

CIRCULAR TÉCNICA

167

Londrina, PR
Novembro, 2020

Coletor de esporos: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem- asiática da soja

Gustavo Migliorini de Oliveira, Anderson Luís Heling,
Edivan José Possamai, Claudine Dinali Santos Seixas,
Osmar Conte, Wagner Teigi Igarashi, Seiji Igarashi



Coletor de esporos: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem-asiática da soja¹

A cultura da soja é acometida por uma grande quantidade de doenças bióticas, tendo como agentes causais: fungos, oomicetos, bactérias, vírus e nematoides. A ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.), doença fúngica, é considerada uma das mais relevantes no contexto econômico e agrônomo, uma vez que há registros de perdas variando de 10% a 90%, em diferentes regiões do Brasil, em razão principalmente da agressividade do patógeno e pelo não uso de fungicidas quando existe necessidade de controle (Yorinori et al., 2005; Hartman et al., 2015).

A ferrugem-asiática foi constatada pela primeira vez no continente americano (Paraguai e Brasil) na safra de 2000/2001 (Jaccoud Filho et al., 2001; Yorinori et al., 2001) e rapidamente (em duas safras) se espalhou para a maioria das regiões produtoras de soja do País. *Phakopsora pachyrhizi* é um fungo agressivo, podendo completar seu ciclo na cultura em 6 a 9 dias, a depender das condições ambientais (temperatura, molhamento foliar, radiação solar) durante o período de infecção e incubação (Marchetti et al., 1976; Melching et al., 1979; Alves et al., 2004; Isard et al., 2006). O fungo é um organismo biotrófico, assim, necessita de hospedeiro vivo para sobreviver e se multiplicar, havendo inúmeras espécies que podem hospedá-lo, incluindo plantas daninhas e plantas de cobertura (Jaccoud Filho et al., 2007).

As principais estratégias de manejo recomendadas no Brasil para essa doença são: vazio sanitário, que contribui para a redução do inóculo inicial; utilização de cultivares de ciclo precoce; semeadura da soja no início do período recomendado; utilização de cultivares com genes de resistência e controle químico, que deve ser realizado nos primeiros sintomas ou preventivamente.

¹**Gustavo Migliorini de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, doutor, extensionista do IDR-Paraná; **Anderson Luís Heling**, engenheiro-agrônomo, mestre, extensionista do IDR-Paraná; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, mestre, extensionista do IDR-Paraná; **Claudine Dinali Santos Seixas**, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja; **Osmar Conte**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja; **Wagner Teigi Igarashi**, engenheiro-agrônomo, doutor, Siga Consultoria Agrícola Ltda.; **Seiji Igarashi**, engenheiro-agrônomo, doutor, coordenador da Siga Consultoria Agrícola Ltda.

te, o que implica na necessidade de monitoramento contínuo das áreas de cultivo.

O fungo causa lesões de coloração marrom-claro (2 mm a 5 mm) e, correspondente a essas lesões, na face inferior da folha são formadas as urédias (estruturas reprodutivas), onde são formados os esporos denominados uredosporos, propágulos que são disseminados pelo vento. A visualização dos primeiros sintomas e sinais somente é possível com o auxílio de lupa (aumento mínimo de 20x).

Considerando a forma rápida de disseminação da doença (via vento), a dificuldade para a identificação dos primeiros sintomas da ferrugem-asiática da soja (requer experiência técnica) e a necessidade de detecção da presença do fungo na lavoura antes da infecção efetiva (ou nos primeiros sintomas), o monitoramento tem sido utilizado com o intuito de auxiliar na tomada de decisão para a aplicação de fungicidas. Tal monitoramento tem como ferramenta coletores de esporos, que possibilitam detectar os uredosporos do fungo causador da ferrugem-asiática, transportados pelo vento, antes da manifestação sintomática nas plantas, possibilitando assim o manejo técnico e econômico da doença. A detecção de esporos na lavoura antes do estabelecimento da doença torna o controle mais assertivo, evitando aplicações de fungicida precocemente em relação a ocorrência da ferrugem.

Neste sentido, o objetivo deste documento é descrever a construção, a utilização e os resultados obtidos com o coletor de esporos no manejo da ferrugem-asiática da soja no estado do Paraná.

