para fixação ao solo, com um tubo alongado e cilíndrico de PVC acoplado nessa haste (Figura 2A). No interior do tubo há um suporte no qual é instalada uma lâmina de vidro, com 7,5 cm x 2,5 cm, utilizada em microscopia, na qual é colada fita adesiva dupla face, com 4 cm a 5 cm de comprimento, onde os esporos ficam aderidos (Zoz; Gheller, 2015) (Figura 2C). Nessa lâmina são anotadas a identificação da UR, a data que a lâmina foi inserida no coletor e o estágio fenológico da cultura (Figura 2D).

Fotos: Anderson Luis Helling (A e D); Gustavo Migliorini de Oliveira (B);  
Claudine Dinail Santos Seixas (C).



**Figura 2.** Visão geral do coletor de esporos (A); aspecto do coletor na lavoura (B); tubo visto de frente mostrando o suporte com a lâmina de vidro acoplada (C); lâmina de vidro com a fita dupla face (com a proteção superior parcialmente retirada) e etiqueta com identificação (D).

Os coletores foram instalados logo após a emergência das primeiras lavouras de soja nos municípios, porém, sempre antes de 15 de outubro nas macrorregiões noroeste, norte, oeste e sudoeste e antes de 15 de novembro na macrorregião sul. Os coletores foram posicionados no mínimo a 40-50 cm

acima do dossel (Figura 2B), em local de fácil acesso, com boa circulação de ventos, mas evitando-se a proximidade com estradas, de modo a minimizar o acúmulo de poeira nas lâminas e prevenir depredações do equipamento.

O monitoramento foi iniciado imediatamente após a instalação dos coletores e interrompido em uma das seguintes situações: (i) quando confirmada a presença de esporos de *P. pachyrhizi* no coletor; (ii) quando confirmada a ocorrência da ferrugem-asiática na lavoura e recomendada a aplicação de fungicida; (iii) quando a cultura atingiu o estágio R6 [final do enchimento do grão (Fehr; Caviness, 1977; Neumaier et al., 2000)].

As lâminas foram trocadas uma vez por semana da emergência até o fechamento das entrelinhas da cultura e, após esse período, foram trocadas duas vezes por semana. Mas, em situações de presença de esporos em coletores próximos e condições ambientais favoráveis à infecção, as lâminas passaram a ser trocadas duas vezes por semana, mesmo antes do fechamento das entrelinhas.

A lâmina, quando retirada, era acondicionada em uma caixa, para envio imediato ao técnico responsável pela sua análise, evitando-se que a fita adesiva tocasse as bordas da caixa e mantendo-a protegida do sol, de poeira e de temperaturas elevadas.

Os responsáveis pela análise das lâminas foram os técnicos do IDR-Paraná e parceiros devidamente preparados para a correta identificação dos esporos de *P. pachyrhizi*.

Ao detectar a presença de esporos de *P. pachyrhizi* em uma determinada UR, o responsável pela leitura informava o resultado, de forma concomitante, para o técnico responsável pela UR e para o coordenador regional do IDR. Assim, o primeiro orientava os agricultores quanto à necessidade da aplicação de fungicidas, enquanto o segundo repassava as informações para a coordenação estadual a fim de inseri-las no site do IDR-Paraná.

Os coletores foram georreferenciados e as informações sobre o monitoramento de esporos da ferrugem-asiática foram disponibilizadas no site do IDR-Paraná, no tópico “Alerta Ferrugem”, onde aparece o mapa do estado do Paraná, com pontos azuis representando os coletores instalados. Com a

detecção da presença do fungo nas URs, os pontos azuis mudam para a coloração vermelha. Ao clicar nos pontos, o usuário tem acesso às informações sobre a cultivar utilizada na UR, a data da semeadura da lavoura e, caso já tenham sido detectados esporos, a data da detecção e o estágio da lavoura no momento da detecção.

Associado ao monitoramento dos esporos, semanalmente em todas as URs foram examinadas plantas em diferentes pontos para verificar sintomas de ferrugem-asiática ou outras doenças. Caso houvesse dúvidas na detecção do fungo a campo, folíolos eram coletados e levados ao escritório/laboratório para confirmar a presença da doença.

A decisão sobre a aplicação de fungicidas coube ao agricultor com subsídio do técnico e levou em consideração, além da presença de esporos no coletor, a inspeção das plantas, as condições climáticas e o estágio de desenvolvimento da cultura. No caso de necessidade do controle químico, a indicação do fungicida deveria se basear nos resultados da rede de ensaios cooperativos para a safra 2018/2019 (Godoy et al., 2019).

Com o intuito de verificar a eficiência do manejo de doenças na produtividade e seus impactos no custo de produção, todas as URs foram colhidas separadamente e os dados de produtividade coletados. Simultaneamente, foi realizado levantamento por meio de questionário aplicado a produtores não assistidos pelo Programa MID-Soja, na safra 2019/2020, nas cinco macrorregiões do Paraná. Com base no referido questionário foi possível obter informações sobre os fungicidas e doses utilizadas, o número e o momento das aplicações, bem como a produtividade obtida na lavoura.

Os dados da inspeção semanal de ocorrência de doenças nas plantas e da leitura das lâminas, assim como as demais informações sobre a condução da UR foram registrados em software para posterior tabulação e análise, que subsidiaram a publicação desta Circular Técnica.

