

CIRCULAR TÉCNICA

179

Londrina, PR
Novembro, 2021

Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2020/2021 para tomada de decisão do controle da ferrugem- asiática da soja

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



Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2020/2021 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja¹

Introdução

A ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi relatada pela primeira vez no continente americano no ano de 2001, no Brasil e no Paraguai, sendo hoje a doença mais severa da cultura da soja. Pode causar reduções de produtividade acima de 80% quando o controle não é realizado de forma adequada (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 e se tornam marrom-claro. As lesões são angulares e chegam a alcançar 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 amarelam 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. O processo de infecção necessita de água livre na superfície da folha por um período mínimo de

¹**Anderson Luís Heling** engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, Mercedes, PR; **Claudine Dinali Santos Seixas**, engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Eliana Aparecida dos Reis**, engenheira-agrônoma, mestra 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, Campina Grande do Sul, PR; **Gabriel Costa Silva**, graduado em Sistemas da Informação, doutor em Ciência da Computação, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio, Cornélio Procópio, PR; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, Pato Branco, PR; **Divania de Lima**, engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.

seis horas, quando as temperaturas estiverem na faixa considerada ótima (15 °C a 25 °C). Fora dessa faixa de temperatura ótima podem ser necessárias mais de oito horas para a infecção. Precipitações pluviométricas favorecem o desenvolvimento de epidemias da doença. Além dos fatores ambientais, os fatores relacionados ao hospedeiro, como ciclo, presença ou não de gene(s) de resistência, exercem grande influência sobre as epidemias (Godoy et al., 2016).

As medidas recomendadas para o manejo da doença são o vazio sanitário (período de pelo menos 90 dias sem plantas vivas de soja no campo); a utilização 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 os mesmos ingredientes ativos. 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, “triazóis”), 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).

Para o manejo adequado deve-se realizar o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura, sendo intensificado após o fechamento das entrelinhas, com aplicações preventivas (baseadas em critérios técnicos) ou imediatamente após o aparecimento dos primeiros sintomas, utilizando-se fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e recomendados por profissionais habilitados (Godoy et al., 2016).

Para detecção da doença no início 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). A presença do patógeno pode ser monitorada 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 auxiliar no monitoramento da ferrugem-asiática da soja no campo (Gardiano et al., 2010; Minchio, 2011; Ishikawa, 2012; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016), no entanto, 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 a Embrapa Soja e outros 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, 2019, 2020). O objetivo do programa é realizar o monitoramento de *P. pachyrhizi*, para indicação do momento da primeira aplicação de fungicida, 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.

No site do IDR-Paraná, no tópico “Alerta Ferrugem”², 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 são apresentados os resultados do Programa MID-Soja no estado do Paraná, na safra 2020/2021.

² <http://www.idrparana.pr.gov.br/>

Material e Métodos

O Programa MID-Soja desenvolvido pelo IDR-Paraná, em parceria com a Embrapa Soja e agricultores paranaenses, é conduzido conforme protocolos técnicos, onde estão estabelecidos os procedimentos para o monitoramento de esporos de *Phakopsora pachyrhizi*, utilizando como ferramenta o coletor de esporos.

Esse monitoramento foi realizado em áreas de cultivo de soja, de agricultores, acompanhadas por profissionais do IDR-Paraná, denominadas de Unidades de Referência (URs). Portanto, as URs se constituem em lavouras de soja conduzidas pelo agricultor ou parceiro, sendo que, esse recebe acompanhamento técnico e orientações que visam a adoção das boas práticas de manejo de doenças, gerando informações sobre os resultados obtidos.

Na safra 2020/2021 foram implantadas, no estado do Paraná, 197 URs de Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja), distribuídas nas sete mesorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (centro, centro-sul, metropolitana e litoral, noroeste, norte, oeste, sudoeste) (Figura 1).

Elaboração: Edivan José Possamai (IDR-Paraná).

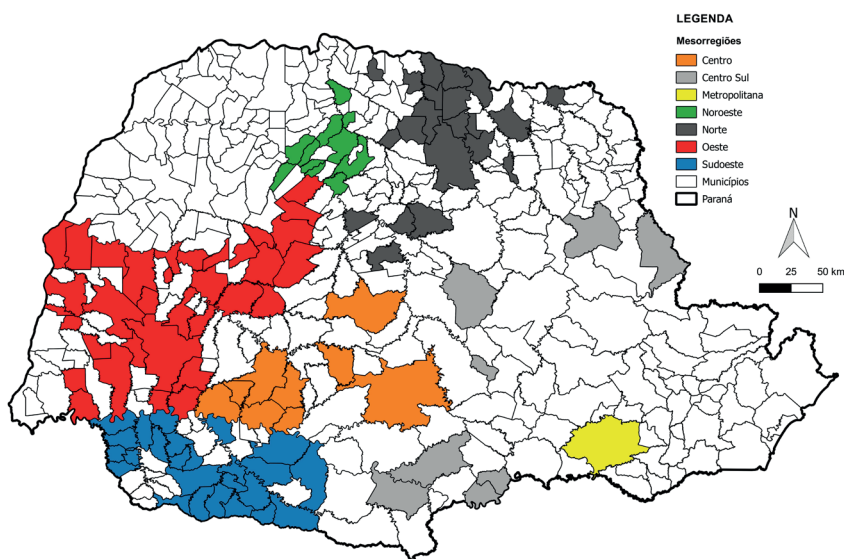


Figura 1. Localização dos municípios do estado do Paraná onde foram instaladas as Unidades de Referência (URs), nas sete mesorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (centro, centro-sul, metropolitana e litoral, noroeste, norte, oeste, sudoeste), safra 2020/2021.

Além do monitoramento do patógeno com o coletor, também foram realizadas inspeções de plantas em diferentes pontos das URs para verificação de sintomas da ferrugem-asiática e de outras doenças da cultura.

