

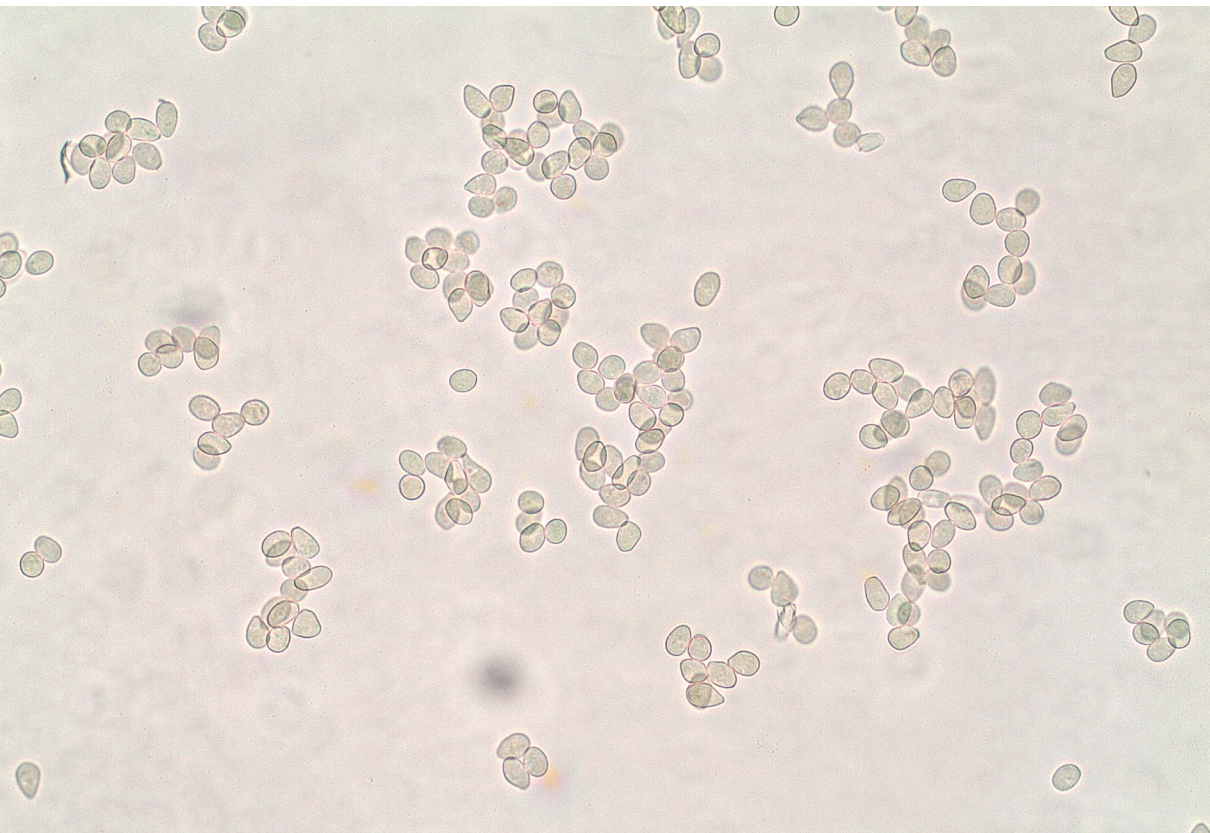
CIRCULAR TÉCNICA

150

Londrina, PR
Julho, 2019

Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem- asiática da soja

Claudine Dinali Santos Seixas, Edivan José Possamai, Eliana Aparecida dos Reis, Milton Satoshi Matsushita, Nelson Harger, Fernando Teixeira de Oliveira, Arnold Barbosa de Oliveira, Divania de Lima.



Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja¹

A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a doença mais severa para a cultura e ocorre em quase todas as regiões produtoras de soja do Brasil, a exceção é o estado de Roraima (Godoy et al., 2016; Consórcio Antiferrugem, 2019).

Phakopsora pachyrhizi é um fungo agressivo que, em condições favoráveis, completa seu ciclo na cultura, em 6 a 9 dias (Melching et al., 1979; Yorinori 2004). Para causar infecção em soja, o fungo necessita de molhamento (mínimo de seis horas) e temperatura entre 9 °C e 28 °C (ótimo entre 15 °C e 25 °C) (Marchetti et al., 1976; Melching; Bromfield, 1979; Alves et al., 2004).

O fungo é biotrófico, ou seja, precisa de plantas vivas para sobreviver e se multiplicar. A gama de hospedeiros de *P. pachyrhizi* inclui 158 espécies em 54 gêneros, todos da família Fabaceae (Kelly et al., 2015). Muitas dessas espécies ocorrem no Brasil, incluindo plantas de cobertura, plantas daninhas entre outras (Mendes; Urben, 2019).

Os sintomas da ferrugem-asiática podem aparecer em pecíolos, vagens e hastes, mas são mais comuns nas folhas. Inicialmente os sintomas, em cultivares suscetíveis, são pequenas pontuações verde-claro a amarelo-claro, que se tornam marrom-claro, chegam a 2 mm a 5 mm de diâmetro e tendem a ser angulares. Na face inferior da folha, correspondentes a essas lesões, aparecem as urédias, estruturas reprodutivas do fungo onde são formados os esporos, denominados uredosporos. As folhas infectadas amarelecem e caem. Em cultivares com gene(s) de resistência as lesões são marrom-avermelhadas e as urédias e os uredosporos são em menor número ou nem se

¹ **Claudine Dinali Santos Seixas**, Engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Edivan José Possamai**, Engenheiro-agrônomo, mestre, extensionista da Emater, Pato Branco, PR; **Eliana Aparecida dos Reis**, Engenheira-agrônoma, mestre, extensionista da Emater, Toledo, PR; **Milton Satoshi Matsushita**, Engenheiro-agrônomo, doutor, extensionista da Emater, Curitiba, PR; **Nelson Harger**, Engenheiro-agrônomo, doutor, extensionista da Emater, Curitiba, PR; **Fernando Teixeira de Oliveira**, Engenheiro-agrônomo, mestre, extensionista colaborador, Andirá, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, Engenheiro-agrônomo, mestre, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Divania de Lima**, Engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.

formam. Os uredosporos são disseminados pelo vento. (Jaccoud Filho et al., 2001; Hartman et al., 2015).