## Resultados e Discussão

Na safra 2019/2020 foram conduzidas 248 URs de MID-Soja no Paraná, enquanto que na safra 2018/2019 foram 174 URs (Seixas et al., 2019), portanto houve aumento da cobertura do monitoramento da ferrugem-asiática no estado. Analisando os números de URs, verifica-se que o aumento ocorreu principalmente nas macrorregiões oeste e noroeste, onde foram conduzidas 59 e 66 URs, respectivamente, na safra 2019/2020, frente a 45 e 55 URs conduzidas na safra 2018/2019, de acordo com Seixas et al. (2019)

A primeira detecção de esporos de *P. pachyrhizi*, nos coletores, ocorreu na macrorregião sudoeste, no município de Vitorino, no dia 18 de novembro de 2019. Onze dias depois foi detectada a ocorrência de esporos, concomitantemente nas macrorregiões noroeste, norte e oeste (Tabela 1). Na macrorregião sul a presença de esporos só foi constatada 23 dias após a primeira detecção no estado (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de Unidades de Referência (URs), por macrorregião do Paraná, com e sem coletor, data e município da primeira detecção de esporos de *P. pachyrhizi*, com destaque para a primeira detecção no estado na safra 2019/2020.

Macrorregião	Número de URs			Primeira detecção de uredosporos	Município
	Com coletor	Sem coletor	Total		
Noroeste	42	24	66	29/11/2019	Engenheiro Beltrão
Norte	41	5	46	29/11/2019	Tamarana
Oeste	55	4	59	29/11/2019	Cascavel
Sudoeste	48	9	57	18/11/2019	Vitorino
Sul	17	3	20	10/12/2019	Guamiranga
<b>Total</b>	<b>203</b>	<b>45</b>	<b>248</b>	-	-

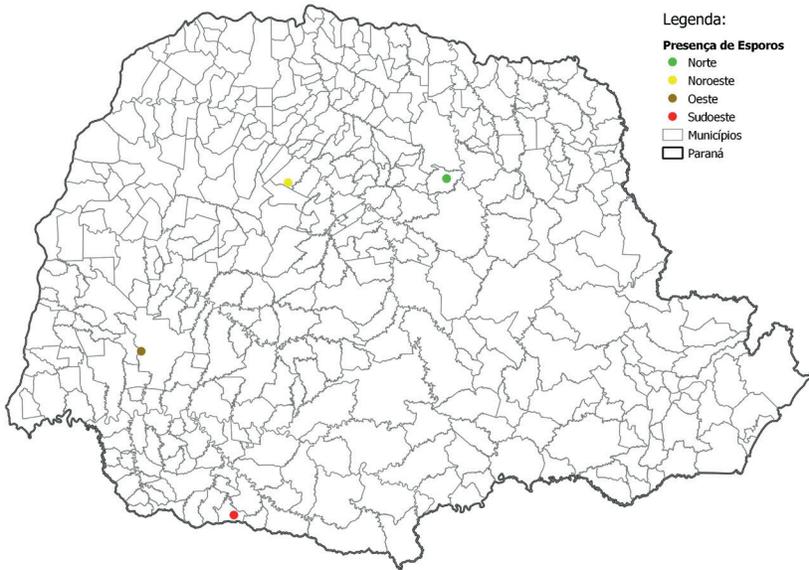
Na Tabela 2 estão apresentadas as datas da primeira detecção de *P. pachyrhizi*, por macrorregião, desde a safra 2016/2017. Na safra 2019/2020 foi a primeira vez que o fungo foi detectado primeiro na macrorregião sudoeste. Observa-se que nessa safra as primeiras detecções foram mais tardias quando comparadas com a safra 2018/2019, com exceção da macrorregião sul. Nessa macrorregião a primeira detecção vem se mantendo no mês de dezembro, provavelmente pela semeadura ser mais tardia quando comparada as demais macrorregiões.

**Tabela 2.** Data de detecção dos primeiros esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em Unidades de Referência de MID-Soja, conduzidas nas cinco macrorregiões do estado do Paraná, durante quatro safras, com destaque para as primeiras detecções.

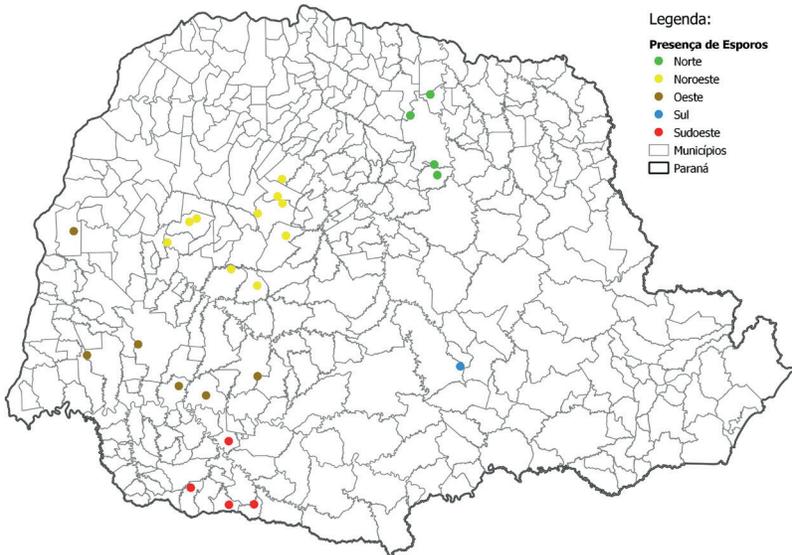
Macrorregião	Safras			
	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Noroeste	25/nov	08/dez	06/nov	29/nov
Norte	14/dez	05/dez	19/nov	29/nov
Oeste	02/dez	01/dez	18/out	29/nov
Sudoeste	02/dez	04/dez	31/out	18/nov
Sul	28/dez	22/dez	14/dez	10/dez

As primeiras ocorrências da ferrugem-asiática podem ser influenciadas pelas condições climáticas do outono/inverno. Mesmo com o vazio sanitário, períodos chuvosos e/ou de baixa ocorrência de geadas têm favorecido a emergência de plantas voluntárias de soja na entressafra, o que permite a sobrevivência do fungo causador da ferrugem-asiática e isso pode resultar em aumento do inóculo inicial e consequente ocorrência precoce da ferrugem-asiática na safra subsequente.