Os coletores de esporos foram instalados em 171 das 197 URs implantadas. As informações geradas pelos coletores de esporos sobre a presença ou ausência de esporos de *P. pachyrhizi* foram compartilhadas com as demais 26 URs desprovidas de coletores. Portanto, o monitoramento cobriu todas as URs para a tomada de decisão sobre o manejo adotado, especialmente sobre o momento da primeira aplicação de fungicida para controle da ferrugem-asiática. Em algumas das 171 URs o equipamento não ficou exatamente na UR, mas em lavoura próxima em razão do melhor posicionamento geográfico/topográfico. Além desses coletores em URs, outros 78 foram instalados em áreas de parceiros (universidades, etc.). O objetivo desses parceiros foi unicamente monitorar o fungo causador da ferrugem-asiática e compor a rede estadual de coletores, portanto, apenas a informação sobre a detecção de *P. pachyrhizi* desses 78 coletores está incluída nos dados desta publicação.

Os coletores foram construídos com base no modelo criado pelo Dr. Seiji Igarashi em 1986 (Nota..., 2011). Possuem uma haste metálica, para fixação ao solo, com um tubo 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).

Os coletores foram instalados nas URs e georreferenciados logo após a emergência das primeiras lavouras de soja nos municípios, com a data-limite de 15 de outubro nas mesorregiões noroeste, norte, oeste e sudoeste e de 15 de novembro na mesorregião sul. Os coletores foram posicionados no mínimo a 40 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.

Fotos: Claudine Dinaili Santos Seixas (A, B e C), Sérgio F.H. Herculano(D);

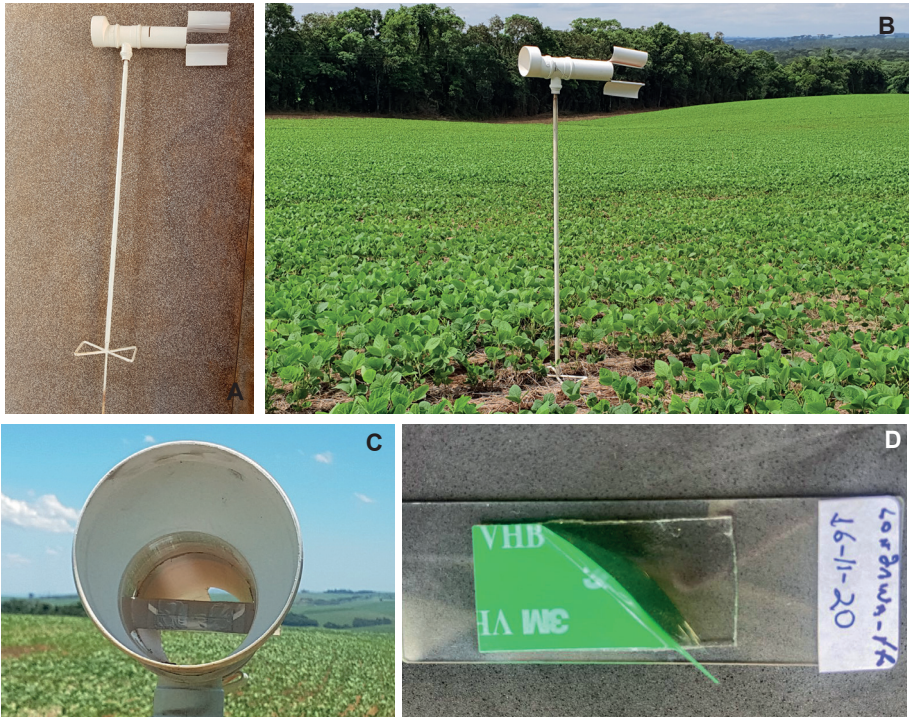


Figura 2. Visão geral do coletor de esporos (A); aspecto do coletor na lavoura (B); tubo visto de frente mostrando o suporte com a lâmina de vidro acoplada (C); lâmina de vidro com a fita dupla face (com a proteção superior parcialmente retirada) e etiqueta com identificação (D).

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 de grãos (Fehr; Caviness, 1977; Neumaier et al., 2000)].

As lâminas foram trocadas, semanalmente, da emergência até o fechamento das entrelinhas da cultura e, após esse período, foram substituídas duas vezes por semana. 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 do coletor, era acondicionada em embalagem para envio imediato ao profissional responsável pela sua análise, evitando-se que a fita adesiva tocasse a embalagem e mantendo-a protegida do sol, de poeira e de temperaturas elevadas.

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

Ao detectar a presença de esporos de *P. pachyrhizi* em lâmina de uma determinada UR, o responsável pela leitura informava o resultado, de forma concomitante, para o profissional responsável pela UR e para o coordenador regional do IDR-Paraná. 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 disponibilizá-las no site do IDR-Paraná.

No site do IDR-Paraná, no tópico “Alerta Ferrugem” consta o mapa do estado do Paraná, com pontos azuis representando os coletores. Com a detecção de esporos 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 de soja implantada na UR, a data da semeadura da lavoura e, caso já tenham sido detectados esporos, a data da detecção e o estágio fenológico em que as plantas de soja se encontravam no momento da detecção.

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

A decisão sobre a aplicação de fungicidas coube ao agricultor com subsídio do profissional que acompanhava a UR 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 foi baseada nos resultados da rede de ensaios cooperativos para a safra 2019/2020 (Godoy et al., 2020).

Com o intuito de verificar a eficiência do manejo das doenças na produtividade e seus impactos no custo de produção, todas as URs foram colhidas separadamente e os dados de produtividade registrados. Simultaneamente, foi realizado levantamento por meio de questionários respondidos por produtores não assistidos pelo Programa MID-Soja, na safra 2020/2021, nas sete mesorregiões do Paraná. Com base no referido questionário, foi possível obter informações sobre os fungicidas utilizados e as doses aplicadas, 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 das URs foram registrados em software próprio para posteriores tabulação e análise e subsidiaram a elaboração desta Circular Técnica.