Coletor de esporos

Histórico

Existem diversos relatos na literatura de coletores de esporos, com as mais diversas finalidades (Hirst, 1952; Jackson; Bayliss, 2011). Contudo, a forma de trabalho e o respectivo manejo da ferrugem-asiática constantes neste documento baseiam-se nos trabalhos desenvolvidos com o “Coletor de Esporos SIGA”. Tal equipamento teve seu primeiro protótipo desenvolvido a partir do

ano de 1985, ocasião em que o engenheiro-agrônomo Seiji Igarashi atuava no IAPAR (atualmente IDR- Paraná) como pesquisador na área de Fitopatologia. A motivação foi a doença denominada brusone do trigo (*Pyricularia grisea*), relatada no campo pela primeira vez no Brasil pelo pesquisador (Igarashi et al., 1986). Como a brusone é uma doença que apresenta danos significativos, especialmente quando o ataque ocorre nas espigas do trigo, o objetivo do equipamento era detectar a chegada dos primeiros conídios do fungo nas lavouras, podendo assim planejar/definir com antecedência a aplicação de fungicidas.

A partir da safra 2002/2003, logo após a detecção da ferrugem-asiática da soja no Brasil, Seiji Igarashi iniciou trabalhos de manejo dessa doença com o coletor de esporos nas regiões norte e oeste do Paraná e sudoeste de São Paulo - momento em que era docente na Universidade Estadual de Londrina (UEL). O monitoramento do fungo causador da ferrugem via coletor de esporos mostrou-se de fundamental importância, pois quando se detecta a olho nu os sintomas da ferrugem no campo, seu dano na cultura já está ocorrendo e logo a eficiência dos fungicidas pode ser comprometida. Atualmente, existem diversas publicações que relatam a efetividade dos coletores de esporos como ferramenta para o manejo da ferrugem (Gardiano et al., 2010; Minchio, 2011; Ishikawa et al., 2014; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016), evidenciando ainda que aplicações de fungicidas podem ser realizadas de forma desnecessária quando se utiliza apenas o critério de calendarização.

Posteriormente, ao final daquela década, o Instituto Emater (atualmente IDR-Paraná) teve conhecimento dessa forma de monitoramento e manejo e, após suporte e treinamentos referentes à identificação de esporos do fungo causador da ferrugem ofertados aos extensionistas por Seiji Igarashi, iniciou o monitoramento em áreas de seus agricultores assistidos. Diante da boa repercussão, efetiva internalização dessa forma de trabalho pelo IDR-Paraná e algumas mudanças estruturais no equipamento, o uso de coletores de esporos para o monitoramento de *P. pachyrhizi* se ampliou para todas as regiões produtoras de soja do estado, especialmente a partir do ingresso de tal método no Programa de Manejo Integrado de Doenças da Soja (MID-Soja), com ênfase na ferrugem-asiática da soja, que fez parte da Campanha “Plante Seu Futuro”.

Desde a safra 2016/2017, o IDR-Paraná e a Embrapa Soja têm organizado e publicado resultados do MID-Soja (Gheller et al., 2017; Seixas et al., 2018; 2019; 2020). A partir da safra 2018/2019, o IDR-Paraná passou a organizar os dados dos coletores em uma plataforma com geolocalização, chamado de “Alerta Ferrugem”, disponível no site da instituição, o que possibilitou a análise dos dados no formato de rede, com análises locais, regionais e estadual.

Equipamento

Em linhas gerais, o coletor de esporos é um equipamento no formato de biruta que gira em seu próprio eixo, conforme o direcionamento do vento. O modelo SIGA (Figura 1) é feito de metal, possui uma placa para captação de energia solar ligada a uma bateria de 12 volts (fonte de energia elétrica para o cooler de sucção), termo-higrômetro digital para mensuração da temperatura e da umidade relativa do ar (dentro e fora do dossel das plantas) e suporte para duas lâminas de microscopia.