Para controle da doença é importante associar diversas estratégias: cumprir o vazio sanitário (período de pelo menos 60 dias sem plantas vivas de soja no campo); utilizar cultivares com gene(s) de resistência quando disponíveis; realizar semeadura no início da época recomendada e/ou utilizar cultivares precoces (escape); e realizar o controle químico com fungicidas (Godoy et al., 2017).

A aplicação de fungicidas deve ser feita nos primeiros sintomas ou preventivamente seguindo critérios técnicos, como a presença da doença na região, condições climáticas favoráveis e ocorrência de outras doenças (Godoy et al., 2017). Portanto, a detecção e a identificação do patógeno nos estádios iniciais de desenvolvimento da doença são essenciais para o controle eficiente.

Para detectar a doença em seus estádios iniciais é necessário monitorar o patógeno e/ou a doença. Para monitorar a doença, periodicamente, deve-se 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). Já o monitoramento de patógenos disseminados pelo vento pode ser feito com o auxílio de coletores de esporos, que permitem confirmar a sua presença antes do desenvolvimento dos sintomas na cultura (Jackson; Bayliss, 2011). Coletores de esporos tem sido uma importante ferramenta no monitoramento da ferrugem-asiática da soja (Gardiano et al., 2010; Minchio, 2011; Ishikawa, 2012; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016). Entretanto, para que o monitoramento seja eficiente, é necessário ter pessoas aptas para identificar corretamente o patógeno e a doença.

Para monitorar *P. pachyrhizi* e orientar os agricultores sobre o momento da primeira aplicação de fungicida, o Instituto Emater (PR) vem conduzindo o Programa de Manejo Integrado de Doenças (MID) em vários municípios do estado do Paraná, em parceria com agricultores e o apoio de diversas instituições de pesquisa e/ou ensino. O propósito do Programa é demonstrar que é viável seguir critérios técnicos, para realizar o controle da ferrugem-asiática, sem que isso comprometa a produtividade da lavoura de soja e que a lucratividade pode aumentar em razão da redução dos custos de produção.

Nesta safra (2018/2019) o Programa incluiu o uso do site da Emater (tópico “Alerta Ferrugem”), para disponibilização dos dados sobre o monitoramento, facilitando assim o acesso às informações que auxiliam técnicos e agricultores na tomada de decisão para o controle químico da doença.

O objetivo dessa Circular Técnica é relatar o resultado do Programa MID no estado do Paraná, na safra 2018/2019.

Material e Métodos

Na safra 2018/2019 foram implantadas 223 Unidades de Referência (URs) de Manejo Integrado de Doenças (MID), nas cinco macrorregiões (norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul) do estado do Paraná (Figura 1).

Elaboração: Milton Satoshi Matsushita

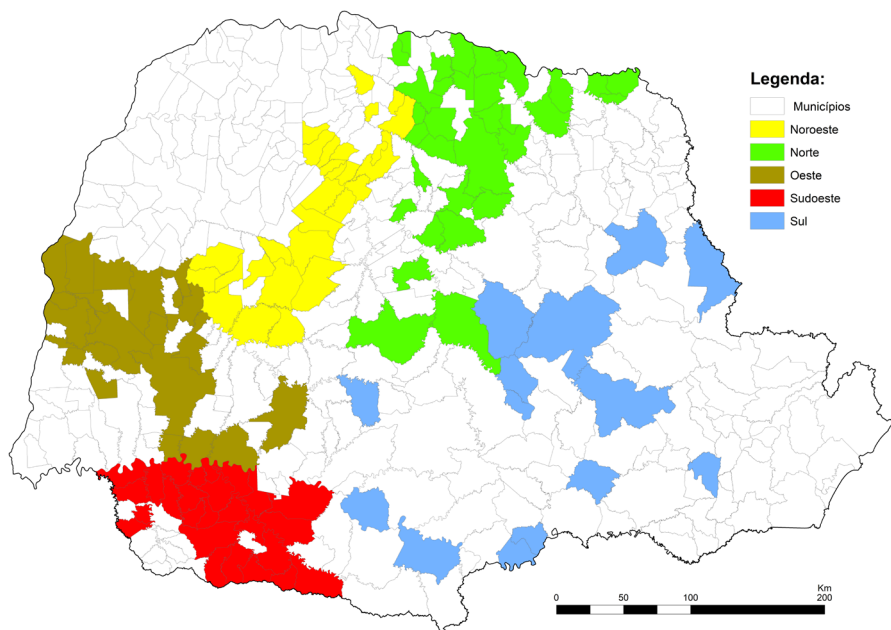


Figura 1. Localização dos municípios do estado do Paraná onde foram instaladas as Unidades de Referência (URs), nas cinco macrorregiões (norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul).

As URs foram alocadas em áreas de produtores e eram semanalmente acompanhadas por técnicos do Instituto Emater, com o intuito de monitorar a

ocorrência da ferrugem-asiática, para subsidiar o produtor sobre o momento correto da aplicação de fungicidas e inseticidas na lavoura.

A ferrugem-asiática foi monitorada por meio de coletores de esporos, instalados em 174 das 223 URs. As informações sobre a presença de uredosporos de *P. pachyrhizi* eram compartilhadas entre URs vizinhas e com as outras 49 URs desprovidas de coletores. Portanto, o monitoramento cobria todas as URs, para tomada de decisão sobre o momento da primeira aplicação.

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 colado um pedaço de fita adesiva dupla face, com 4 cm a 5 cm, onde os uredosporos ficaram aderidos (Zoz; Gheller, 2015) (Figura 2B). Numa das extremidades da lâmina é colada etiqueta de identificação, onde são registrados o nome do produtor, o município e a data que a lâmina foi inserida no coletor (Figura 2C).