Resultados e Discussão

Na safra 2020/2021 foram conduzidas 197 URs de MID-Soja no Paraná, enquanto na safra 2019/2020 foram 248 URs (Seixas et al., 2020). Essa redução se deve principalmente à pandemia do novo coronavírus (Sars-Cov-2), que exigiu redução de deslocamento e atividades que envolvessem contato presencial. Ainda, fizeram parte da rede estadual de coletores de esporos mais 78 outros equipamentos, fora de URs, que permitiram ampliar as informações da rede de coletores e, conseqüentemente, contribuir para uma maior assertividade na tomada de decisão para o controle da ferrugem.

A primeira detecção de esporos de *P. pachyrhizi*, nos coletores, na safra 2020/2021, ocorreu na mesorregião norte, nos municípios de Tamarana, Ibiporã e Rolândia (11 de dezembro de 2020). Quatro dias depois foi detectada a ocorrência de esporos na mesorregião oeste (município de Catanduvas) (Tabela 1). Ainda em dezembro de 2020, esporos de *P. pachyrhizi* foram detectados nas mesorregiões centro-sul (17 de dezembro), centro (22 de dezembro) e sudoeste (23 de dezembro). Na mesorregião metropolitana e litoral, os primeiros esporos foram detectados em 04 de janeiro de 2021. A última mesorregião onde foram detectados esporos no estado foi a noroeste (02 de fevereiro de 2021) (Tabela 1).

Tabela 1. Número de Unidades de Referência (URs), por mesorregião do Paraná, com e sem coletor, data e município da primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi*, com destaque para a primeira detecção no estado na safra 2020/2021.

Mesorregião	Número de URs			Primeira detecção de uredosporos	Município
	Com coletor	Sem coletor	Total		
Centro	12	0	12	22/12/2020	Quedas do Iguaçu
Centro-Sul	13	0	13	17/12/2020	Arapoti
Metropolitana e Litoral	1	0	1	04/01/2021	Lapa
Noroeste	15	8	23	02/02/2021	Floresta
Norte	32	4	36	11/12/2020	Tamarana, Ibiporã, Rolândia
Oeste	58	6	64	15/12/2020	Catanduvas
Sudoeste	40	8	48	23/12/2020	Capanema
Total	171	26	197	..	..

Na Tabela 2 estão apresentadas as datas da primeira detecção de *P. pachyrhizi*, por mesorregião, desde a safra 2016/2017. Na safra 2020/2021 a mesorregião norte foi onde ocorreu a primeira detecção do fungo. Observa-se que nessa safra a primeira detecção no Paraná foi em momento posterior quando comparada com as demais safras monitoradas, provavelmente pela semeadura ter sido realizada mais tardiamente, quando comparada com as safras anteriores.

Tabela 2. Data de detecção dos primeiros esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em Unidades de Referência de MID-Soja, conduzidas nas sete mesorregiões do estado do Paraná, durante cinco safras.

Safras	Mesorregiões						
	Centro	Centro Sul	Metropolitana e Litoral	Noroeste	Norte	Oeste	Sudoeste
2016/2017	..	28/dez	..	25/nov	14/dez	02/dez	02/dez
2017/2018	..	22/dez	..	08/dez	05/dez	01/dez	04/dez
2018/2019	..	14/dez	..	06/nov	19/nov	18/out	31/out
2019/2020	..	10/dez	..	29/dez	29/nov	29/nov	18/nov
2020/2021	21/dez	17/dez	04/jan	02/fev	11/dez	15/dez	23/dez

As primeiras ocorrências da ferrugem-asiática podem ter sido 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, 7 e 8 ilustram a evolução da detecção de esporos de *P. pachyrhizi*, nas sete mesorregiões do estado, na safra 2020/2021. As primeiras detecções ocorreram na primeira quinzena de dezembro, em três municípios da mesorregião norte e um município da mesorregião oeste (Figura 3).

Elaboração: Edivan José Possamai



Figura 3. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a primeira quinzena de dezembro de 2020.

Na segunda quinzena de dezembro, já haviam sido detectados esporos de *P. pachyrhizi* em 22 coletores, em cinco mesorregiões, dois coletores da mesorregião centro, cinco coletores na região centro-sul, três coletores na região norte, dez coletores na região oeste e dois coletores na região sudoeste (Figura 4).

Elaboração: Edivan José Possamai



Figura 4. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de dezembro de 2020.

Na primeira quinzena de janeiro foram detectados esporos na mesorregião Metropolitana e Litoral (Figura 5). Já a mesorregião Noroeste, última mesorregião em que foram detectados esporos de *P. pachyrhizi* no estado, essa detecção ocorreu apenas na primeira quinzena de fevereiro (Figura 7).

Elaboração: Edivan José Possamai

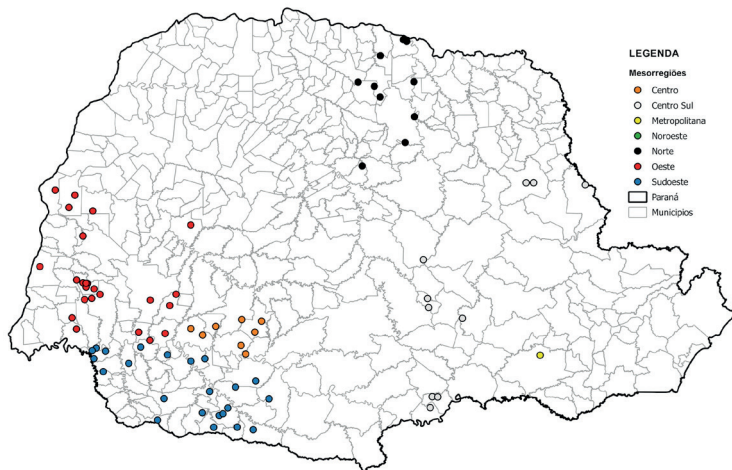


Figura 5. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a primeira quinzena de janeiro de 2021.