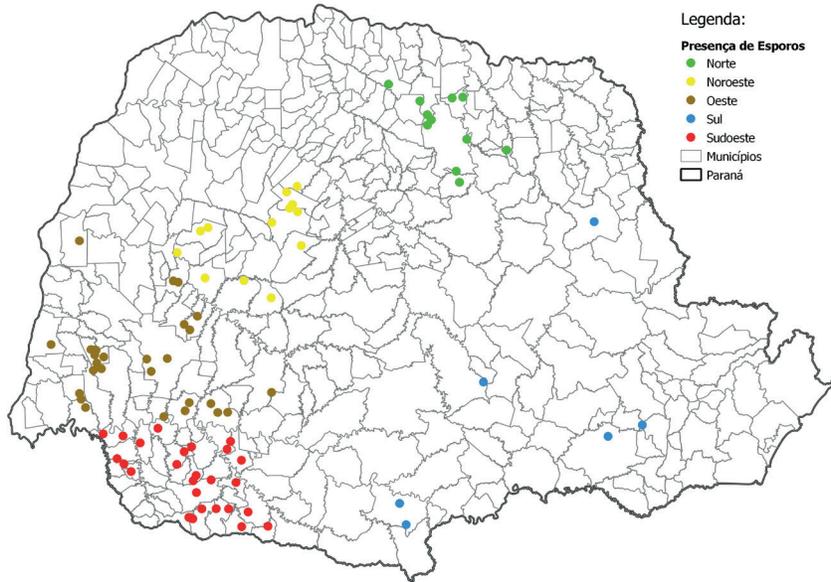
As Figuras 3, 4, 5, 6 e 7 ilustram a evolução da detecção de esporos de *P. pachyrhizi*, nas cinco macrorregiões do estado, na safra 2019/2020. As primeiras detecções ocorreram na segunda quinzena de novembro, em quatro municípios das macrorregiões, noroeste, norte, oeste e sudoeste (Figura 3) e, na primeira quinzena de dezembro, já havia esporos em coletores nas cinco macrorregiões, 10 coletores na macrorregião noroeste, 04 na macrorregião norte, 06 na macrorregião oeste, 04 na macrorregião sudoeste e 01 na macrorregião sul (Figura 4).



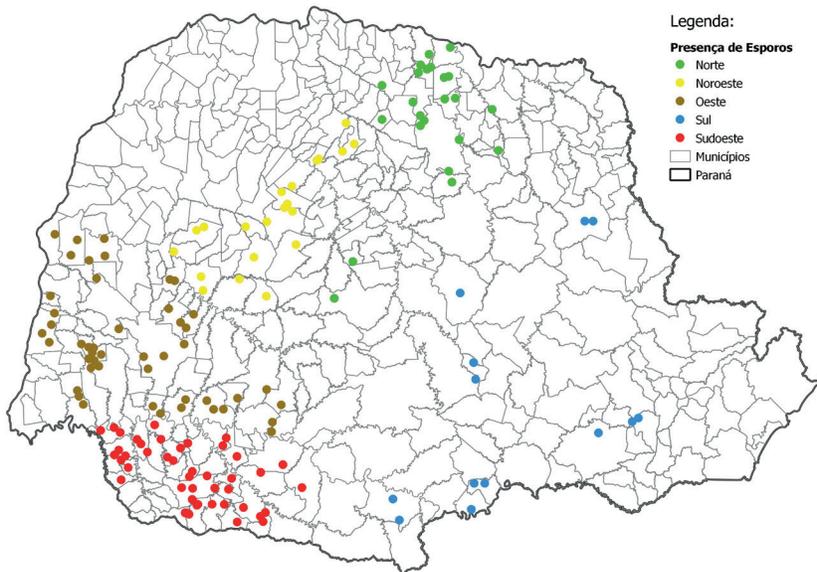
**Figura 3.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de novembro de 2019.



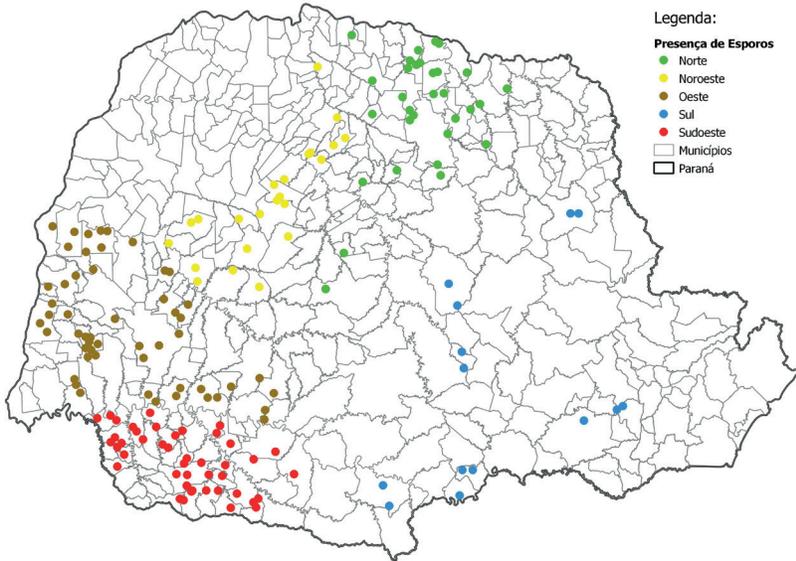
**Figura 4.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a primeira quinzena de dezembro de 2019.



**Figura 5.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de dezembro de 2019.

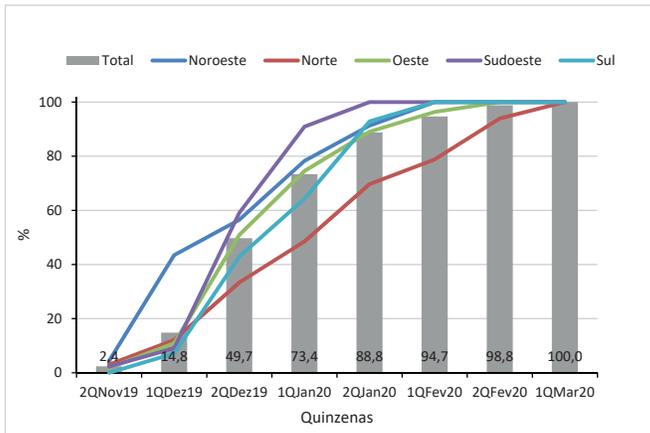


**Figura 6.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de janeiro de 2020.



**Figura 7.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de fevereiro de 2020.

Na Figura 8 é possível visualizar a evolução do percentual acumulado de coletores onde foram detectados esporos de *P. pachyrhizi*. O maior incremento ocorreu entre a primeira e a segunda quinzena de dezembro.