Fotos: Claudine D.S. Seixas



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

Os coletores foram instalados após a emergência da soja e posicionados no mínimo, a 40 cm a 50 cm acima do dossel, em local de fácil acesso, com boa circulação de ventos e evitando-se a proximidade com estradas, de modo a minimizar o acúmulo de poeira nas lâminas e depredações do equipamento.

O monitoramento foi iniciado logo após a instalação dos coletores e foi interrompido quando confirmada a presença de uredosporos de *P. pachyrhizi* no coletor ou a detecção da ferrugem-asiática na lavoura e foi realizada a aplicação de fungicida, ou quando a cultura atingiu o estágio R6 [final do enchimento do grão (Fehr et al., 1971; Neumaier et al., 2000)].

As lâminas foram trocadas uma vez por semana até o fechamento das entrelinhas da cultura e após esse estágio, foram trocadas duas vezes por semana.

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 e de temperaturas elevadas.

Os responsáveis pela análise das lâminas são técnicos da Emater, devidamente treinados para a correta identificação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* e parceiros do Instituto Federal do Paraná (IFPR), campus de Assis Chateaubriand; da Pontifícia Universidade Católica (PUC), campus de Toledo; da União de Ensino do Sudoeste do Paraná (UNISEP); da Universidade Estadual de Londrina (UEL); da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Marechal Cândido Rondon; da Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus de Palotina; da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Dois Vizinhos; Faculdade Mater Dei; SIGA Consultoria Agrícola e Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Quando os uredosporos de *P. pachyrhizi* eram detectados, o responsável pela análise informava ao técnico encarregado da UR, que orientava os agricultores quanto à necessidade da aplicação de fungicidas.

Nessa safra os coletores foram georreferenciados e sua localização, bem como as informações sobre o monitoramento de esporos da ferrugem-asiática, foram disponibilizadas no site do Instituto Emater, no tópico “Alerta Ferrugem” (Emater, 2019), onde aparece o mapa do estado do Paraná, com

pontos azuis representando os coletores instalados. À medida que o fungo era detectado nas URs, os pontos mudavam para a coloração vermelha. Clicando no ponto, o usuário tinha acesso às informações sobre a cultivar utilizada na UR, a data da semeadura, e, quando os esporos eram detectados, a data dos primeiros esporos e o estágio da lavoura quando os esporos foram encontrados. Além disso, no tópico são disponibilizados os “Informativos Regionais” com detalhes sobre as condições de clima, das lavouras e do monitoramento nas diferentes regiões de atuação do Emater.

Além do monitoramento dos uredosporos via coletores, semanalmente, plantas em diferentes pontos da UR foram inspecionadas para verificar sintomas de ferrugem-asiática e de outras doenças que justificassem controle químico. Havendo necessidade de confirmação, folíolos eram coletados e levados para o escritório/ laboratório para análise. Quando foram detectados sintomas da ferrugem-asiática, de forma complementar ao coletor, ou de outra doença que justificasse a aplicação de fungicidas, isso foi recomendado e o monitoramento encerrado.

Com o intuito de verificar a eficiência do manejo de doenças na produtividade e nos custos de produção, todas as URs foram colhidas e os dados de produtividade coletados. Simultaneamente, foi realizado levantamento por meio de questionário aplicado a produtores que não empregaram o MID na safra 2018/2019 nas cinco macrorregiões do Paraná. Com base no referido questionário foi possível obter informações sobre os fungicidas e doses utilizadas, o número de aplicações, o momento das aplicações e a produtividade obtida na lavoura.

Os dados de inspeção semanal de ocorrência de doenças nas plantas, leitura das lâminas, assim como as demais informações sobre a condução da UR foram registrados em planilhas eletrônicas para posterior tabulação e análise.

Resultados e Discussão

Na safra 2018/2019 a primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi* nos coletores ocorreu na macrorregião oeste, no dia 18 de outubro de 2018, seguida da detecção nas macrorregiões sudoeste, noroeste, norte e sul, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Número de Unidades de Referência (URs), com e sem coletor, data e município da primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi*, por macrorregião do Paraná, safra 2018/2019.

Macrorregião	Número de URs			Primeira detecção de uredosporos	Município
	Com coletor	Sem coletor	Total		
Norte	36	18	54	19/11/2018	Primeiro de Maio Ibiporã
Noroeste	45	10	55	06/11/2018	Ubiratã
Oeste	40	5	45	18/10/2018	Nova Santa Rosa Palotina
Sudoeste	40	11	51	31/10/2018	Renascença
Sul	13	5	18	14/12/2018	Reserva
Total	174	49	223	-	-

Acompanhando a ocorrência da ferrugem-asiática da soja em URs no estado do Paraná, na safra 2016/2017, Gheller et al. (2017) constataram que a primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi* nos coletores ocorreu na macrorregião noroeste em 25/11/2016. Já na safra 2017/2018, a primeira detecção de uredosporos de *P. pachyrhizi* nos coletores ocorreu na macrorregião oeste no dia 02/12/2017 (Seixas et al., 2018). Na safra 2018/2019, assim como na safra 2017/2018 a primeira detecção também ocorreu na macrorregião oeste, porém, bem mais cedo que nas safras anteriores, 44 dias antes (Tabela 2).

Tabela 2. Data da detecção dos primeiros esporos de *P. pachyrhizi* por macrorregião por safra com monitoramento com coletores de esporos.

Safra 2016/2017 ¹		Safra 2017/2018 ²		Safra 2018/2019	
Macrorregião	Data	Macrorregião	Data	Macrorregião	Data
Noroeste	25/11	Oeste	01/12	Oeste	18/10
Sudoeste	02/12	Sudoeste	04/12	Sudoeste	31/10
Oeste	02/12	Norte	05/12	Noroeste	06/11
Norte	14/12	Noroeste	08/12	Norte	19/11
Sul	28/12	Sul	22/12	Sul	14/12

¹Fonte: Gheller et al. (2017)

²Fonte: Seixas et al. (2018)

A ocorrência da ferrugem-asiática, antes do mês de novembro, só foi constatada no Paraná, nas safras 2005/2006 (20/10/2005), 2009/2010 (27/09/2009) e 2015/2016 (09/09/2015), mas em soja guaxa. Mesmo nessas safras, os primeiros focos da ferrugem-asiática em lavouras comerciais só foram detectados no mês de novembro (Consórcio Antiferrugem, 2019).