Elaboração: Edivan José Possamai



Figura 6. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de janeiro de 2021.

Elaboração: Edivan José Possamai

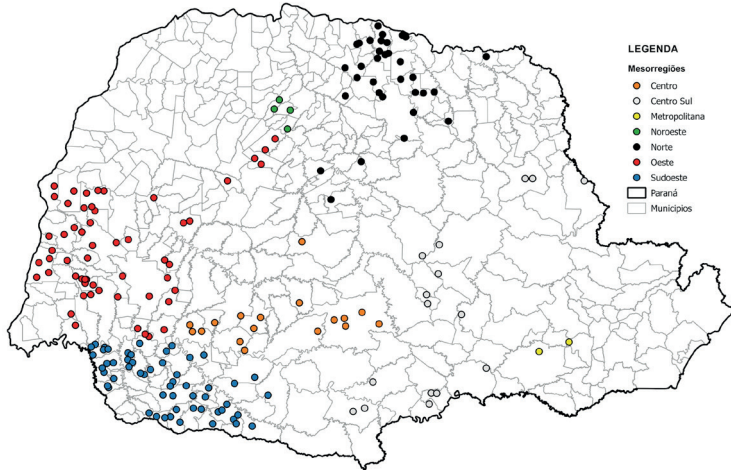


Figura 7. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de fevereiro de 2021.

Elaboração: Edivan José Possamai

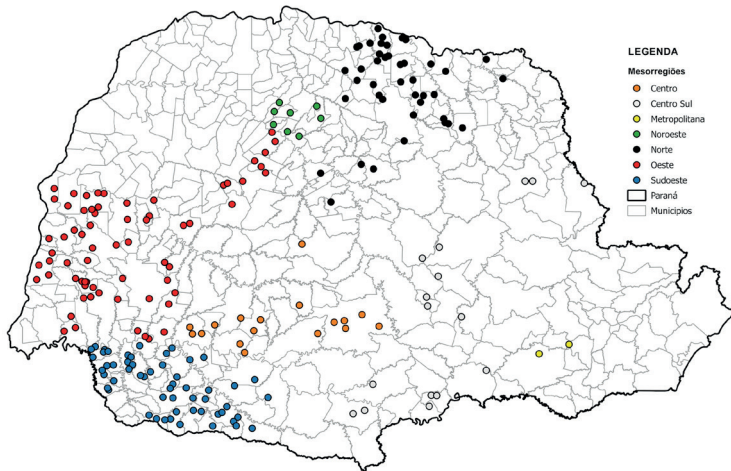


Figura 8. Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a primeira quinzena de março de 2021.

Na Figura 9 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.

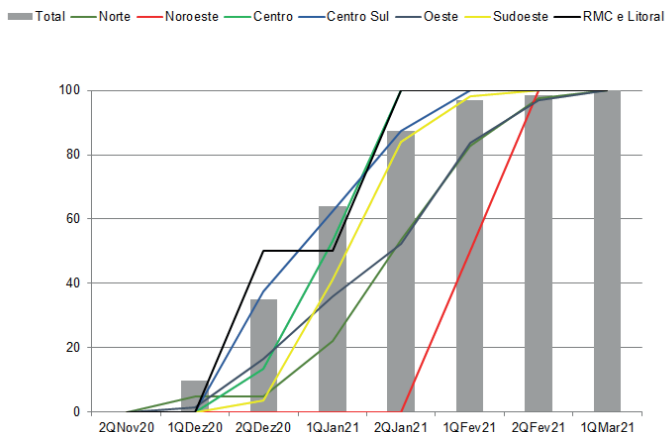


Figura 9. Evolução do percentual acumulado de coletores com detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* por quinzena de monitoramento, na safra 2020/2021 no Paraná.

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 10 observa-se o número médio de aplicações e as respectivas doenças alvo.

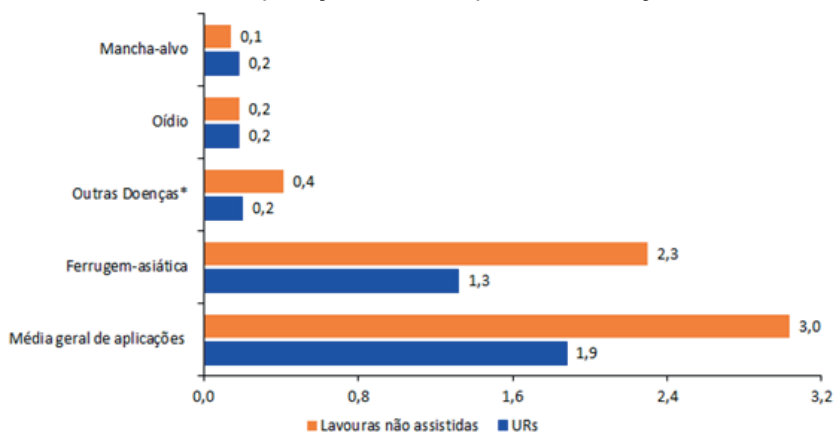


Figura 10. Número médio de aplicações de fungicidas por doença alvo nas Unidades de Referências (URs) do Programa MID-Soja e em lavouras não assistidas pelo programa no Paraná, safra 2020/2021.

O número médio de aplicações de fungicidas para controle de mancha-alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassicola*, foi de 0,2 aplicações nas URs e 0,1 nas lavouras não assistidas. Essa foi a única doença para a qual se

realizou um maior número de aplicações em URs em comparação a lavouras não assistidas. Entre as não assistidas foram realizadas aplicações em seis das sete mesorregiões, com destaque para a noroeste com 0,6 aplicação. A exceção foi a mesorregião norte, na qual não houve registro de aplicação para controle da mancha-alvo. Já nas URs, das sete mesorregiões, em três (noroeste, norte e oeste) houve aplicação para controle da mancha-alvo. Nas URs da mesorregião noroeste a média foi também de 0,6 aplicação.