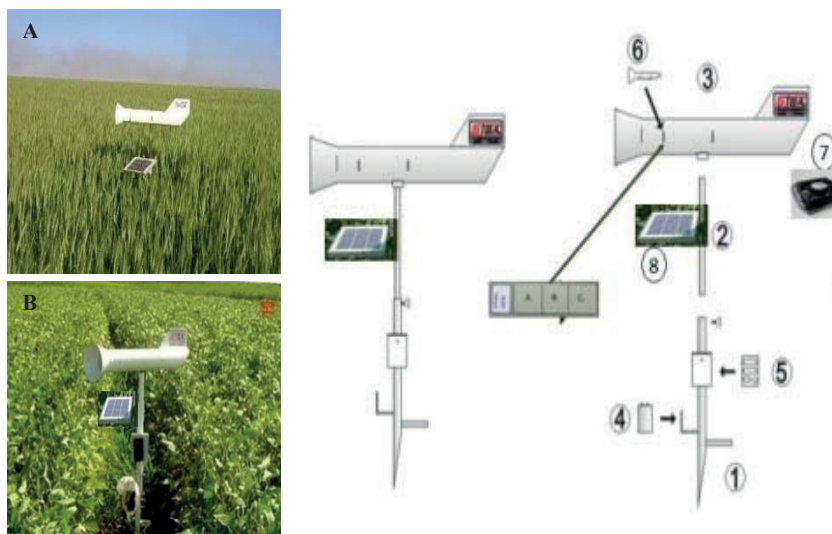


Figura 1. Coletor de esporos SIGA em lavoura de trigo (A) e soja (B). Desenho esquemático: 1 - Base do coletor; 2 - Haste de sustentação; 3 - Tubo do coletor de esporos; 4 - Bateria de 12 V; 5 - Termo-higrômetro; 6 - Suporte de lâminas; 7 - Cooler de sucção do ar; 8 - Placa solar.

A partir desse modelo, os extensionistas Celso Daniel Seratto e Valdir Brischiliari do IDR-Paraná desenvolveram e testaram algumas adaptações no equipamento, especialmente aqueles relacionados ao corpo principal, sendo possível dispensar os componentes elétricos (cooler de sucção, placa solar, bateria). O modelo foi construído a partir de tubos, conexões e reduções de PVC, que acoplados entre si e sobre uma haste metálica (fixação junto ao solo) com rolamento, possibilita que o vento tenha passagem livre em seu interior e o rotacione conforme a sua direção (Figura 2).

Fotos: Edivan José Possamai



Figura 2. Esquema de montagem do coletor de esporos em PVC desenvolvido pelos profissionais do IDR-Paraná. A - Redução excêntrica 150 mm x 100 mm; B - Tê de 100 mm x 50 mm; C - Tubo de 100 mm; D - Redução de 50 mm x 40 mm; E - Rolamento blindado; F - Haste metálica de sustentação com 1,6 m úteis e 0,40 m para fixação ao solo; G – Posicionamento da lâmina de microscopia na curva de PVC (fixação no interior do equipamento); H – coletor de esporos instalado a campo.

Os esporos que porventura estejam flutuando no ar são aderidos em uma fita adesiva de face dupla colada em uma lâmina de microscopia, a qual é acoplada no interior do coletor (Figura 3). Essas lâminas são etiquetadas, a fim de se anotar informações pertinentes ao monitoramento, tais como: identificação do coletor, data da instalação da lâmina no coletor, estágio fenológico da cultura.



Figura 3. Lâmina de microscopia com a fita adesiva de dupla face e a etiqueta de identificação (A). Visão geral do suporte e posicionamento da lâmina no coletor de esporos (B).

Os coletores devem ser instalados preferencialmente em lavouras de soja, em locais de fluxo contínuo de vento e de fácil acesso, evitando-se proximidades de carregadores/estradas (redução na exposição à poeira e depredações/furtos). Recomenda-se a altura mínima de 50 cm acima do dossel da soja.

Quanto a época de instalação, dado o objetivo de identificar a chegada dos primeiros esporos nas lavouras de soja, recomenda-se que o coletor seja instalado logo após a emergência das plantas. A partir da safra 2019/2020, dentro do MID-Soja, foi estabelecida uma data limite para a instalação dos coletores nas macrorregiões, divisão administrativa do estado adotada pelo IDR-PR (15 de outubro nas macrorregiões noroeste, norte, oeste e sudoeste e 15 de novembro na macrorregião sul), independente da emergência das plantas. O monitoramento via coletor de esporos pode ser encerrado após a confirmação da presença dos primeiros esporos, ou pode ser mantido durante todo o ciclo da cultura visando acompanhar a flutuação de esporos, a depender do objetivo e da forma de trabalho do técnico que acompanha a lavoura.

A troca e a leitura das lâminas devem ser realizadas pelo menos uma vez por semana. Contudo, recomenda-se que seja intensificado o monitoramento –

troca de lâmina duas vezes por semana - a partir do momento em que haja: avanço no desenvolvimento da cultura (estádio reprodutivo ou fechamento das entrelinhas); condições ambientais favoráveis à ferrugem; detecção de esporos em outros coletores do mesmo município ou da mesma região; observação de ferrugem em lavouras comerciais no mesmo município ou na mesma região.

A leitura das lâminas é realizada visualmente em microscópio óptico, por meio de varredura da fita adesiva. A identificação de estruturas de *P. pachyrhizi* ocorre por meio da comparação da lâmina do coletor com lâminas montadas com esporos oriundos de plantas com sintomas, considerando aspectos relacionados ao formato, à coloração, ao tamanho, etc. (Igarashi et al., 2012). Na Figura 4 podem ser observados os mesmos esporos de *P. pachyrhizi* sob diferentes aumentos (100x e 400x) com e sem lamínula e na Figura 5 podem ser observados esporos de *P. pachyrhizi* com diferentes aumentos (100x, 400x e 1000x) com e sem lamínula.

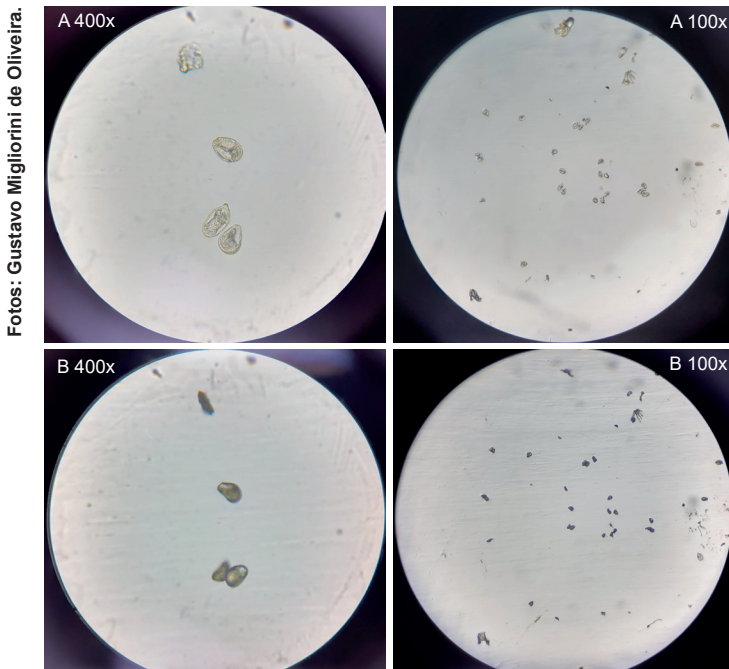


Figura 4. Esporos de *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem-asiática da soja) em microscópio óptico com diferentes aumentos. A - Fotos feitas com lamínula; B - Fotos feitas sem lamínula.

Fotos: Anderson Luís Helling (B³);
Gustavo Migliorini de Oliveira (A¹; B¹; B²; C¹; C²)

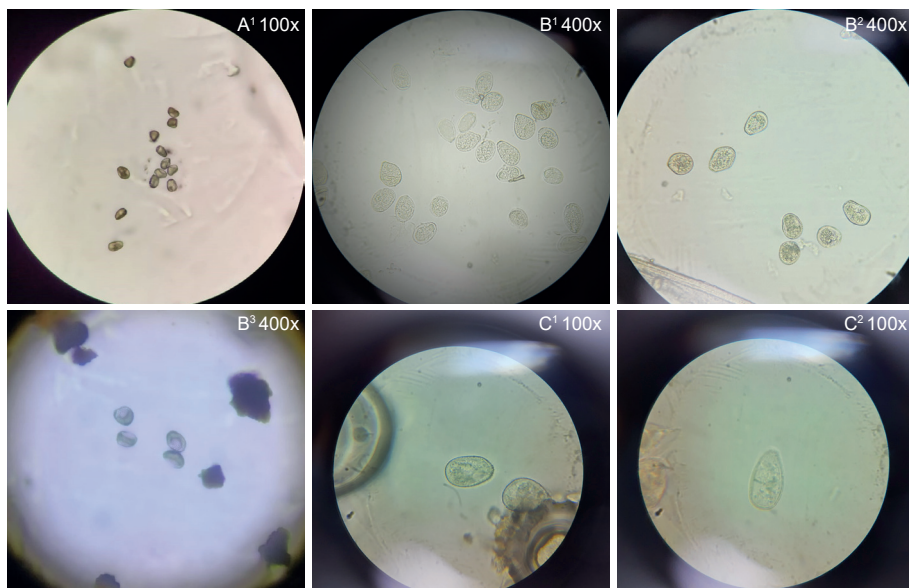


Figura 5. Esporos de *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem-asiática da soja) em microscópio óptico com diferentes aumentos. A e B³ – Foto feita sem lamínula; B e C – Fotos feitas com lamínula.

Salienta-se que é necessário que os profissionais responsáveis pela leitura das lâminas tenham familiaridade com o manuseio de microscópio óptico, e sobretudo, tenham treinamento contínuo para a correta identificação dos esporos, haja vista que as lâminas provenientes do campo podem apresentar diferentes estruturas biológicas, inclusive de outros patógenos da soja. Na Figura 6 são observados esporângios e esporangiosporos de *Peronospora manshurica* (míldio) e conídios de *Erysiphe diffusa* (oídio).

O monitoramento com o coletor de esporos não dispensa a inspeção das lavouras no tocante à avaliação de sintomas. Tal avaliação deve ser feita em folhas dos terços inferior e médio, intensificando após o florescimento da cultura e/ou fechamento das entrelinhas, com o uso de lupa de bolso (mínimo 20x de aumento), buscando visualizar as urédias do fungo (face inferior das folhas), que são as estruturas nas quais são formados os uredosporos (Figura 7).

Fotos: Gustavo Migliorini de Oliveira.

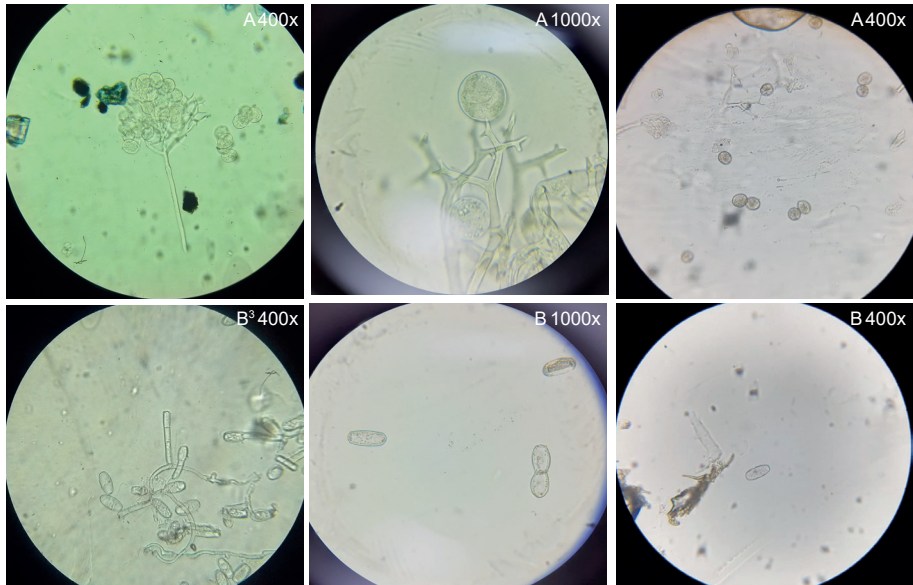


Figura 6. Estruturas de *Peronospora manshurica* (mildio) e *Erysiphe diffusa* (oídio) observadas ao microscópio óptico com diferentes aumentos. A: Esporângios e esporangiosporos de *P. manshurica*; B: Conidióforos e conídios de *E. diffusa*.

Foto: Gustavo Migliorini de Oliveira.



Figura 7. Urédias de *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem-asiática da soja).

Resultados do monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* via coletor de esporos

A empresa Siga Consultoria Agrícola Ltda. e o IDR-Paraná têm feito o monitoramento de *P. pachyrhizi* utilizando o coletor de esporos, como ferramenta de auxílio na tomada de decisão para iniciar o controle químico da ferrugem-asiática. Na Tabela 1 estão resultados obtidos pela Siga Consultoria Agrícola Ltda. e nas Tabelas 2 e 3 os resultados do IDR-Paraná.

Tabela 1. Data da primeira detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* e do surgimento dos primeiros sintomas da ferrugem-asiática, número médio de aplicações de fungicidas e produtividade da cultura da soja, em alguns municípios monitorados pela Siga Consultoria Agrícola Ltda., nas safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020.

Município/estado	Safr 2017/2018 ¹		Safr 2018/2019 ¹		Safr 2019/2020 ¹	
	1ºs	1ºs	1ºs	1ºs	1ºs	1ºs
	Esporos	Sintomas	Esporos	Sintomas	Esporos	Sintomas
S. J. Laranjeiras/SP ²	15/01/18	-	27/12/18	-	05/02/20	-
Assaí/PR ³	27/11/17	16/01/18	25/11/18	05/01/19	27/12/19	06/02/20
M. Serra/PR ³	28/11/17	07/02/18	20/11/18	24/12/18	09/12/19	11/01/20
Rolândia/PR ³	29/11/17	23/01/18	05/12/18	11/12/18	10/12/19	20/01/20
Florestópolis/PR ³	29/11/17	31/01/18	14/11/18	-	18/12/19	06/01/20
Nº de Aplicações	1,4		1,4		1,2	
Produtividade (sc/ha)	64,6		63,4		72,6	

¹Dados fornecidos pela Siga Consultoria Agrícola Ltda.; ²São José das Laranjeiras; ³Municípios da macrorregião norte, de acordo com a divisão administrativa adotada pelo IDR-Paraná.

Tabela 2. Data da primeira detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* por macrorregião, divisão administrativa do estado do Paraná adotada pelo IDR-PR, nas safras 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020.

Macrorregião	Safras			
	2016/2017 ¹	2017/2018 ²	2018/2019 ³	2019/2020 ⁴
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

¹Gheller et al., 2017; ²Seixas et al., 2018; ³Seixas et al., 2019; ⁴Seixas et al., 2020.

Tabela 3. Número de aplicações de fungicidas, dias após a emergência (DAE) até a 1ª aplicação de fungicida e produtividade média (sc/ha) para as safras 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, em lavouras assistidas pelo IDR-Paraná (URs) e em lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja (PR).

Safras	Número de Aplicações ¹		DAE até a 1ª aplicação ¹		Produtividade ¹ (sc/ha)	
	URs	PR ²	URs	PR ²	URs	PR ²
2016/2017 ³	1,5	2,4	75	57	64,8	64,3
2017/2018 ⁴	1,7	2,5	78	56	61,7	60,5
2018/2019 ⁵	1,4	2,1	64	55	50,0	48,7
2019/2020 ⁴	1,7	2,6	66	55	64,7	63,4
Média	1,6	2,4	71	56	60,3	59,2

¹Média ponderada; ²Dados obtidos por meio de questionários aplicados a produtores não assistidos pelo Programa MID-Soja; ³Gheller et al., 2017; Seixas et al., 2018; ⁴Seixas et al., 2019;

⁵Seixas et al., 2020.

De acordo com os dados da Tabela 1, a observação dos primeiros sintomas foi em média 44 dias após a detecção dos esporos. Todavia, esse tempo decorrido variou de 6 dias (Rolândia/PR, safra 2018/2019) a 71 dias (Mauá da Serra/PR, safra 2017/2018), sendo que em São José das Laranjeiras/SP, nas três safras, e em Florestópolis/PR, na safra 2018/2019, não foram detectados sintomas da ferrugem até o fim do ciclo da cultura. Diferentes fatores podem atuar para tal situação, tais como: quantidade e viabilidade do inóculo inicial, condições meteorológicas durante o período avaliado, etc. Esse fato é exemplificado pela Figura 8, no monitoramento realizado em Londrina/PR, safra 2010/2011, no qual a detecção dos primeiros esporos de *P. pachyrhizi* ocorreu antes de uma precipitação pluviométrica aproximada de 40 mm (2º decêndio de dezembro) e o surgimento dos primeiros sintomas ocorreu aos 36 dias após, sendo que nesse intervalo de tempo houve temperaturas médias abaixo de 30 °C, umidades relativas médias do ar acima de 60% e várias precipitações pluviométricas.

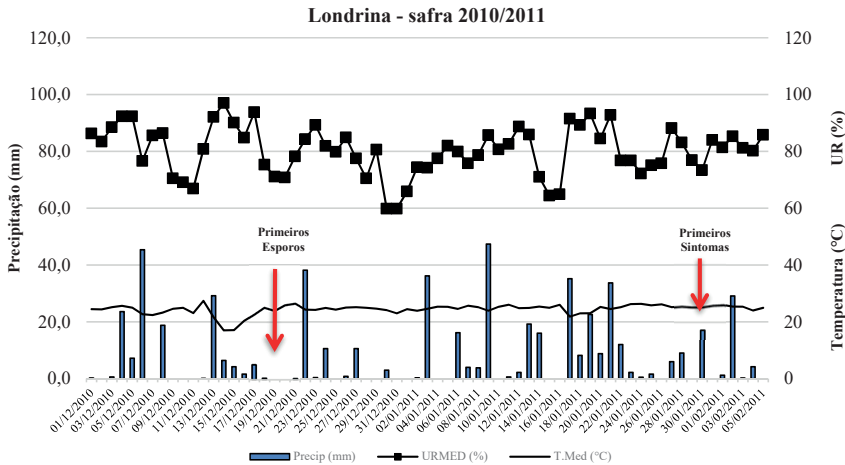


Figura 8. Detecção dos primeiros esporos e surgimento dos primeiros sintomas de ferrugem-asiática associados às condições de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) em Londrina/PR - safra 2010/2011. Dados fornecidos pela Siga Consultoria Agrícola Ltda.

O IDR-Paraná tem realizado o monitoramento de *P. pachyrhizi* para auxiliar na tomada de decisão sobre o início do controle químico e divulgado os resultados desse trabalho desde a safra 2016/2017 (Gheller et al., 2017; Seixas et al., 2018; 2019; 2020). A época da detecção dos primeiros esporos do fungo também variou de safra para safra (Tabela 2). As primeiras detecções de esporos aconteceram entre o final do mês de outubro e o início de dezembro. A detecção de esporos de forma antecipada pode estar relacionada ao clima e à presença do patógeno na entressafra. Tendo em vista que *P. pachyrhizi* é um fungo biotrófico, a manutenção do patógeno está intimamente associada à presença de plantas vivas de soja na entressafra (cultivadas ou não) e às condições climáticas nas estações outono/inverno (baixa ocorrência de geadas e/ou precipitações acima da média, por exemplo), que influenciarão na quantidade de inóculo inicial para a safra seguinte.

Nas quatro safras do Programa MID-Soja, comparando as lavouras comerciais de agricultores que utilizam o coletor de esporos, chamada de Unidades de Referência (URs), em que se fez o controle químico utilizando o monitoramento como critério, com lavouras onde outros critérios foram empregados, houve redução de 33% no número de aplicações de fungicidas, sem redução

da produtividade (Tabela 3), o que significa aumento na rentabilidade, em virtude da redução do custo para o controle da ferrugem-asiática.

Além do auxílio na tomada de decisão de aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem no campo, o monitoramento da flutuação de esporos possibilita realizar uma análise do comportamento de *P. pachyrhizi* da ferrugem no estado (Figura 9). Embora não haja informação e validação da abrangência de área passível de ser monitorada por cada coletor, uma análise em formato de rede serve de apoio para o planejamento de aplicação de fungicidas mesmo em locais onde não haja coletores instalados, assim como para avaliar o comportamento da doença no estado.

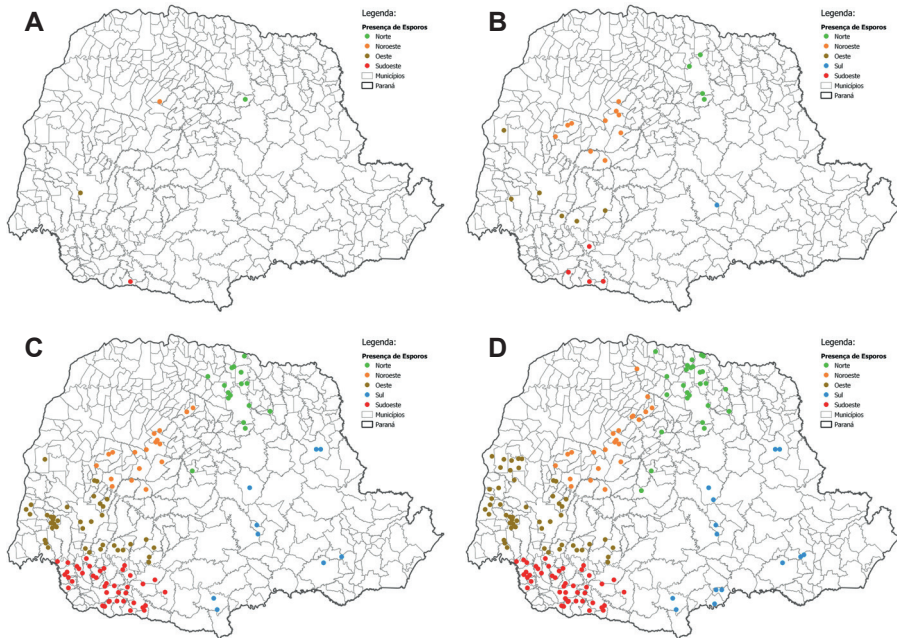


Figura 9. Mapas do Paraná com os coletores onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a segunda quinzena de novembro (A) de 2019, a primeira quinzena de dezembro (B) de 2019, a primeira quinzena de janeiro de 2020 (C) e a primeira quinzena de fevereiro de 2020 (D). Fonte: IDR-Paraná.