Na safra 2018/2019, a ocorrência precoce, em outubro pode ter acontecido pela combinação de clima e presença do patógeno no ambiente. *Phakopsora pachyrhizi* é um fungo biotrófico, que precisa do hospedeiro vivo para sobreviver, portanto a ocorrência antecipada em áreas comerciais, pode estar relacionada a presença de soja guaxa infectada pelo fungo, presente na região ou nas proximidades. O inverno de 2018, pouco rigoroso, pode ter contribuído para a permanência dessas plantas guaxas com ferrugem-asiática no campo. Adicionalmente, no mês de setembro houve boas precipitações, o que possibilitou semeaduras na região oeste do estado logo na abertura do período de zoneamento agroclimático, que é o segundo decêndio de setembro (Iapar, 2019). Esses três fatores combinados certamente contribuíram para que a ferrugem-asiática incidisse nas lavouras precocemente.

O monitoramento permitiu a identificação da ferrugem-asiática na segunda quinzena de outubro, em seis coletores de cinco municípios da macrorregião oeste (Figura 3). Na primeira quinzena de novembro foram detectados esporos em outros 20 coletores das macrorregiões oeste, sudoeste e norte (Figura 3), em 16 municípios. Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentados os coletores com detecção de esporos até a primeira quinzena de dezembro, até a primeira quinzena de janeiro e até a segunda quinzena de fevereiro, respectivamente.

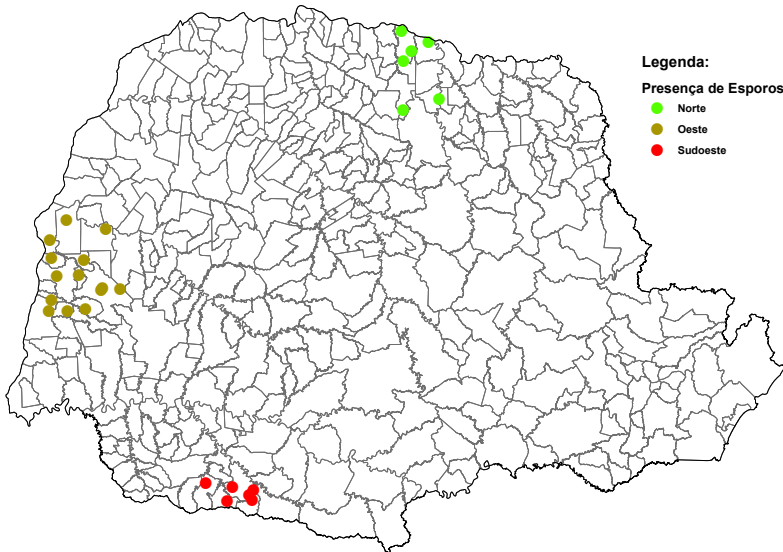


Figura 3. Mapa do Paraná com os coletores onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até a primeira quinzena de novembro de 2018.

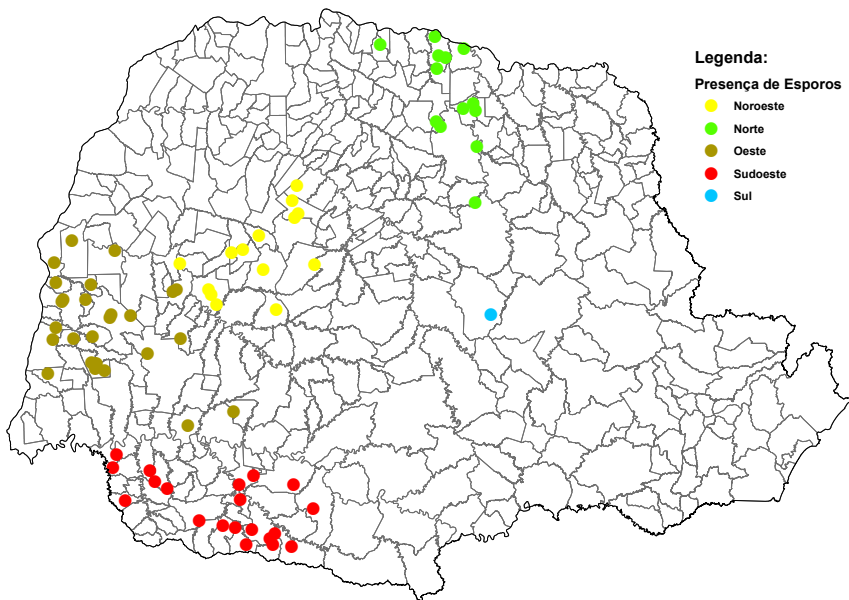


Figura 4. Mapa do Paraná com os coletores onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até primeira quinzena de dezembro de 2018.

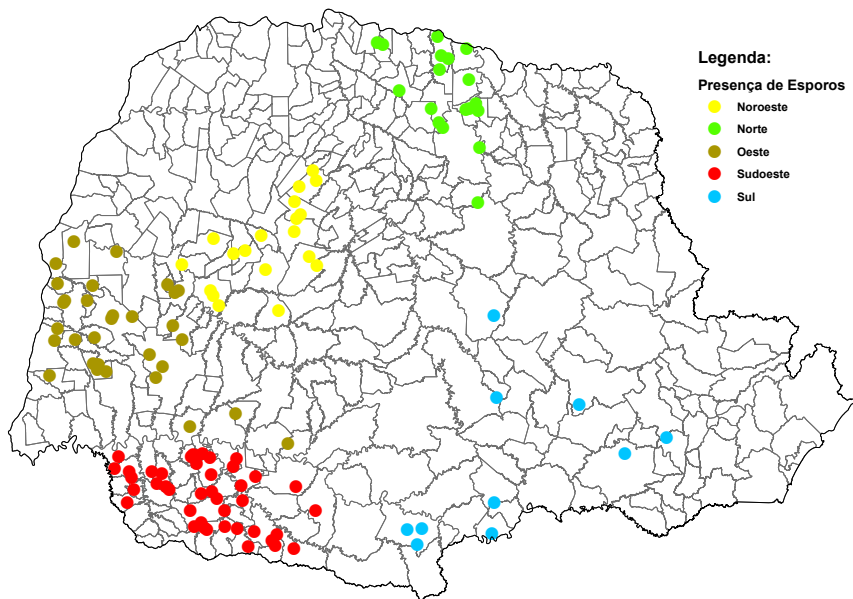


Figura 5. Mapa do Paraná com os coletores onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até primeira quinzena de janeiro de 2019.