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 ainda no período vegetativo.

Para míldio (*Peronospora manshurica*), não é indicada aplicação de fungicida, visto que a doença não causa perdas economicamente significativas (Henning et al., 2014).

Sintomas semelhantes aos da antracnose podem estar sendo causados por outros agentes bióticos e/ou abióticos. 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, o número médio 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 delas.

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 1,3 nas URs e 2,3 nas lavouras não assistidas (Figura 10), quanto na média por mesorregião (Tabelas 3 e 4). Nas URs o número médio de aplicações variou de 0,3 na mesorregião noroeste a 3,0 na mesorregião metropolitana e litoral (Tabela 3) e, nas lavouras não assistidas, variou de 0,9 na mesorregião noroeste a 3,2 na mesorregião metropolitana e litoral (Tabela 4).

Tabela 3. Número de Unidades de Referências (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, de oídio, da mancha-alvo e de outras doenças [mancha-parda (*Septoria glycines*), crestamento de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*)], em lavouras de produtores que adotaram o manejo integrado de doenças (MID-Soja), por mesorregião do Paraná, na safra 2020/2021

Mesorregião	Nº URs	Área média cultivada (ha)	Produtividade média ² (sc/ha)	Nº URs		Doenças		Ferrugem-asiática		Oídio		Mancha-alvo		Outras doenças	
				sem aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE até 1ª aplicação	
Centro	12	7,2	65,5	0	2,3	71,6	1,7	71,9	0,6	67,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Centro Sul	13	6,5	62,9	1	2,9	55,3	2,1	62,6	0,4	45,5	0,0	0,0	0,4	51,5	
Metropolitana e Litoral	1	10,0	71,5	0	5,0	49,0	3,0	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	49,0	
Noroeste	23	12,9	51,6	2	1,5	74,1	0,3	79,8	0,0	0,0	0,6	84,2	0,6	81,3	
Norte	36	16,3	55,3	4	1,5	66,9	1,2	75,7	0,0	0,0	0,1	94,0	0,2	62,0	
Oeste	64	13,4	59,9	0	2,0	76,3	1,5	76,9	0,1	60,0	0,3	79,5	0,2	82,7	
Sudoeste	48	12,1	67,6	2	1,7	79,6	1,3	87,0	0,4	73,0	0,0	0,0	0,1	51,0	
Média¹	..	12,7	60,6	..	1,9	73,3	1,3	77,8	0,2	65,7	0,2	82,7	0,2	72,9	
Total	197	..	..	9	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

¹Média ponderada; ²Produtividade média.

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 respondidos por agricultores, nas sete mesorregiões do Paraná, na safra 2020/2021

Mesorregião	Nº agricultores	Área média cultivada (h ^a)	Produtividade ² (sc/ha)	Nº levantamentos sem aplicação	Doenças		Ferrugem-asiática		Oídio		Mancha-alvo		Outras doenças	
					Nº de aplicações	DAE ³ até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE ³ até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE ³ até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE ³ até 1ª aplicação	Nº de aplicações	DAE ³ até 1ª aplicação
Centro	20	62,4	65,9	0,0	4,7	43,5	2,9	46,7	0,9	47,9	0,1	50,0	0,8	48,8
Centro Sul	39	69,8	63,5	0,0	3,5	46,8	2,9	51,9	0,2	38,5	0,1	80,0	0,3	45,1
Metropolitana e Litoral	10	17,2	59,2	0,0	5,3	36,6	3,2	39,0	0,7	69,2	0,1	86,0	1,3	54,9
Noroeste	63	67,5	51,4	6,0	2,3	53,7	0,9	71,6	0,0	0,0	0,6	75,7	0,8	49,9
Norte	84	98,3	58,4	1,0	2,8	48,3	2,2	56,4	0,1	37,2	0,1	84,0	0,4	52,5
Oeste	209	47,2	59,7	2,0	3,0	50,4	2,5	55,0	0,1	46,4	0,1	63,0	0,3	60,0
Sudoeste	93	32,0	67,1	0,0	3,0	49,8	2,3	55,5	0,5	47,0	0,1	52,5	0,1	88,4
Média¹	-	56,9	60,3	-	3,0	49,5	2,3	55,6	0,2	47,0	0,1	70,0	0,4	54,7
Total	518	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹Média ponderada; ²Produtividade média; ³DAE: dias após a emergência.

A produtividade média obtida nas URs (60,6 sacas/ha) e nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (60,3 sacas/ha) foi semelhante (Tabelas 3 e 4) e ambas ficaram acima da média do Paraná (59,0 sacas/ha) (Deral, 2021). As diferenças nas produtividades médias, nas mesorregiões, 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.

Nas URs a primeira aplicação, para controle da ferrugem-asiática, foi feita em média 22,2 dias mais tarde do que nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (55,6 dias nas não assistidas versus 77,8 dias nas URs) (Tabelas 3 e 4). Nas mesorregiões as primeiras aplicações nas URs, variaram de 49 dias na mesorregião metropolitana e litoral a 87 dias na mesorregião sudoeste (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas esse período variou de 39 dias na mesorregião metropolitana e litoral a 71,6 dias na mesorregião noroeste (Tabela 4). A diferença do número de dias da emergência até a primeira aplicação entre as URs e as lavouras não assistidas variou de 8,2 dias na mesorregião noroeste a 31,5 dias na mesorregião sudoeste (Tabelas 3 e 4).