**Figura 8.** Evolução do percentual acumulado de coletores com detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* por quinzena de monitoramento, na safra 2019/2020 no Paraná.

Além da ferrugem-asiática, a ocorrência de outras doenças tem levado os produtores a decidirem pela aplicação de fungicidas, tanto nas URs quanto em lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja. Na Figura 9 observa-se o número médio de aplicações e as doenças alvo das mesmas.

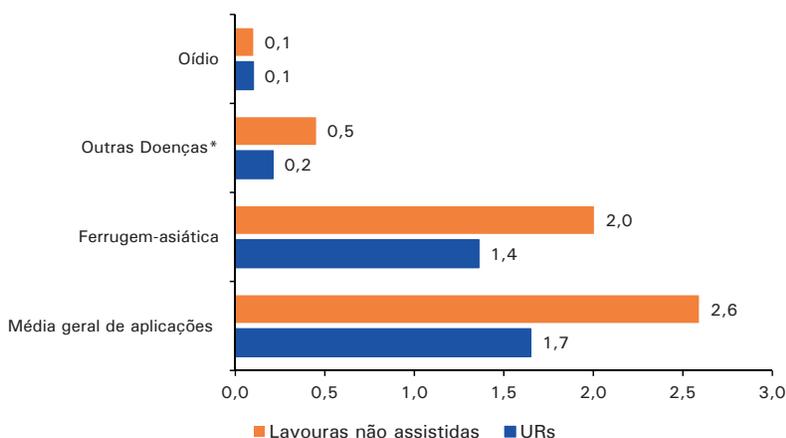
Para controle de oídio o número médio de pulverizações é o mesmo tanto nas URs quanto nas lavouras não assistidas pelo Programa. O oídio, doença causada pelo fungo *Erysiphe diffusa*, é comum em regiões com temperaturas amenas e em períodos de baixa umidade, podendo ocorrer em qualquer fase da cultura (Hartman, 2015). Nas regiões onde ocorre, pode acontecer da primeira aplicação ser motivada pela sua incidência e ocorrer ainda no período vegetativo.

Para míldio, não é indicado aplicar fungicida porque a doença não causa perdas (Henning et al., 2014).

Os sintomas atribuídos à antracnose, podem estar sendo causados por outros agentes bióticos e/ou abióticos, porque as condições exigidas pelo patógeno (a principal espécie é *Colletotrichum truncatum*), principalmente em relação à umidade são mais comuns na região dos Cerrados. O fungo necessita de pelo menos 12 horas de molhamento e a disseminação também é dependente de água (Yang; Hartman, 2015).

Para as outras doenças, a média de aplicações também foi menor nas URs. Portanto, pode-se inferir que a visita semanal às URs para o monitoramento da ferrugem-asiática permitiu o acompanhamento da ocorrência das outras doenças também, resultando no manejo racional e adequado das mesmas.

Considerando a ferrugem-asiática, principal objetivo do Programa MID-Soja, o monitoramento permitiu redução no número de aplicações de fungicidas, tanto na média geral, que foi de 1,4 nas URs e 2,0 nas lavouras não assistidas (Figura 9), quanto na média por macrorregião (Tabelas 3 e 4). Nas URs o número médio de aplicações variou de 0,9 na macrorregião norte a 2,4 na macrorregião sul (Tabela 3) e, nas lavouras não assistidas variou de 1,8 na macrorregião noroeste a 2,9 na macrorregião sul (Tabela 4).



\*Outras doenças: míldio, mancha-alvo, mofo-branco, antracnose, crestamento de *Cercospora* e mancha-parda.

**Figura 9.** Número médio de aplicações de fungicidas por doença alvo nas Unidades de Referência (URs) do Programa MID-Soja e em lavouras não assistidas pelo Programa no Paraná, safra 2019/2020.

A produtividade média obtida nas URs (64,7 sacas/ha) e nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (63,4 sacas/ha) foi semelhante (Tabelas 3 e 4) e ambas ficaram acima da média do Paraná (63,0 sacas/ha) (Deral, 2020). As diferenças nas produtividades médias, nas macrorregiões, das URs e das lavouras não assistidas foram pequenas. A produtividade é influenciada por diversos fatores inerentes às condições de cada lavoura, como fertilidade do solo, precipitação pluviométrica, radiação solar, etc. (Tisdale et al., 1985), portanto a variação na produtividade média das URs e lavouras não assistidas é esperada e as médias podem ser consideradas semelhantes (Tabelas 5 e 6).

Nas URs a primeira aplicação, para controle da ferrugem-asiática, foi feita em média 11 dias mais tarde do que nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (66 dias nas não assistidas versus 55 dias nas URs) (Tabelas 3 e 4). Nas macrorregiões as primeiras aplicações nas URs, variaram de 58 dias na macrorregião sul a 75 dias na macrorregião norte (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas esse período variou de 50 dias nas macrorregiões oeste e sul

a 58 dias na macrorregião sudoeste (Tabela 4). A diferença variou de sete dias na macrorregião noroeste a 20 dias na macrorregião norte (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 3.** Número de Unidades de Referência (URs), área média cultivada com soja, produtividade média, número de URs sem aplicação de fungicidas, média do número de aplicações e do número de dias da emergência (DAE) até a primeira aplicação de fungicida para controle da ferrugem-asiática e outras doenças, em lavouras de produtores que adotaram o manejo integrado de doenças (MID-Soja), por macrorregião do Paraná, na safra 2019/2020.

Macrorregião	Nº URs	Área média cultiv. (ha)	Produt. Média <sup>2</sup> (sc/ha)	Nº URs sem aplicação	Ferrugem-asiática		Outras doenças		Total
					Nº de aplicações	DAE3 até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	
Noroeste	66	28,4	60,3	6	1,3	64	0,3	65	1,6
Norte	46	42,4	60,0	12	0,9	75	0,2	69	1,2
Oeste	59	39,1	67,2	3	1,6	65	0,2	78	1,7
Sudoeste	57	32,3	71,5	6	1,2	67	0,4	68	1,6
Sul	20	28	63,2	0	2,4	58	0,4	52	2,7
<b>Média<sup>1</sup></b>	-	<b>34,4</b>	<b>64,7</b>	-	<b>1,4</b>	<b>66</b>	<b>0,3</b>	<b>68</b>	<b>1,7</b>
<b>Total</b>	<b>248</b>	-	-	<b>27</b>	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Média ponderada; <sup>2</sup>Produtividade média; <sup>3</sup>DAE: dias após a emergência.

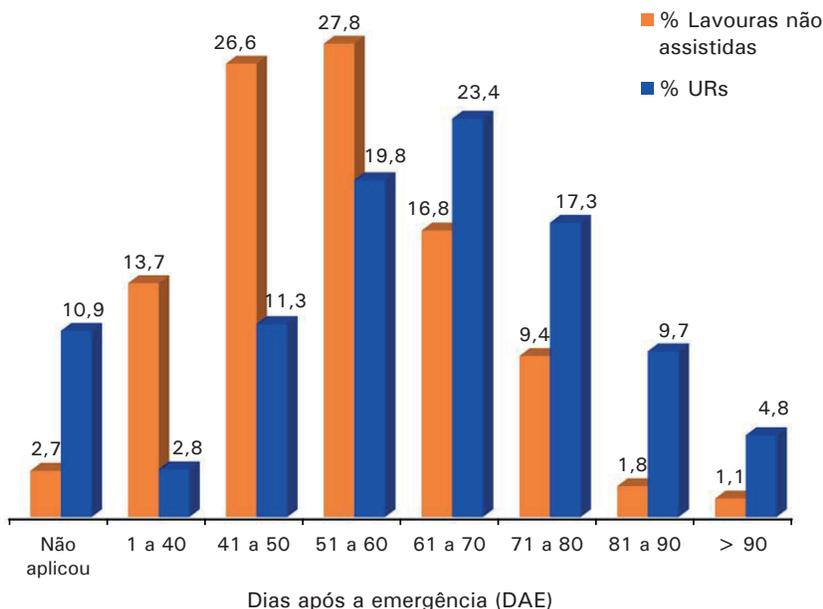
**Tabela 4.** Informações e resultado do manejo de doenças na cultura da soja, em lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja. Levantamento realizado por meio de questionários aplicados a agricultores, nas cinco macrorregiões do Paraná, na safra 2019/2020.

Macrorregião	Nº de agric. <sup>2</sup>	Área média cultivada (ha)	Produt. Média <sup>3</sup> (sc/ha)	Nº lavouras sem aplicação	Ferrugem-asiática		Outras doenças		Total
					Nº de aplicações	DAE4 até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE3 até 1ª aplicação	
Noroeste	224	50,1	62,0	11	1,8	57	0,7	57	2,5
Norte	104	53,4	60,8	3	1,9	55	0,5	52	2,4
Oeste	118	41,3	65,4	1	2,2	50	0,4	58	2,6
Sudoeste	77	22,8	68,4	0	2,2	58	0,5	56	2,7
Sul	30	27,0	61,2	0	2,9	50	0,9	46	3,8
<b>Média<sup>1</sup></b>	-	<b>43,8</b>	<b>63,4</b>	-	<b>2,0</b>	<b>55</b>	<b>0,6</b>	<b>55</b>	<b>2,6</b>
<b>Total</b>	<b>553</b>	-	-	<b>15</b>	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Média ponderada; <sup>2</sup>Número de agricultores não assistidas pelo Programa MID-Soja que responderam o questionário sobre o controle de doenças na safra 2019/2020 em suas lavouras; <sup>3</sup>Produtividade média; <sup>4</sup>DAE: dias após a emergência;

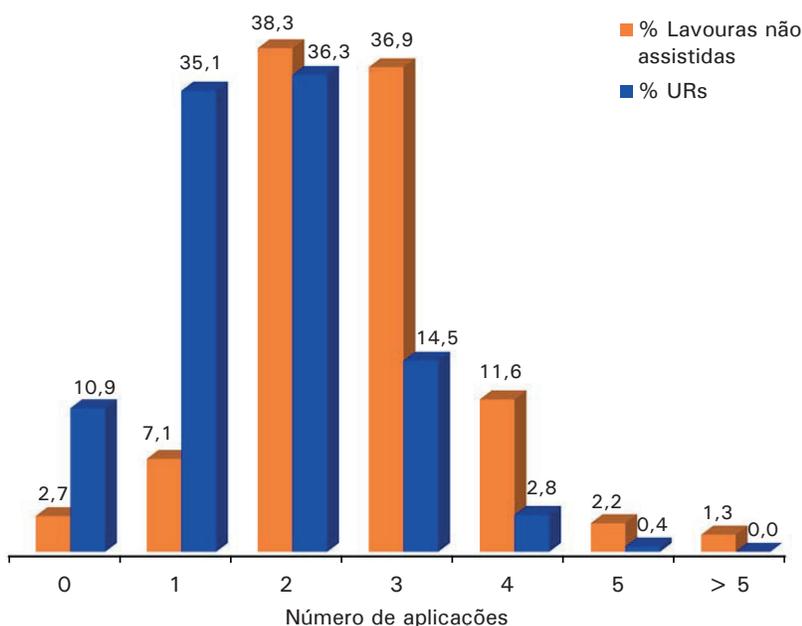
Considerando o controle de outras doenças nas URs o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 52 dias na macrorregião sul a 78 dias na macrorregião oeste (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas o menor e o maior número de dias da emergência até a primeira aplicação ocorreu nas mesmas macrorregiões que nas URs, 46 dias na macrorregião sul e 58 dias na macrorregião oeste (Tabela 4).

A Figura 10 ilustra a porcentagem de URs e de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja em função do número de dias da emergência até a primeira aplicação. Na maioria das lavouras não assistidas (68,1%) a primeira aplicação de fungicidas foi feita até os 60 dias após a emergência. Em comparação, a maioria das URs (55,2%) recebeu a primeira aplicação após os 60 dias.



**Figura 10.** Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, em relação ao número de dias entre a emergência (DAE) da soja e a primeira aplicação de fungicida. Paraná, safra 2019/2020.

Quanto ao número geral de aplicações, apresentado na Figura 11, nas URs a maioria (82,3%) fez até duas aplicações, mas houve situações de até cinco aplicações (0,4%), situação mais comum onde o oídio e/ou o mofo-branco incidem com frequência. Em 90,3% das lavouras não assistidas foram feitas duas ou mais aplicações, sendo que, em 52% delas, foram feitas de três a mais de cinco aplicações (Figura 11). A porcentagem de URs onde não foi feita nenhuma aplicação de fungicidas chegou a ser quatro vezes maior do que a das lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (Figura 11).



**Figura 11.** Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e de lavouras não assistidas pelo Programa MID, em relação ao número total de aplicações de fungicida. Paraná, safra 2019/2020.

As Tabelas 5 e 6 mostram o custo do controle de doenças da soja nas URs e nas lavouras não assistidas pelo Programa, respectivamente. Tanto nas URs quanto nas lavouras não assistidas pelo MID-Soja, a macrorregião norte foi a que apresentou os menores custos de controle de doenças, enquanto que os maiores custos foram os da macrorregião sul. Nas URs, o custo do controle das doenças variou de R\$155,62 na macrorregião norte a R\$350,14 na macrorregião sul (Tabela 5). Nas lavouras não assistidas o menor e o maior

custo também foram nas macrorregiões norte e sul, variando de R\$277,99 a R\$440,15, respectivamente (Tabela 6). O custo médio do controle de doenças nas URs foi de R\$220,46 ou 2,7 sacas por hectare (Tabela 5) e nas lavouras não assistidas foi de R\$301,26 ou 3,6 sacas por hectare (Tabela 6). Portanto, o custo médio nas URs foi 25% menor que nas lavouras não assistidas pelo Programa.

**Tabela 5.** Custo de controle de doenças na soja, com base nos dados das Unidades de Referência (URs) que adotaram o Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja), conduzidas nas diferentes macrorregiões do Paraná, safra 2019/2020.

Macrorregião	Nº URs	Nº médio de aplicações	Custo (R\$/ha) <sup>1</sup>			Custo [sc/ha (%) <sup>2</sup> ]	Produtiv. média (sc/ha)
			Insumo <sup>2</sup>	Aplicação	Total		
Noroeste	66	1,6	146,69	60,80	207,49	2,5 (4,1)	60,3
Norte	46	1,2	110,02	45,60	155,62	1,9 (3,2)	60,0
Oeste	59	1,7	155,86	64,60	220,46	2,7 (4,2)	67,2
Sudoeste	57	1,6	146,69	60,80	207,49	2,5 (3,5)	71,5
Sul	20	2,7	247,54	102,60	350,14	4,2 (6,6)	63,2
<b>Média<sup>4</sup></b>	-	<b>1,7</b>	<b>155,86</b>	<b>64,60</b>	<b>220,46</b>	<b>2,7 (4,0)</b>	<b>64,7</b>
<b>Total</b>	<b>248</b>	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$38,00 por hectare; Preço médio da saca de soja R\$ 82,78; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 91,68. <sup>2</sup>Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. <sup>3</sup>Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças. <sup>4</sup>Média ponderada.

**Tabela 6.** Custo do controle de doenças na soja, com base nos dados de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, nas diferentes macrorregiões

do Paraná, safra 2019/2020.

Macrorregião	Nº não assistidas	Nº médio de aplicações	Custo (R\$/ha) <sup>1</sup>			Custo [sc/ha (%)] <sup>3</sup>	Produtiv. média (sc/ha)
			Insumo <sup>2</sup>	Aplicação	Total		
Noroeste	224	2,5	194,57	95,00	289,58	3,5 (5,6)	62,0
Norte	104	2,4	186,79	91,20	277,99	3,3 (5,4)	60,8
Oeste	118	2,6	202,36	98,80	301,16	3,6 (5,5)	65,4
Sudoeste	77	2,7	210,14	102,60	312,74	3,8 (5,5)	68,4
Sul	30	3,8	295,75	144,40	440,15	5,3 (8,7)	61,1
<b>Média<sup>4</sup></b>	-	<b>2,6</b>	<b>201,36</b>	<b>98,80</b>	<b>301,26</b>	<b>3,6 (5,7)</b>	<b>63,4</b>
<b>Total</b>	<b>553</b>	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$38,00 por hectare; Preço médio da saca de soja R\$ 82,78; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 77,83. <sup>2</sup>Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. <sup>3</sup>Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças. <sup>4</sup>Média ponderada.

O Programa MID-Soja vem sendo conduzido há quatro safras no Paraná e o resultado tem sido consistente (Tabela 7). O número médio de aplicações nas URs foi menor em todas as macrorregiões nas quatro safras. Na média das quatro safras houve redução de 33% nas aplicações nas URs em relação às lavouras não assistidas pelo Programa. Nessas quatro safras o resultado tem sido o mesmo, controle racional da ferrugem-asiática, com manutenção dos níveis de produtividade, o que resulta em redução de custo e aumento na lucratividade. Portanto, o objetivo do Programa MID-Soja tem sido plenamente alcançado.

**Tabela 7.** Número de Unidades de Referência (URs) e resultados (médias) do Programa MID-Soja durante quatro safras no Paraná, em relação ao número

de aplicações de fungicidas, ao número de dias da emergência até a primeira aplicação de fungicida para controle de doenças, ao custo do controle e à produtividade.

Variáveis	Safras				Média	Total	
	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020			
Nº URs (total)	93	195	223	248	-	759	
Nº aplicações fungicidas	MID-Soja <sup>1</sup>	1,5	1,7	1,4	1,7	1,6	-
	Não assistidos <sup>2</sup>	2,4	2,5	2,1	2,6	2,4	-
Dias até 1 <sup>a</sup> aplicação fungicida	MID-Soja	75	78	64	65	71	-
	Não assistidos <sup>2</sup>	57	56	55	55	56	-
Custo do controle (sc/ha)	MID-Soja	-	3,0	2,9	2,7	2,9	-
	Não assistidos <sup>2</sup>	-	6,0	4,4	3,6	4,7	-
Produtividade (sc/ha)	MID-Soja	64,8	61,7	50,0	64,7	60,3	-
	Não assistidos <sup>2</sup>	64,3	60,5	48,7	63,4	59,2	-

<sup>1</sup>Dado coletado junto às URs de Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja); <sup>2</sup>Dado coletado por meio de questionários junto a agricultores não assistidos pelo Programa MID-Soja.

Considerando que *P. pachyrhizi* pode infectar a soja em qualquer fase do seu desenvolvimento (Hartman et al., 2015), uma das vantagens do monitoramento é evitar que possíveis ocorrências antecipadas representem um risco à produtividade da soja, já que em qualquer época o fungo será detectado e o controle químico poderá ser feito no momento correto. É importante destacar também que, o adiamento da aplicação de fungicidas em lavouras conduzidas de acordo com o MID-Soja, pode favorecer o controle natural de insetos-pragas com fungos entomopatogênicos, como era comum no controle da lagarta falsa-medideira, antes da introdução da ferrugem-asiática no País.

Assim sendo, é possível afirmar que o monitoramento é uma opção eficiente, não apenas para evitar aplicações desnecessárias, sobretudo para garantir que as necessárias sejam feitas com critérios técnicos e no momento adequado.

As Unidades de Referência têm contribuído de forma efetiva no compartilhamento de conhecimentos entre pesquisadores, extensionistas e agricultores, tornando-se assim, polos de irradiação de tecnologias nas diferentes macrorregiões do Paraná.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos colaboradores: Ademilson Mario Bravim, Afonso Faccin, Aguinaldo José Casagrande, Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Alini Taichi da Silva Machado, Alvaristo Ribas Ferreira, Antonio Carlos Rebeschini, Antonio Eduardo Egydio, Bernardo Faccin, Bruno Ribeiro Ananias, Caio Quadros Netto, Carlos Henrique Lelis, Carlos Roberto Kramer Vieira, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Celestino Gabriel, Cesar Paz, Cesar Zanella Lamera, Claiton Alorenus Baggio, Claudemir Luis Todescatt, Claudimir Masiero, Claudio A. V. S. Holstein, Cristiane Mendes da Silva-Reis, Cristiano Frigo, Daniel Debona, Danilo Augusto Scharr, David de Souza Jaccoud Filho, Diego Scapim Pissinati, Diocles Castro e Silva, Diogo Müller, Douglas Bressiane, Drieli Aparecida Reiner, Dulcineia Gonçalves Ribeiro, Ederson Longaretti Soares, Edilson Moreira, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo Henrique Lima Mazzuchelli, Eduardo Vinícius Staffen Wammes, Edvaldo Martins do Nascimento, Eliana Peliçon Pereira Figueira, Elton Rodrigo Drebes, Emanuel da Silva Arruda, Emanuel Sordi, Emerson Crivelaro Gomes, Emerson Gerstemberger, Emerson José Polonio, Ericson Fagundes Marx, Everaldo Andrade de Ávila, Everson Vitorino da Silva, Everton Carlos Rodrigues Souza, Fabianderson José Baio de Souza, Fábio José Pires, Fabricio Karas, Fernanda Schubert Marques dos Reis, Fernando Ferreira da Silva, Fernando Luis Martins Costa, Florival Rodrigues Calixto, Francine Francisca Araújo Moreira, Gabriela Candido Weber, Geraldo Ermelindo Maronezi, Germano do Rosário Ferreira Kusdra, Gerson Schiochet, Gervásio Vieira, Gilmar Gobato, Gilson Martins, Glaucia Dias Trevizan, Guilherme Bagio, Hemerson Bento Alves, Idalmir dos Santos, Ilvo Antoniazzi, Irani Castro da Silva Soares, Ivan Domingos Freitas, Ivanderson Borelli, Jackson Emanuel da Silva Arruda, Jair Klein, Jayme Rogerio Taube, João Carlos Taschetto, João Carlos Vechio, João de Ribeiro Reis Junior, João Dozorec, João Sergio Canterle, Joel Rodrigues Fortes, Joelcio de Souza Vigolo, Joelson dos Santos, Jonas Filipe Racoski, Jonas

Francisco Egewarth, Jorge Alberto Gheller, Jorge Luiz Rodrigues Valêncio, Jorge Maurino da Silva, José Alberto de Mendonça, José Aloísio Baságliã, José Aparecido Baptista, José Renato Stangarlin, José Sergio Righetti, José Valdir Demetrio, José Valentin Juan, Juan Artigas, Junior Dallabrida, Juvaldir Olimpico, Karina Aline Alves, Katerine Elizabeth Brero, Laercio Marcelo Nass, Lais Gomes Adamuchio, Lari Maroli, Laura Helena Goulart da Silva, Laures Cieslik, Leandro Jose Sperotto, Leodacir Francisco Zuffo, Lucas Toneli Cremm, Luciana Seyr, Luiz Carlos de Castro, Luiz Carlos Retcheski Junior, Luiz Henrique dos Reis Bocaleti, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Luiza Tonelli, Maghnom Henrique Melo, Marcelo Campos, Marcelo Ferreira Hupalo, Marcelo Vicensi, Marco Antonio da Silva Reis, Marcos Antonio Bourscheid, Marcos Antonio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Marcos Ludorf, Mario Haeitmann Filho, Maroam dos Santos, Matheus Martinhão, Matheus Ribeiro, Mauro Jair Alves, Max Sander Souto, Melissa Berti, Nadir de Paula do Carmo, Nelson Luiz Kunzler, Nelson Rogério Bueno da Silva, Newton Ednei Guzzo, Nilo Patel, Noel Justo de Oliveira, Odair José Kuhn, Odimar de Mello, Onóbio Vicente Werner, Osvaldo Matyak, Pablo Luis Sanchez Rodriguez, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Cesa, Paulo Dejair Tomazella, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Paulo Roberto Mrtvi, Paulo Silva Barbosa, Pedro Cecere Filho, Rafael Alberto Guollo de Oliveira, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Ricielly Eloyze Rosseto, Roberval Zago, Robson Ferreira Brandão, Rodrigo Alexandre Patel Fonseca, Romeu Gair, Ronaldo Cesar Woyniak, Rosani Inês Paulus, Rubens Antonio Sieburger Costa, Sandro Cesar Albrecht, Sergio de Souza Lopes, Sérgio Miguel Mazaro, Sidney Carneiro, Silvio Cesar Santos Ferrari, Sinaney Delvan de Alencar Bozelli, Thiago Ruppenthal Bobato, Valdemar Favreto, Valdir Brischiliari, Valdir da Silva, Valdisio Candido Moreira, Vanderlei Mariussi, Vicente Lucio Michaliszyn, Vilmar Natalino Grando, Vinicius Deotan Coletti, Vivian Carré Missio, Danielli Mattei e aos acadêmicos e bolsistas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procópio, colaboradores no desenvolvimento do software de gestão de dados do MID-Soja.

E às instituições: Associação Paranaense de Planejamento Agropecuário (APEPA), Associação Regional dos Engenheiros Agrônomos de Cascavel (AREAC), Banco do Brasil, Casa Familiar Rural de Boa Vista da Aparecida, Centro Universitário Integrado de Campo Mourão, Colégio Agrícola de

Campo Mourão, Cooperativa de Crédito Rural com Interação Solidária (Cresol), Faculdade MaterDei, FAEP, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG – Cascavel), FETAEP, IFPR – Campus Assis Chateaubriand, IFPR – Campus União da Vitória, Planazul, Prefeitura Municipal de Alvorada do Sul, Prefeitura Municipal de Bom Sucesso do Sul, Prefeitura Municipal de Braganey, Prefeitura Municipal de Marmeleiro, Prefeitura Municipal de Missal, Prefeitura Municipal de Planalto, Prefeitura Municipal de Quinta do Sol, Prefeitura Municipal de Rancho Alegre D’Oeste, Senar-PR, Sistema de Crédito Cooperativo (Sicredi), Siga Consultoria Ltda., UDC – MEDIANEIRA, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Federal do Paraná (UFPR) Campus Palotina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Cornélio Procópio, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Santa Helena, UNICESUMAR, UNIOESTE Campus Marechal Cândido Rondon, UTFPR Campus Dois Vizinhos, UTFPR Campus Pato Branco.

## Referências

- ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da temperatura e do período de molhamento na germinação de *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. S207, 2004.
- DERAL. Departamento de Economia Rural. **Levantamento sobre as safras agrícolas**: área e produção: resumo estadual. 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras>. Acesso em: 09 set. 2020.
- 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](http://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf). Acesso em: 28 ago. 2020.
- 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.; LIMA, D.; 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 2017-2018. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 134).

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos. 428).

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; MEYER, M.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

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**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 6 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 92).

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; DIAS, A. R.; PIMENTA, C. B.; ANDRADE JUNIOR, E. R.; MORESCO, E.; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; ARAUJO JUNIOR, I. P.; CHAVES, I. C. P. V.; ROY, J. M. T.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; NAVARINI, L.; SENER, M.; BELUFI, L. M. R.; SILVA, L. H. P.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2018/19: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 10 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 148).

HARTMAN, G. L. Powdery mildew. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 5<sup>th</sup> ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 51-52.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5<sup>th</sup> 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. 76 p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).

IGARASHI, W. T.; FRANÇA, J. A.; SILVA, M. A. A.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G. Application of prediction 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.

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.

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

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: 21 ago. 2020.

MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H. Infection, colonization, and uredospore production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology**, v. 69, p. 1262-1265, 1979.

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.

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](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: 13 set. 2020.

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. 378-388, 2014.

SEIXAS, C. D. S.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; SERATTO, C. D.; GHELLER, J. A.; OLIVEIRA, A. B. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017-2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 141).

SEIXAS, C. D. S.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; MATSUSHITA, M. S.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 23 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 150).

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**, v. 125, p. 21-26, 2018. DOI: 10.1007/s41348-017-0117-5.

TISDALE, S. L.; BEATON, D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**. 4<sup>th</sup> ed. New York: Mac Millan, 1985. 754 p.

YANG, H. C.; HARTMAN, G. L. Anthracnose. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5<sup>th</sup> ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 31-34.

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  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

PDF digitalizado (2020)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações**

Presidente

*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine  
Dinali Santos Seixas, Ivani de Oliveira  
Negrão Lopes, Liliane Márcia Mertz-Henning,  
Mariangela Hungria da Cunha, Mônica Juliani  
Zavaglia Pereira, Norman Neumaier e Vera de  
Toledo Benassi.*

Supervisão editorial

*Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol*

Normalização bibliográfica

*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa

*Claudine Dinali Santos Seixas*