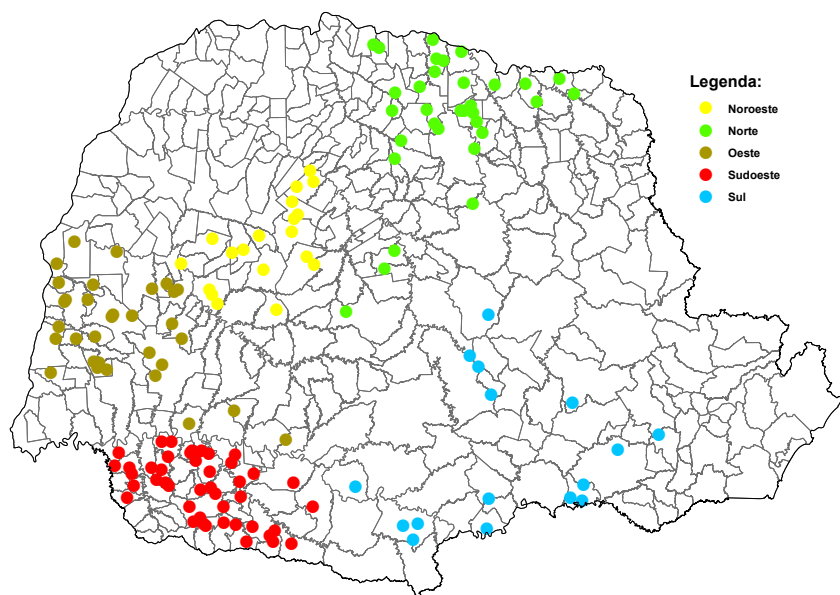


Figura 6. Mapa do Paraná com os coletores onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o encerramento do monitoramento da safra 2018/2019 (segunda quinzena de fevereiro de 2019).

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. Na safra 2018/2019, em várias lavouras a chegada dos esporos ocorreu quando as mesmas se encontravam em estádios iniciais do seu desenvolvimento. Portanto, se o agricultor tivesse adotado a calendarização da primeira aplicação, teria perdido o momento correto de iniciar o controle. Considerando que o fungo é agressivo e os fungicidas devem ser aplicados preventivamente [seguindo alguns critérios: presença do fungo na região, idade da planta e condição climática favorável; a logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e tamanho da propriedade), a presença de outras doenças e o custo do controle] ou nos primeiros sintomas (Godoy et al., 2017), poderia haver perdas significativas de produtividade nessas situações. Assim sendo, é razoável perceber que o monitoramento é uma opção eficiente, não apenas para evitar aplicações desnecessárias, mas também para garantir que as necessárias sejam feitas com critérios e no momento adequados.

O coletor é uma ferramenta para detectar a presença de uredosporos do fungo causador da ferrugem-asiática e, assim alertar técnicos e agricultores sobre os riscos de infecção, pois as presenças do patógeno e de condições ambientais favoráveis são essenciais para o estabelecimento e a proliferação da doença.

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

A detecção precoce do fungo e as condições climáticas favoráveis no início da safra indicavam a possibilidade de epidemias de ferrugem-asiática, que

poderiam levar a perdas de produtividade e elevação do custo em decorrência do número maior de aplicações de fungicidas. Porém, nos meses de dezembro e janeiro as baixas precipitações, desfavoráveis à infecção por *P. pachyrhizi*, permitiram reduzir o uso de fungicidas nas regiões onde o fungo estava presente e atrasar a entrada do fungo em locais ainda isentos. Dessa forma, na maioria dos casos, as perdas de produtividade foram consequências da estiagem.

Em 20 URs a primeira aplicação foi feita para controle de outras doenças [oídio (*Erysiphe diffusa*), mancha-alvo (*Corynespora cassicola*), mancha-parda (*Septoria glycines*) e crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*)]. Para esses casos, a aplicação foi feita, em média, 57 dias após a emergência, mais precocemente que nas URs que tiveram a primeira aplicação para ferrugem-asiática, que foi aos 64 dias em média (Tabela 3). Essa primeira aplicação para outras doenças ocorreu principalmente nas macrorregiões sudoeste e sul, somando 14 casos, com destaque para as aplicações voltadas ao controle de oídio.

Mas também houve casos em que nenhuma aplicação de fungicida para ferrugem-asiática foi feita, independentemente de ter ou não coletor na UR. Isso ocorreu em 52 URs: 25 na macrorregião noroeste; 14 na macrorregião norte, 08 na macrorregião oeste e 05 na macrorregião sudoeste.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados (médias) das 223 URs e do levantamento realizado junto a produtores que não adotaram o MID. O levantamento contou com 773 questionários preenchidos por produtores das cinco macrorregiões.

O número de aplicações nas URs variou de 0,9 (noroeste) a 2,5 (sul), com a média de 1,4 (Tabela 3). Nas propriedades que não fazem monitoramento, foram feitas em média 2,1 aplicações, variando de 1,9 (norte e oeste) a 3,0 (sul), portanto 33,3% a mais (Tabela 3).

Tabela 3. Média do número de aplicações de fungicidas para controle da ferrugem-asiática, do número de dias da emergência até a primeira aplicação de fungicida (DAE) e da produtividade nas Unidades de Referência (URs) e em propriedades que não adotaram o manejo integrado de doenças (MID), por macrorregião do Paraná, na safra 2018/2019.

Macrorregião	Média de aplicações		DAE até a 1ª aplicação		Produtividade (sacas ha ⁻¹)	
	URs	PR ¹	URs	PR ¹	URs	PR ¹
Norte	1,0	1,9	71	55	49,2	48,7
Noroeste	0,9	2,0	65	58	47,9	47,7
Oeste	1,4	1,9	58	52	43,0	43,5
Sudoeste	1,8	2,2	63	55	55,5	53,3
Sul	2,5	3,0	58	49	60,5	59,5
Média²	1,4	2,1	64	55	50,0	48,7
Média ^{2,3} Safra 2017/2018	1,7	2,5	78	56	61,7	60,5
Média ^{2,4} Safra 2016/2017	1,5	2,4	75	57	64,8	64,3

¹PR: dado coletado por meio de questionários junto a agricultores que não adotaram o MID. ²Média ponderada. ³Fonte: Seixas et al. (2018). ⁴Fonte: Gheller et al. (2017).

Nas URs a primeira aplicação de fungicida foi feita, em média, nove dias depois que em lavouras que não adotaram o MID (Tabela 3). Nas URs a primeira aplicação para a ferrugem-asiática foi, em média, aos 64 dias após a emergência (DAE), e em lavouras que não fazem MID foi, em média aos 55 DAE. Nas duas safras anteriores a diferença foi maior, de 22 dias na safra 2017/2018 e de 18 dias na safra 2016/2017 (Tabela 3). Essa diferença menor na safra 2018/2019 deve-se a detecção mais precoce de esporos, o que resultou na antecipação da aplicação de fungicida em relação às duas safras anteriores. É importante destacar que, o adiamento de aplicações de fungicidas em lavouras conduzidas com o MID, favorece o controle fúngico natural de pragas, como era comum no controle da lagarta falsa-medideira, antes da introdução da ferrugem-asiática no país.

Nas URs a aplicação de fungicidas teve a ferrugem-asiática como alvo em 79,5% dos casos, variando entre as macrorregiões (oeste com 85%; sul e

noroeste com 72%), sendo a maior demanda de controle entre as doenças. Ainda, percebe-se nas macrorregiões sudoeste e sul uma demanda maior de aplicações para controle de oídio em comparação com as demais macrorregiões, pois é mais comum que essas regiões apresentem condições climáticas propícias (temperaturas amenas) ao oídio.

A produtividade média obtida nas URs (50 sacas ha⁻¹) foi praticamente igual à média do Paraná (49,8 sacas ha⁻¹) para a safra 2018/2019 (Conab, 2019) e foi semelhante a obtida nas propriedades que não empregaram o MID (48,7) (Tabela 3). Isso evidencia a segurança e a aplicabilidade do monitoramento como critério para realizar as aplicações ao invés de simplesmente antecipá-las e/ou calendarizá-las.

Em 23% das URs não foi feita nenhuma aplicação de fungicida, em 33% a primeira aplicação foi até os 60 dias após a emergência e em 44% a primeira aplicação foi feita após 61 dias (Figura 7). De acordo com o levantamento junto a propriedades que não adotaram o MID, a maioria (62,2%) fez a primeira aplicação até os 60 dias após a emergência, mas também houve casos de não aplicação, porém um número menor de casos (7,2%) (Figura 7). Esses números ilustram bem a antecipação do controle químico nas áreas onde não é feito o monitoramento e as aplicações são calendarizadas, sem seguir critérios técnicos.

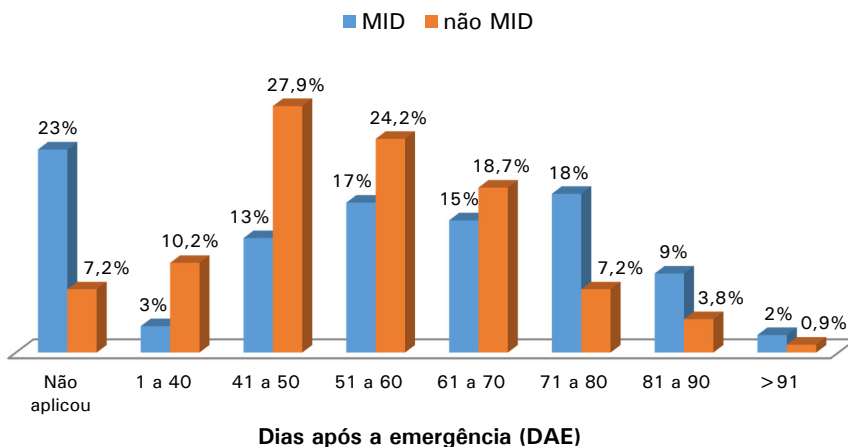


Figura 7. Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e propriedades que não fizeram Manejo Integrado de Doenças (não MID) em relação ao número de dias entre a emergência (DAE) da soja e a primeira aplicação de fungicida. Paraná, safra 2018/2019.

Com o intuito de comparar o custo entre propriedades que adotaram o MID e as que não adotaram (não-MID), foram calculados os gastos com controle de doenças por meio do custo médio de insumos para cada aplicação, nesse caso, fungicidas e adjuvantes quando necessários, e o custo operacional da aplicação (Tabelas 5 e 6).

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), conduzidas nas diferentes macrorregiões do Paraná, safra 2018/2019.

Macrorregiões	Nº Aplicações	Custo (R\$ ha ⁻¹) ¹			Custo [sc ha ⁻¹ (%) ³]	Produtividade (sc ha ⁻¹)
		Insumo ²	Aplicação	Total		
Noroeste	1,3	106,67	46,80	153,47	2,2 (4,6)	47,9
Norte	1,2	98,46	43,20	141,66	2,1 (4,3)	49,2
Oeste	1,7	139,49	61,20	200,69	2,9 (6,7)	43,0
Sudoeste	2,2	180,51	79,20	259,71	3,8 (6,8)	55,5
Sul	3,3	270,77	118,80	389,57	5,7 (9,4)	60,5
Média	1,7	139,49	61,20	200,69	2,9 (5,8)	50,0

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$36,00 ha⁻¹; Preço médio da saca de soja R\$ 68,27; Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 82,05. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças.

Tabela 6. Custo de controle de doenças na soja, estimado com base nos 773 levantamentos realizados nas cinco macrorregiões do Paraná, em propriedades onde não foi adotado o Manejo Integrado de Doenças (MID), safra 2018/2019.

Macrorregiões	Nº Aplicações	Custo (R\$ ha ⁻¹) ¹			Custo [sc ha ⁻¹ (%) ³]	Produtividade (sc ha ⁻¹)
		Insumo ²	Aplicação	Total		
Noroeste	2,2	209,33	79,20	288,53	4,2 (8,8)	47,7
Norte	2,2	209,33	79,20	288,53	4,2 (8,6)	48,7
Oeste	2,2	209,33	79,20	288,53	4,2 (9,6)	43,5
Sudoeste	2,4	228,36	86,40	314,76	4,6 (8,6)	53,3
Sul	3,4	323,51	122,40	445,91	6,5 (10,9)	59,5
Média	2,3	218,85	82,80	301,65	4,4 (9)	48,7

¹Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$ 36,00 ha⁻¹, Preço médio saca de soja R\$ 68,27, Custo ponderado dos fungicidas, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 95,15. ²Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. ³Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças.

O custo médio de insumos por aplicação foi calculado levando-se em conta os fungicidas usados mais frequentemente, assim como a dose utilizada pelos produtores e o preço médio dos fungicidas na safra 2018/2019. O valor, por hectare, considerado para custo de insumos nas propriedades que adotaram o MID foi de R\$ 88,97 e, nas que não adotaram foi de R\$ 100,25 por aplicação. A diferença no valor foi em razão principalmente, do fungicida utilizado e da dose praticada.

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

Para transformar os custos em sacas de soja por hectare, foi considerado um preço médio praticado no mês de março no Paraná, na safra 2018/2019, de R\$ 68,27 por saca de 60 kg, de acordo com os dados do Departamento de Economia Rural (Deral, 2019a), órgão ligado à Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná. A produtividade média por região foi usada para calcular o custo de controle de doenças em percentual da produtividade.

O custo do controle, nas URs, variou de 4,3% (norte) a 9,4% (sul), média 2,9 sacas por hectare, representando 5,8% da produtividade média obtida na safra (Tabela 5). Quanto aos custos em propriedades que não adotaram o MID (Tabela 6) constatou-se que o maior número de aplicações de fungicidas, em média 2,3, é o fator diferencial para elevação dos custos em relação às URs. Isso proporcionou um custo médio entre as macrorregiões de 4,4 sacas de soja por hectare, o que equivale a 9% da produtividade média obtida nessas regiões, que foi de 48,7 sacas por hectare. Assim, na safra 2018/2019, a adoção do MID proporcionou uma economia de 1,74 sc ha⁻¹ de soja, comparativamente menor do que o alcançado na safra 2017/2018 que foi de 3,02 sc ha⁻¹ (Seixas et al., 2018).

De acordo com os dados do Deral (2019b), o custo total de produção de soja em área própria, na safra 2018/2019, foi de R\$ 3.524,10, aproximadamente 51,62 sacas por hectare, considerando-se o preço médio praticado para a soja de R\$ 68,27 por saca. De acordo com as produtividades médias em sacas por hectare, obtidas nas URs (50), nas áreas que não empregaram o MID no Paraná (48,7) ou segundo dados do Conab (2019) (49,8), a soja nessa safra pode não ter oportunizado margem positiva ao produtor, por causa da estiagem.

É necessário ressaltar que a adoção do MID pode acarretar ao produtor o custo da mão de obra especializada para avaliação semanal das lâminas, avaliação de doenças na área e tomada de decisão do controle. Mas em propriedades menores, de agricultura familiar, é possível que o monitoramento de doenças seja realizado pelo agricultor, após ser treinado e integrado a uma rede de colaboração, com a disponibilização semanal das informações. Além disso, o monitoramento bem realizado da lavoura tem que abranger outros aspectos do manejo da cultura, como os fitossanitários e o acompanhamento do aspecto nutricional das plantas. Esse custo, no entanto é com-

pensado e gera economia além de ser ferramenta essencial para os corretos uso e aplicação de insumos.

Apesar da safra 2018/2019 ter sido difícil para os agricultores, por causa das condições climáticas que desfavoreceram a cultura em diversos momentos, aqueles que adotaram o MID tiveram custo menor, o que reforça a viabilidade do monitoramento para o controle químico adequado da ferrugem-asiática da soja.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colaboradores: Ademilson Mario Bravim, Afonso Faccin, Agérico Aníbal Carneiro Prestes, Airton Rojas Poppi, Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Alex Junior Nurmberg, Alexandre Bianchini, Alvaristo Ribas Ferreira, Anderson Luis Heling, Antonio Batista Junior, Antonio Carlos Rebeschini, Antonio Eduardo Egydio, Associação Paranaense de Planejamento Agropecuário (APEPA), Associação Regional dos Engenheiros Agrônomos de Cascavel (AREAC), Bernardo Faccin, Bruno Ribeiro Ananias, Caio Quadros Netto, Carlos Alberto Wust da Silva, Carlos Roberto Meleiro Lopes, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Carolina Izabella Favetti, Célio Potrich, Celso Ricardo de Freitas, Cesar Roberto Silva Paz, Claiton Alorenus Baggio, Claudemir Luis Todescatt, Claudinei Antonio Minchio, Claudio Holstein, Colégio Estadual Padre Eduardo Michelis de Missal, Colégio Estadual Vital Brasil de Vera Cruz do Oeste, Cooperativa de Crédito Rural com Interação Solidária (CRESOL), Cristiano Frigo, Danilo Augusto Scharr, David de Souza Jaccoud Filho, Diego Scapim Pissinati, Diócles Castro e Silva, Diogo Muller, Douglas de Quevedo, Driéli Aparecida Reiner, Dulcineia Gonçalves Ribeiro, Éden José Janisch, Ederson Longaretti, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo Henrique Lima Mazzuchelli, Eduardo Vinícius Staffen Wammes, Edvaldo Martins do Nascimento, Eliana Pelicon Pereira Figueira, Elton Rodrigo Drebes, Emerson Crivelaro Gomes, Emerson Gerstemberger, Emerson José Polonio, Enio Antônio Bragagnolo, Ericson Fagundes Marx, Érika Tainá dos Santos Lopes, Erison Adriancyk, Everaldo Andrade de Ávila, Everton Carlos Rodrigues Souza, Fabianderson José Baio, Fabrício Karas, Felipe Favoretto Furlan, Felipe Machado de Freitas,

Fernanda Schubert Marques dos Reis, Fernando Borgert, Fernando Luis Martins Costa, Francine Francisca Araújo Moreira, Gabriela Candido Weber, Germano do Rosário Ferreira Kusdra, Gerson Schiochet, Gervásio Vieira, Gilmar Gobato, Gilson Martins, Gláucia Dias Trevizan, Gustavo Migliorini de Oliveira, Hemerson Bento Alves, Ilvo Antoniazzi, Irani Castro da Silva Soares, Ivan Domingos Freitas, Ivanderson Borelli, Jaci Fernandes de Souza, Jair Klein, Jayme Rogério Taube, João Carlos Taschetto, João Carlos Vechio, João de Ribeiro Reis Junior, João Dozorec, João Sergio Canterle, João Vitor Carmezini Rosa, Joel Rodrigues Fortes, Joelson dos Santos, Jonas Francisco Egewarth, Jorge Alberto Gheller, Jorge Luiz Rodrigues Valêncio, Jorge Maurino da Silva, José Alberto de Mendonça, José Aloisio Basaglia, José Aparecido Baptista, José Renato Stangarlin, José Valentin Juan, Junior Dallabrida, Juvaldir Olimpico, Karina Alves, Karla Regina Piekarski, Katerine Elizabeth Brero, Laércio Marcelo Nass, Lari Maroli, Laura Helena Goulart da Silva, Leandro José Sperotto, Leandro Michalovicz, Luciana Seyr, Luiz Carlos de Castro, Luiz Henrique dos Reis Bocaleti, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Luiz Pedro Scatolin, Luiza Tonelli, Maghnom Henrique Melo, Marcelo Ferreira Hupaló, Marcelo Vicensi, Marco Antonio da Silva Reis, Marcos Antônio Bourscheid, Marcos Antonio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Marta Inês Ferreira Bianchini, Matheus Martinhão, Mauro Jair Alves, Melissa Berti, Nelson Luiz Kunzler, Nelson Rogério Bueno da Silva, Noel Justo de Oliveira, Odair José Kuhn, Odimar de Mello, Onóbio Vicente Werner, Orestes Ramon Paladino, Pablo Luís Sanchez Rodriguez, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Cesa, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Paulo Roberto Mrtvi, Paulo Silva Barbosa, Pedro Cecere Filho, Peter Alexandre Van Engelenhoven, Prefeitura Municipal de Boa Vista da Aparecida, Rafael Alberto Guollo de Oliveira, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Ricielly Eloyze Rosseto, Robson Ferreira Brandão, Rodrigo Alexandre Patel da Fonseca, Romeu Gair, Ronaldo Cesar Woyniak, Rosani Inês Paulus, Rubens Antonio Sieburger Costa, Sandro César Albrecht, Seiji Igarashi, Sergio de Souza Lopes, Sérgio Miguel Mazaró, Sistema de Crédito Cooperativo (SICREDI), Sidney Carneiro, Sílvio César dos Santos Ferrari, Sinaney Delvan de Alencar Bozelli, Sindicato Rural de Cascavel, Valdemar Favreto, Valdir Brischiliari, Valdir da Silva, Vanderlei Mariussi, Vicente Lúcio Michaliszyn, Vilmar Natalino Grando, Vinícius Deotan Coletti, Vivian Carré Missio, Wagner Borghi, Willian de Moraes Atanásio.

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.
- CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. 2019. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/numeros>>. Acesso em: 19 jun. 2019.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v. 6 - safra 2018/19, n. 8, Oitavo levantamento, maio 2019. Disponível em: <<file:///D:/users/edivanjp/Downloads/BoletinsZGraosZZmaioZ-ZresumoZZ2019.pdf>>. Acesso em 10 jun. 2019.
- DERAL. Departamento de Economia Rural. **Preços**. 2019a. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=195>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- DERAL. Departamento de Economia Rural. **Custos de Produção**. 2019b. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=228>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- EMATER. **Alerta Ferrugem**. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=349>>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- 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.; 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**. 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: 05 set. 2017.
- HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; G.L.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.
- IAPAR. **Mapas climáticos**. Monitoramento mensal. 2018. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=635>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

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

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

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.

KELLY, H. Y.; DUFAULT, N. S.; WALKER, D. R.; ISARD, S.A.; SCHNEIDER, R. W.; GIESLER, L. J.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J.; HARTMAN, G. L. From select agent to an establishment pathogen: the response to *Phakopsora pachyrhizi* (Soybean rust) in North America. **Phytopathology**, v. 105, p. 905-916, 2015.

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.

MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F. **Fungos relacionados em plantas no Brasil**. Laboratório de Quarentena Vegetal. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <<http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michtml/fgbanco01.asp>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

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: 06 set. 2017.

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)

YORINORI, J. T. Country report and rust control strategies in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 447-455.

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 (2019).



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Alvadi Antonio Balbinot Junior,
Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine
Dinali Santos Seixas, José Marcos Gontijo
Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning,
Mariangela Hungria da Cunha, Norman
Neumaier e Vera de Toledo Benassi.*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Foto da capa

Claudine Dinali Santos Seixas

Parceria



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA
AGRICULTURA E DO
ABASTECIMENTO

Patrocínio



Microbacias