Para controle do oídio, nas URs o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 45,5 dias na mesorregião centro-sul a 73 dias na mesorregião sudoeste, sendo que, nas mesorregiões metropolitana e litoral, noroeste e norte não foram realizadas aplicações para controle de oídio (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 37,2 dias na mesorregião norte a 69,2 dias na mesorregião metropolitana e litoral, sendo que, não foi feita nenhuma aplicação para controle de oídio na mesorregião noroeste (Tabela 4).

Para controle da mancha-alvo, nas URs o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 79,5 dias na mesorregião oeste a 94 dias na mesorregião norte, sendo que, nas mesorregiões centro, centro-sul, metropolitana e litoral e sudoeste não foram realizadas aplicações para controle da mancha-alvo (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 50 dias na mesorregião centro a 86 dias na mesorregião metropolitana e litoral (Tabela 4).

Considerando o controle de outras doenças [doenças de final de ciclo (mancha-parda - *Septoria glycines* e crestamento de *Cercospora* - *Cercospora* spp.) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*)] nas URs, o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 49 dias na mesorregião metropolitana e litoral a 82,7 dias na mesorregião oeste. Na mesorregião centro não foi realizada nenhuma aplicação para controle de outras doenças (Tabela 3). Nas lavouras não assistidas o número de dias da emergência até a primeira aplicação variou de 45,1 dias na mesorregião centro-sul a 88,4 dias na mesorregião sudoeste (Tabela 4).

A Figura 11 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 (70,7%) a primeira aplicação de fungicidas foi realizada até os 60 dias após a emergência. Em comparação, a maioria das URs (83,8%) recebeu a primeira aplicação após os 60 dias.

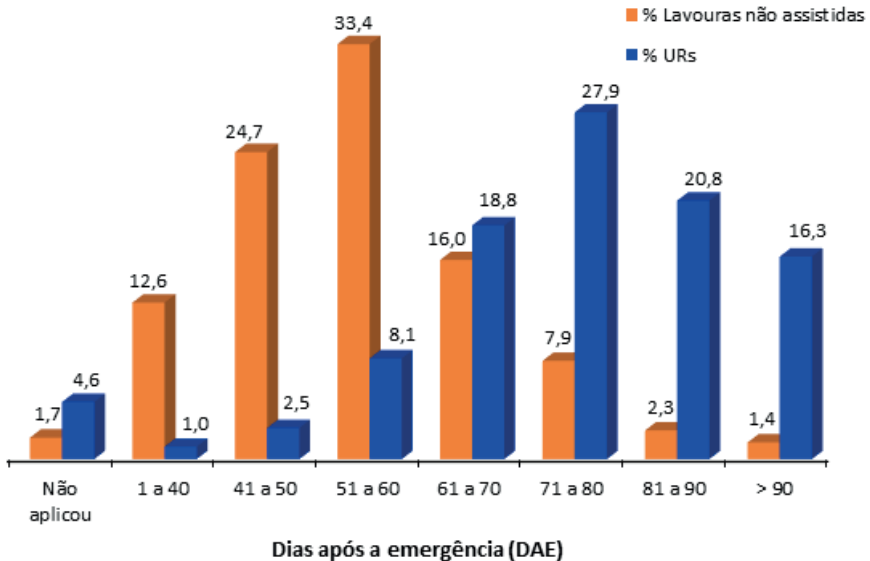


Figura 11. Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e em lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, em relação ao número de dias entre a emergência (DAE) da soja e a primeira aplicação de fungicida. Paraná, safra 2020/2021.

Quanto ao número geral de aplicações, apresentado na Figura 12, nas URs, a maioria (79,7%) recebeu até duas aplicações, mas houve situações de até seis aplicações (1,0%), situação mais comum onde o oídio (mesorregiões centro, centro-sul, oeste e sudoeste) e/ou o mofo-branco (mesorregiões centro-sul e metropolitana e litoral) incidem com frequência. Em 94,4% das lavouras não assistidas foram feitas duas ou mais aplicações, sendo que, em 67,6% delas, foram feitas mais de três aplicações, chegando a até sete aplicações em 1,9% das lavouras não assistidas (Figura 12). A porcentagem de URs onde não foi feita nenhuma aplicação de fungicidas chegou a ser 2,7 vezes maior do que a das lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (Figura 12).

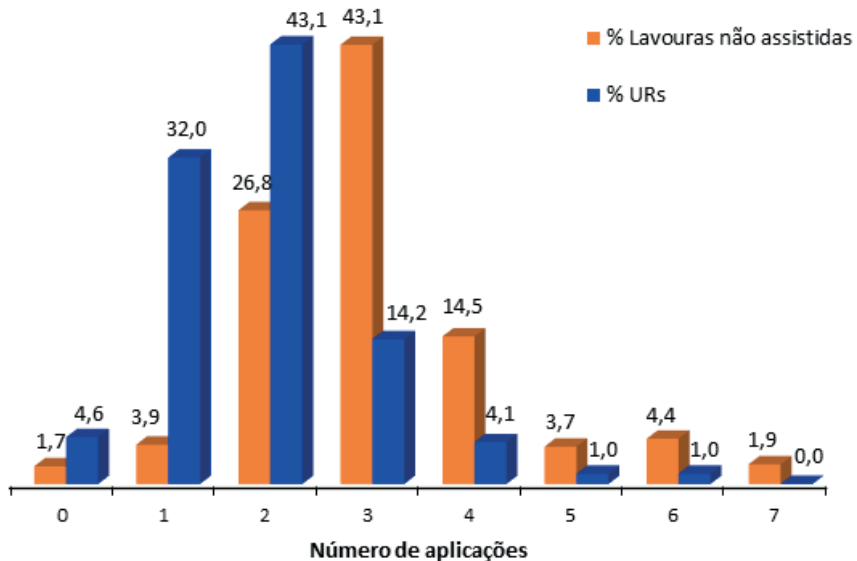


Figura 12. Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, em relação ao número total de aplicações de fungicida. Paraná, safra 2020/2021.