Considerações finais

O monitoramento de *P. pachyrhizi* via coletor de esporos é uma estratégia importante para o manejo da ferrugem da soja de forma racional e econômica, porque permite detectar a presença de esporos antes da manifestação efetiva da doença a campo, possibilitando, assim, planejar/definir a aplicação de fungicidas. De maneira geral, o monitoramento pode resultar em redução no número de aplicações de fungicidas quando comparado com aplicações calendarizadas, porém, destaca-se que outros parâmetros devem ser considerados para a tomada de decisão, tais como: presença de outras doenças, estágio fenológico da soja, característica da cultivar, condições ambientais, previsão de tempo, eficiência operacional da propriedade rural, entre outros.

Ressalta-se que o manejo baseado no uso de coletores de esporos, tem potencial de uso não só para a ferrugem-asiática da soja, mas também para outras doenças de plantas cultiváveis. Além disso, há a possibilidade de utilização de biossensores e/ou inteligência artificial para a automatização do processo de identificação das estruturas fitopatogênicas e de associação com sistemas de previsão balizados em informações meteorológicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos seguintes integrantes da Siga Consultoria Agrícola Ltda.: Fábio Igarashi, Daniel Rebello, Gustavo A. F. Fregonezi e Mário Miyazawa, pelas informações fornecidas durante a preparação desta publicação.

Os autores ainda expressam seu agradecimento a todos os extensionistas que participaram e participam do Programa MID-Soja do IDR-Paraná, em especial àqueles envolvidos na sua implementação na Instituição: Adalberto Telesca Barbosa, Alcides Bodnar, Antonio Bodnar, Bernardo Faccin, Celso Daniel Seratto, Celso Rodrigues de Almeida, Cesar Miguel Candeco dos Santos, Claudemir L. Todescatt, Claudinei Antonio Minchio, Edmilson Moreira, Ildefonso José Haas, Ilvo Antoniazzi, Ivanir Pauly, Jorge Alberto Gheller, Nelson Harger, Onóbio Vicente Werner, Paulo Cesa, Paulo Djair Tomazella, Reinaldo Neris dos Santos, Silmara S. Basaglia, Vagner Mazeto e Valdir Brischiliari

Agradecimentos ainda aos pesquisadores das equipes de Fitopatologia e de Transferência de Tecnologias da Embrapa Soja pelo apoio na condução do MID-Soja.

À Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB).

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.
- 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. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**: relato da experiência da Emater/PR na safra 2016/17. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 134).
- 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 and pests**. 5th ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.
- HIRST, J. M. An automatic volumetric spore trap. **Annals of applied biology**. v. 39, n. 2, p. 257-265, 1952.
- IGARASHI, S.; UTIAMADA, C. M.; IGARASHI, L.; KAZUMA, A. H.; LOPES, R. S.; *Pyricularia* sp. em trigo. Ocorrência de *Pyricularia* sp. no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 351, 1986.
- IGARASHI, W. T.; ISHIKARA, M. S.; OLIVEIRA, G. M.; ABI SAAB, O. J. G.; IGARASHI, S. Comparative morphology between uredospores of species of agricultural importance. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v. 5, n. 3, p. 89-94, 2012.
- 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.
- ISARD, S. A.; DUFALT, N. S.; MILES, M. R.; HARTMAN, G. L.; RUSSO, J. M.; WOLF, E. D.; MOREL, W. The Effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. **Plant Disease**, v. 90, n. 7, p. 941-945, 2006.
- ISHIKAWA, M. S.; IGARASHI, S.; FONSECA, I. C. B. Viabilidade técnica do kit QuickStix™ na identificação de *Phakopsora pachyrhizi* capturados com coletor de esporos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, 2014.

JACCOUD FILHO, D.; PASSINI, F. B.; DABUL, A. N. G.; GRANADO, C. J. F.; FIGUEIREDO, M. B. Alternatives hosts of the agent of the Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32 p. 60-63, 2007. Suplemento.

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

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

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.

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 de inóculo para controle da doença**. 2011. 110 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

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 2018/19 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.; 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.; OLIVEIRA, M. G.; 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 químico da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 28 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 164).

YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FERNANDES, F. T. P. Epidemia de ferrugem de soja no Paraguai e na costa oeste do Paraná, em 2001. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2011, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.117-118. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

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

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

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

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

1ª edição

PDF digitalizado (2020)



**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente

Alvadi Antonio 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, 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

Parceria