As Tabelas 5 e 6 mostram o custo do controle de doenças da soja nas URs e nas lavouras não assistidas pelo Programa, respectivamente. Em todas as mesorregiões os custos foram mais baixos nas URs do que nas lavouras não assistidas. Nas URs, o custo do controle das doenças variou de R\$ 200,54 nas mesorregiões noroeste e norte a R\$ 668,48 na mesorregião metropolitana e litoral (Tabela 5). Nas lavouras não assistidas o custo do controle

das doenças variou de R\$ 311,96 na mesorregião noroeste a R\$ 708,59 na mesorregião metropolitana e litoral (Tabela 6). O custo médio do controle de doenças nas URs foi de R\$ 254,02 ou 1,6 sacas por hectare (Tabela 5) e nas lavouras não assistidas foi de R\$ 405,22 ou 2,6 sacas por hectare (Tabela 6). Portanto, o custo médio nas URs foi 37% menor do 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 mesorregiões do Paraná, safra 2020/2021.

Mesorregião	Nº URs	Nº médio de aplicações	Custo (R\$/ha) ¹			Custo [sc/ha (%) ³]	Produtividade média (sc/ha)
			Insumo ²	Aplicação	Total		
Centro	12	2,3	192,50	115,00	307,50	2 (3,1)	65,5
Centro-sul	13	2,9	242,72	145,00	387,72	2,5 (4)	62,9
Metropolitana e Litoral	1	5,0	418,48	250,00	668,48	4,3 (6)	71,5
Noroeste	23	1,5	125,54	75,00	200,54	1,3 (2,5)	51,6
Norte	36	1,5	125,54	75,00	200,54	1,3 (2,4)	55,3
Oeste	64	2,0	167,39	100,00	267,39	1,7 (2,8)	59,9
Sudoeste	48	1,7	142,28	85,00	227,28	1,4 (2,1)	67,6
Média⁴	-	1,9	159,02	95,00	254,02	1,6 (2,6)	67,6
Total	197	-	-	-	-	-	-

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$ 50,00 por hectare; Preço médio da saca de soja R\$ 157,00; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 81,67. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças.

⁴Média ponderada.

Tabela 6. Custo do controle de doenças na soja, com base nos dados de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, nas diferentes mesorregiões do Paraná, safra 2020/2021

Mesorregião	Nº URs	Nº médio de aplicações	Custo (R\$/ha) ¹			Custo [sc/ha (%) ³]	Produtividade média (sc/ha)
			Insumo ²	Aplicação	Total		
Centro	20	4,7	389,19	232,50	621,69	4 (6,1)	65,9
Centro Sul	39	3,5	296,15	176,92	473,08	3 (4,7)	63,5
Metropolitana e Litoral	10	5,3	443,59	265,00	708,59	4,5 (7,6)	59,2
Noroeste	63	2,3	195,29	116,67	311,96	2 (3,9)	51,4
Norte	84	2,8	232,16	138,69	370,85	2,4 (4,1)	58,4
Oeste	88	3,0	251,89	150,48	402,37	2,4 (4,0)	59,7
Sudoeste	93	3,0	249,29	148,92	398,21	2,5 (3,7)	67,1
Média⁴	-	3,0	253,67	151,54	405,22	2,6 (4,3)	60,3
Total	518	-	-	-	-	-	-

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$ 50,00 por hectare; Preço médio da saca de soja R\$ 157,00; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 81,67. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças. ⁴Média ponderada.

O Programa MID-Soja vem sendo conduzido há cinco safras no Paraná e o resultado tem sido favorável para o produtor (Tabela 7). O número médio de aplicações nas URs foi menor em todas as mesorregiões nas cinco safras. Na média das cinco safras houve redução de 36% nas aplicações nas URs em relação às lavouras não assistidas pelo Programa. Nessas cinco 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. Resultados (médias) do Programa MID-Soja e de lavouras não assistidas durante cinco 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.

Safras	Número de lavouras		Nº aplicações fungicidas		Dias até 1ª aplicação fungicida		Custo de produção (sc/ha)		Produtividade (sc/ha)	
	MID ¹	PR ²	MID	PR	MID	PR	MID	PR	MIP	PR
2016/2017	93	390	1,5	2,4	75	57	..	..	64,8	64,3
2017/2018	195	615	1,7	2,5	78	56	3,0	6,0	61,7	60,5
2018/2019	223	773	1,4	2,1	64	55	2,9	4,4	50,0	48,7
2019/2020	248	553	1,7	2,6	65	55	2,7	3,6	64,7	63,4
2020/2021	197	518	1,9	3,0	73	49	1,6	2,6	60,6	60,3
Média	191	570	1,6	2,5	71	54	2,6	4,2	60,4	59,4
Total	956	2949	..	..	..	..	..	..	..	..

¹Dado coletado junto às UR's de Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja); ²Dado 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, bem como pode reduzir a compactação do solo em virtude do menor tráfego de máquinas na área durante a safra.

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

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

Agradecimentos

Ademilson M. Bravim, Afonso Faccin, Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Alini Taichi Machado, Alvaristo Ribas Ferreira, Andre Luís Colares, Antonio Carlos Rebeschini, Antonio Eduardo Egydio, Antonio Pedro Brusamarello, Bernardo Faccin, Bruno Ribeiro Ananias, Caio Quadros Netto, Carlos Henrique Lelis, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Celestino Gabriel, Celso Ricardo de Freitas, Cesar Paz, Cesar Zanella Lamera, Claiton Aloreus Baggio, Claudemir Luis Todescatt, Claudimir Masiero, Daiani da Cruz Hartman, Daniel Debona, Danielle Mattei, Danilo Augusto Scharr, Diego Scapim Pissinati, Diocles Castro e Silva, Diogo Müller, Driéli Aparecida Reiner, Dulcineia Gonçalves Ribeiro, Ederson Longaretti Soares, Edilson Moreira, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Calsavara, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo H. L. Mazzuchelli, Eduardo Vinícius Staffen Wammes, Edvaldo Martins do Nascimento, Eliana Pelíçon Pereira Figueira, Eliana Reis, Elton Rodrigo Drebes, Jose Antonio Zarth Soares, Emanuel Sordi, Emerson Crivelaro Gomes, Ericson Marx, Everaldo Andrade de Ávila, Everton Carlos Rodrigues Souza, Fabianderson José Baio de Souza, Fabio Arthur de O. e Silva, Fábio José Pires, Fernanda Schubert Marques dos Reis Ricobello, Fernando Coneglian Miotti, Fernando Ferreira da Silva, Fernando Luís Martins Costa, Francine Francisca Araújo Moreira, Gabriela Candido Weber, Gabriela M. S. Sartorelli Margonar, Geraldo Ermelindo Maronezi, Gerson Schiochet, Gervásio Vieira, Gilmar Gobato, Gilson Martins, Glaucia Dias Trevizan, Idalmir dos Santos, Ilvo Antoniazzi, Irani Castro da Silva Soares, Israel da Silva, Ivan Domingos Freitas, Ivanderson Borelli, Jader Silva Paz, Jair Klein, Janaina Dartora, Jayme Rogerio Taube, Jefferson Ramon Rigatti, Jhonata Mendes Alves, João Antonio Batista Junior, João Carlos Vechio, João Dozorec, João Vitor da Silva, Joel Carneiro dos Santos Filho, Joel Rodrigues Fortes, Joelcio

de Souza Vigolo, Joelson dos Santos, Jonas Francisco Egewarth, Jorge L. R. Valêncio, José Aloísio Baságliã, José Aparecido Baptista, José Sergio Righetti, Juan Artigas, Julia Tufino Silva Guerzoni, Junior Dallabrida, Juvaldir Olimpico, Karina Aline Alves, Karla Regina Piekarski Zapella, Katerine Elizabeth Brero, Lais Gomes Adamuchio, Lari Maroli, Laura Helena Goulart da Silva, Leandro José Sperotto, Leodacir Francisco Zuffo, Lucas Bartmann, Lucas Lopes de Souza, Luciana Seyr, Luiz Carlos de Castro, Luiz Carlos Retcheski Junior, Luiz Henrique da Silva Lima, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Luiza Tonelli, Maghnom Henrique Melo, Marcelo Vicensi, Marco Antonio da Silva Reis, Marcos Antonio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Marcos Ludorf, Mario Haeitmann Filho, Mauricio Barros, Mauro Jair Alves, Max Sander Souto, Nadir de Paula do Carmo, Nelson Rogério Bueno da Silva, Newton Ednei Guzzo, Noel Justo de Oliveira, Odimar de Mello, Onobio Werner, Osvaldo Matyak, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Cesa, Paulo Dejair Tomazella, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Paulo Roberto Mrtvi, Paulo Silva Barbosa, Pedro Cecere Filho, Pedro Luiz de Araújo e Campos, 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, Rubens Antonio Sieburger Costa, Sandro Cesar Albrecht, Sergio Loni, Sérgio Miguel Mazaro, Sidney Carneiro, Silvio Cesar Santos Ferrari, Thaynara Sola Pozzobon, Thiago Ruppenthal Bobato, Valdair de Moraes, Valdemar Favreto, Valdir Brischiliari, Valdisio Candido Moreira, Vanderlei Mariussi, Vicente Lúcio Michalizen, Vilmar Natalino Grandó, Vinicius Deotan Coletti, Vitor Emanuel Girato Moreschi, Vivian Carré Missio.

E às instituições: Cresol, Instituto Federal do Paraná (IFPR) Campus Assis Chateaubriand, Faculdade MaterDei, Prefeitura Municipal de Boa Vista da Aparecida, Prefeitura Municipal de Catanduvas, Prefeitura Municipal de Mandaguçu, Prefeitura Municipal de Munhoz de Mello, Sicoob, Sicredi, Siga Consultoria, Unicesumar, Uniguaçu, Uningá, Universidade Federal do Paraná (UFPR) Campus Palotina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Santa Helena, UTFPR Campus Pato Branco, UTFPR Campus Dois Vizinhos.

Referências

- DERAL. Departamento de Economia Rural. **Levantamento sobre as safras agrícolas.** Área e Produção. Resumo Estadual. 2021. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras>. Acesso em: 08 set. 2021.
- 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: 10 set. 2021.
- 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.; SOARES, R. M.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja.** Embrapa Soja: Londrina, PR, 2017. 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: 10 set. 2021.
- GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. Y.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. F. V. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 5. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2016. v. 2, cap. 67, p. 657-675.
- GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; DIAS, A. R.; MUHL, A.; WESP-GUTERRES, C.; PIMENTA, C. B.; ANDRADE JUNIOR, E. R.; MORESCO, E.; KONAGESKI, F. T.; BONANI, J. C.; ROY, J. M. T.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; ARRUDA, J. H.; NAVARANI, L.; BELUFI, L. M. R.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; SENER, M.; MÜLLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, T.; KONAGESKI, T. F.; CARLIN, V. **J. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2019/2020:** resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 160).
- 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.** 5th 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.** 5th 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.

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.

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. Acesso em: 09 set. 2021.

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. 378-388, 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).

SEIXAS, C. D. S.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; OLIVEIRA, G. M.; HELING, A. L.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; SILVA, G. C. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 27 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 164).

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**. 4th 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**. 5th 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
Caixa Postal 4006 CEP: 86085-981
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1^a edição
PDF digitalizado (2021)

Comitê Local de Publicações

Presidente

Alvadi Antônio Balbinot Junior

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, Marco Antônio Nogueira, Mariangela Hungria da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira, Norman Neumaier

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



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL