

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CATHERINE PENTER GAUDEDA MACHULEK RIBAS

MONITORAMENTO DE ESPOROS DE *Phakopsora pachyrhizi* EM UNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DA LAPA-PR, COMO FERRAMENTA PARA MANEJO DA DOENÇA EM SOJA – SAFRA 2022/2023

CURITIBA

2023

CATHERINE PENTER GAUDEDA MACHULEK RIBAS

**MONITORAMENTO DE ESPOROS DE *Phakopsora pachyrhizi* EM
UNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DA LAPA-PR, COMO
FERRAMENTA PARA MANEJO DA DOENÇA EM SOJA – SAFRA 2022/2023**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dra. Louise Larissa May De Mio

CURITIBA

2023

Dedico ao meu filho Hélio Miguel,
por tanto carinho e compreensão
com as aulas que a mamãe assistia,
com as provas que a mamãe fazia e
por entender e incentivar o
trabalhinho da mamãe Cat.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Trindade Divina, Pai, Filho e Espírito Santo pelas bênção e por todas as vezes que a ti recorri e fui agraciada.

Agradeço ao meu filho Hélio Miguel Penter Gaudeda Machulek Ribas por ser minha alegria diária, minha força, minha fonte de inspiração, a quem dedico esse trabalho.

Agradeço à minha mãe, Semíramis Penter Gaudeda Machulek por sempre me incentivar a crescer nos estudos, sendo esta a fonte mais libertadora para uma pessoa.

Agradeço ao meu pai, Hélio Gaudeda Machulek, que sempre nos mostrou a dedicação no que faz e determinação.

Agradeço a meu irmão, José Hélio Penter Gaudeda Machulek, por me mostrar que em toda oportunidade que nos é concedida temos que fazer o nosso melhor.

Agradeço a meu esposo Everton Ribas por entender a importância do avanço nos estudos.

Agradeço a minha Orientadora, a Prof^a Dra^a Louise Larissa May De Mio, por suas orientações e apoio no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço ao meu amigo Gustavo Migliorini de Oliveira, pelo apoio e ensinamentos.

“Abraçe a vida no peito, siga em frente e nunca pare de sonhar.”

RESUMO

A cultura da soja possui a maior relevância econômica no Brasil, porém há muitos fatores limitantes que podem interferir nas produtividades das lavouras. A Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é considerada a principal doença fúngica que pode acometer a cultura, uma vez que os danos causados por essa doença representam até 90% de perdas, tendo em vista a agressividade da doença e sua disseminação. O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER (IDR-Paraná) em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Soja (EMBRAPA Soja), desenvolve o programa de Manejo Integrado de Doenças da Soja com ênfase em Ferrugem Asiática, utilizando como ferramenta o Coletor de Esporos que possibilita detectar os uredosporos do fungo disseminados pelo vento. Essa detecção antes do estabelecimento da doença na lavoura permite que o controle químico seja mais assertivo e evitando apenas aplicações calendarizadas. O presente estudo teve por objetivo apresentar os resultados do monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* em uma unidade de referência no município da Lapa-PR, na safra 2022/2023 e discutir manejo específico para esta área a partir da detecção com base nas premissas do manejo integrado de doenças. A variedade utilizada foi a BMX Zeus IPRO, semeada em 15 de novembro de 2022, em duas áreas sob mesmo manejo pré-plantio, porém uma área adotando-se o monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* por meio do coletor de esporos e a outra adotando-se o manejo convencional do agricultor. Na área do coletor de esporos foram realizadas apenas duas aplicações, sendo nos dias 08 e 29 de janeiro de 2023, utilizando os produtos comerciais Sphere Max (ciproconazol e trifloxistrobina) e Cronnos (picoxistrobina, tebuconazol e mancozebe), obtendo uma produtividade de 70,66 sacas/ha. Na área de manejo convencional, onde foram adotados os mesmos manejos pré-plantio de adubação, mesma cultivar utilizada, mesma data de plantio e em área na mesma localidade, foram realizadas quatro aplicações, sendo nos dias 20 de dezembro, 03 e 19 de janeiro e 05 de fevereiro alternado-se os produtos comerciais Sphere Max e Cronnos, obtendo uma produtividade de 61,98 sacas/ha.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*. Coletor de esporos. Manejo Integrado de Doenças.

ABSTRACT

The soybean crop has the greatest economic relevance in Brazil, but there are many limiting factors that can interfere with crop yields. Asian Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) is considered the main fungal disease that can affect the crop, since the damage caused by this disease represents up to 90% of losses, in view of the aggressiveness of the disease and its dissemination. The Institute of Rural Development of Paraná – IAPAR – EMATER (IDR-Paraná) together with the Brazilian Agricultural Research Corporation – Soja (EMBRAPA Soja), develops the Integrated Management of Soybean Diseases program with emphasis on Asian Rust, using as tool, the Spore Collector, which makes it possible to detect the uredospores of the fungus disseminated by the wind. This detection before the establishment of the disease in the crop allows the chemical control to be more assertive and avoids only scheduled applications. This study aimed to present the results of monitoring *Phakopsora pachyrhizi* in a reference unit in the municipality of Lapa-PR, in the 2022/2023 harvest and to discuss specific management for this area based on detection based on the premises of integrated management of illnesses. The variety used was BMX Zeus IPRO, sown on November 15, 2022, in two areas under the same pre-planting management, but one area adopting *Phakopsora pachyrhizi* monitoring through the spore collector and the other adopting conventional farming management. In the area of the spore collector, only two applications were carried out, on January 8 and 29, 2023, using the commercial products Sphere Max (cyproconazole and trifloxystrobin) and Cronnos (picoxystrobin, tebuconazole and mancozeb), obtaining a productivity of 70.66 bags/ha. In the conventional management area, where the same pre-planting fertilization practices were adopted, same cultivar used, same planting date and in an area in the same locality, four applications were carried out, on December 20, January 03 and 19 and February 5, alternating the commercial products Sphere Max and Cronnos, obtaining a productivity of 61.98 bags/ha.

Key words: *Phakopsora pachyrhizi*. Spore Collector. Integrated disease management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE DE REFERÊNCIA	16
FIGURA 2 – COLETOR DE ESPOROS (A); TUBO VISTO DE FRENTE MOSTRANDO O SUPORTE COM A LÂMINA DE VIDRO ACOPLADA E ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO (B).....	17
FIGURA 3 – COLETOR DE ESPOROS. (A) VISÃO FRONTAL COM LÂMINA. AGRICULTOR VERIFICANDO INSTALAÇÃO DO COLETOR DE ESPOROS (B)..	18
FIGURA 4 – ESPOROS DE <i>Phakopsora pachyrhizi</i> (FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA) EM LEITURA DE MICROSCÓPIO ÓPTICO, AUMENTO DE 400X.....	19
FIGURA 5 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE MANEJO CONVENCIONAL...	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUANTIDADE DE ESPOROS EM LEITURA DE LÂMINA DE COLETOR DE ESPOROS INSTALADO NA UNIDADE DE REFERÊNCIA DE ANTÔNIO KNOPIK, SAFRA 2022/2023.....	20
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA.....	11
2.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.....	11
2.3 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS EM SOJA – MID SOJA.....	12
2.4 COLETOR DE ESPOROS.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÕES.....	24
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
7 REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja proporcionou uma revolução socioeconômica e tecnológica no Brasil Moderno, a qual pode ser comparada ao fenômeno ocorrido com o ciclo da cana-de-açúcar, da borracha e do café que impulsionaram o comércio exterior do País. A receita proveniente das exportações de soja supera os dez bilhões de dólares, representando cerca de 8% do total exportado pelo País, e ainda se consideram os benefícios indiretos derivados da sua extensa cadeia produtiva, que superam em mais de cinco vezes esse valor. (EMBRAPA, 2021).

A produção de grãos no Brasil no ciclo 2022/2023 está estimada em 312,5 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo de 40,1 milhões de toneladas quando comparada com a temporada 2021/22 – alta de 15%. No caso da área plantada, é esperado um crescimento de 3,3%, o que corresponde à incorporação de 2,5 milhões de hectares, chegando a 77 milhões de hectares. (CONAB 2023)

Na commodities soja Brasil deverá colher, nesta safra, 154.810,7 mil toneladas, 23,3% superior ao obtido na última safra, área plantada de 43.834,4 mil ha e produtividade média de 3.532 kg/ha, confirmando recordes históricos de área de plantio, produtividade e produção.

A ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), pela sua severidade e ampla distribuição, é uma das mais importantes doenças da cultura da soja no Brasil, podendo provocar grandes perdas de até 90% de produtividade quando medidas adequadas de controle não são empregadas. (EMBRAPA, 2011).

Algumas formas de manejo da doença são a ausência da semeadura de soja e a eliminação de plantas voluntárias na entressafra através do vazio sanitário para redução do inóculo do fungo, utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada, utilização de fungicidas em momento adequado e assertivo, adoção do manejo integrado de doenças como ferramenta.

Nesse sentido uma ferramenta de extrema importância no manejo integrado de doenças, principalmente para a ferrugem da soja, é o uso do coletor de esporos, que consiste em uma base de ferro fixada ao solo, onde na ponta superior é acoplado um cano de PVC e dentro posicionado uma lâmina de microscopia óptica com fita dupla face. Essa ferramenta permite a detecção de esporos na lavoura antes do estabelecimento da ferrugem, possibilitando que o controle seja assertivo e evitando aplicações

desnecessárias de fungicidas. Atualmente no estado do Paraná, o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER em conjunto com a Embrapa Soja, desenvolve em unidades de referência (áreas de produtores rurais assistidos) o manejo integrado de doenças – MID Soja, com suporte do coletor de esporos e os resultados desses acompanhamentos são disponibilizados através do “Alerta Ferrugem” disponível em plataformas digitais para todo público interessado.

Desse modo a detecção de esporos na lavoura por meio do coletor de esporos, antes do estabelecimento da doença a campo, permite o controle químico mais assertivo. O objetivo desse trabalho é apresentar os resultados do monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* em uma unidade de referência no município da Lapa-PR, na safra 2022/2023 e discutir manejo específico para esta área a partir da detecção com base nas premissas do manejo integrado de doenças.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA

A soja é a principal commodity agrícola brasileira utilizada principalmente no processamento em farelo e óleo vegetal. (PELIN, C ET AL). Na safra 2021/2022, no mundo, segundo relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA, a produção de soja no mundo foi de 355,588 milhões de toneladas em uma área plantada de 130,935 milhões de hectares. No Brasil, na safra 2021/2022 a produção de soja foi de 123.829,5 milhões de toneladas, em uma área plantada de 40.921,9 milhões de hectares. (EMBRAPA, 2021)

Segundo o Boletim de Safras da CONAB, para a cultura da soja 2022/2023, a produção estimada está em 151, 4 milhões de toneladas, o que representa 20,6% superior à safra passada. Em relação à estimativa anterior, pode-se observar uma redução de 1%, causado pela estiagem no Rio Grande do Sul, porém compensada por ganhos de produção em São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul.

A colheita teve avanço em todas as regiões produtoras. No Paraná, a maior parte das lavouras se encontra em boas condições, mesmo considerando o excesso de umidade no solo, que provocou erosão, baixas luminosidades e temperatura que também prejudicaram o desenvolvimento de parte desta cultura. Ainda há disponibilidade de água no solo em área onde a cultura está estágio de florescimento e enchimento de grãos. Porém, em muitas áreas que estão maduras ou prontas para colheita, os recentes episódios de chuva têm interrompido as operações de colheita, com risco de perdas de qualidade e produtividade. (CONAB, 2023).

2.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

A ferrugem asiática é a principal doença da cultura da soja, e tem como agente causal o fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A doença acarreta um prejuízo de dois bilhões de dólares por safra no Brasil, considerando o custo de controle da doença e as perdas econômicas decorrentes da redução da produtividade (XAVIER et al., 2015)

A doença foi identificada pela primeira vez no Japão em 1902, onde então se espalhou em demais países orientais. Em 1994 foi identificada no Havaí e em 1997 na África. (HARTMAN et al., 1999). Na safra 2000/2001 foi identificada no Paraguai e no

Brasil, e em duas safras se disseminou para a maioria das regiões produtoras de soja no País. A ferrugem asiática é considerada a doença com maior severidade em soja no Brasil, em virtude da agressividade do patógeno e das perdas em produtividade quando não realizado manejo adequado, podendo chegar até 90%. (HARTMAN et al., 2015; GODOY et al., 2016)

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* (fase teleomórfica, forma perfeita) é um patógeno que produz teliosporos de coloração marrom amarelada pálida, dispersos em duas a sete camadas. Na fase anamórfica (imperfeita, clonal), ocorre em forma de *Malupa sojae* (CARVALHO JUNIOR & FEGUEIREDO, 2000). Ao causar lesões na planta, o fungo produz urédias, que são estruturas responsáveis pela produção e liberação dos uredósporos. Os sintomas podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Inicialmente são caracterizados por pontos de no máximo 1 mm de diâmetro mais escuros do que o tecido da folha, de cor esverdeada a cinza-esverdeada na face adaxial, e na face abaxial percebem-se protuberâncias que são estruturas reprodutivas, as urédias de coloração castanho-clara a castanho-escura. As urédias abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os esporos hialinos que se acumulam ao redor dos poros e são carregados pelo vento. (EMBRAPA, 2014). Em condições de alta severidade, as folhas amarelecem e caem. (OLIVEIRA, et. al., 2022)

O processo de infecção é dependente da disponibilidade de água na superfície da folha, sendo necessárias no mínimo seis horas, com um máximo de infecção ocorrendo com 10 a 12 horas de molhamento foliar. Temperaturas entre 18 ° C e 26,5 ° C são favoráveis para a infecção. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade (grão verde).(EMBRAPA,2014). Precipitações pluviométricas e radiação solar também interferem nas etapas do ciclo patógeno-hospedeiro, bem como presença ou não de genes de resistência (ISARD et. al.,2006; GODOY et. al., 2020).

2.3 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS NA SOJA – MID SOJA

O manejo integrado de doenças - MID consiste em utilizar dos diversos métodos de controle de doenças como legislativo, genético, biológico, cultural e químico a fim de se obter a máxima expressão do potencial produtivo da planta. Tais métodos quando

usados de forma correta promovem a sustentabilidade do agroecossistema, bem como viabilidade financeira da produção e retorno econômico ao agricultor.

O manejo integrado de doenças na produção de soja envolve desde área de plantio, data de semeadura, rotação de culturas, adubação e calagem adequadas, escolha da cultivar de acordo com o histórico de doenças existentes na área, qualidade e tratamento de sementes, manejo da cultura, inspeção da lavoura. (ITO, M. F., 2006)

Nesse sentido existe o Programa Nacional de Controle da Ferrugem Asiática da Soja, que foi instituído pela Portaria nº306/2021, visando fortalecer o sistema de produção agrícola da soja, congregando ações estratégicas de defesa sanitária vegetal com suporte de pesquisa agrícola e assistência técnica para prevenção e controle da doença. O vazio sanitário, de acordo com a Portaria nº 306/2021, é o período definido e contínuo em que não se pode manter plantas vivas de soja em uma determinada área. Esse período deve ser de, pelo menos, 90 dias sem a cultura e sem plantas voluntárias no campo. O objetivo é reduzir a população do fungo no ambiente na entressafra e assim atrasar a ocorrência da doença na safra. (MAPA, 2022).

Para o ano de 2023, ainda nesse sentido a Portaria da Secretaria de Defesa Agropecuária nº607, de 21 de junho de 2022, estabelece também o calendário de semeadura de soja referente à safra 2022/2023. Esse calendário tem por objetivo reduzir o número de aplicações de fungicidas ao longo da safra e reduzir a pressão de seleção de resistência do fungo aos fungicidas. Já se tem observado a campo populações menos sensíveis a fungicidas inibidores da desmetilação (IDM ou triazóis), inibidores de quinona externa (IQe ou “estrobilurinas”) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH ou “carboxamidas”). Semeaduras realizadas tardias podem receber esporos em estádios vegetativos, o que implicaria na antecipação da aplicação de fungicida e consequentemente maior número de aplicações, maior a chance de acelerar a seleção de populações resistentes a esses fungicidas. (EMBRAPA, 2022).

2.4 COLETOR DE ESPOROS

No que se refere ao controle químico da ferrugem asiática, para que este seja eficiente, deve-se priorizar que seja feito em momento adequado. Assim, a aplicação de

fungicidas de forma racional implica no monitoramento do patógeno e da doença desde o início do desenvolvimento da planta, e intensificado no fechamento das entrelinhas. (GODOY et. al., 2016).

Uma vez que a identificação dos primeiros sintomas de ferrugem asiática a campo a olho nu, ou mesmo através de lupa de aumento (mínimo 20x) é uma tarefa difícil e exige treino, uma ferramenta de grande importância para o monitoramento da detecção de esporos, antes que ocorra o estabelecimento da doença, é o coletor de esporos.

O coletor de esporos possui muito relatos na literatura e com muitas finalidades (HIRST, 1952; JACKSON; BAYLISS, 2011). O modelo tratado no presente estudo foi adaptado do “Coletor de Esporos SIGA”. Este foi desenvolvido a partir de 1985, por Seiji Igarashi, que exercia sua função como pesquisador em Fitopatologia no IAPAR (atualmente IDR – Paraná) para pesquisas com a doença Brusone em trigo. (OLIVEIRA, et. al., 2022).

Posteriormente a safra 2002/2003 com a verificação da ferrugem asiática da soja a nível Brasil, o pesquisador Seji Igarashi avançou com os estudos da doença, utilizando o coletor de esporos no norte e oeste do Paraná bem como sudoeste de São Paulo. Hoje, os estudos com o coletor de esporos já permeiam diversas publicações afirmando a efetividade do coletor de esporos como ferramenta para o manejo integrado da ferrugem asiática em soja. (Gardiano et al., 2010; Minchio, 2011; Ishikawa et al., 2014; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016).

Desde a safra 2016/2017 o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR Paraná junto a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária organizam e publicam os resultados da pesquisa e extensão do Manejo Integrado de Doenças em Soja nas unidades de referência que são assistidas pelos técnicos do IDR-Paraná. Atualmente, esses dados compõem também uma importante plataforma com geolocalização, chamada “Alerta Ferrugem”, que permite a análise das informações em formato de rede local, regional e estadual, acompanhando de forma indireta a evolução e disseminação do patógeno. (OLIVEIRA, et. al., 2020; EMBRAPA, 2021 ps é o protocolo).

O coletor de esporos basicamente é um equipamento em formato de biruta, que gira em torno do seu próprio eixo, de acordo com a direção do vento. O modelo adaptado pelos extensionistas do IDR – Paraná os senhores Celso Daniel Seratto e Valdir

Brischillari é feito a partir da junção de tubos, conexões e reduções de PVC, que ficam sobre uma haste de ferro com rolamento em seu topo, permitindo assim que o vento passe livremente em seu interior e haja rotação a partir dos ventos predominantes. Dentro do tubo de PVC, é colocada uma lâmina de microscopia na qual é colada uma fita dupla face. A cada troca de lâmina é anotado em etiqueta a Unidade de Referência, data da troca, estágio fenológico da cultura.(OLIVEIRA, et. al., 2020).

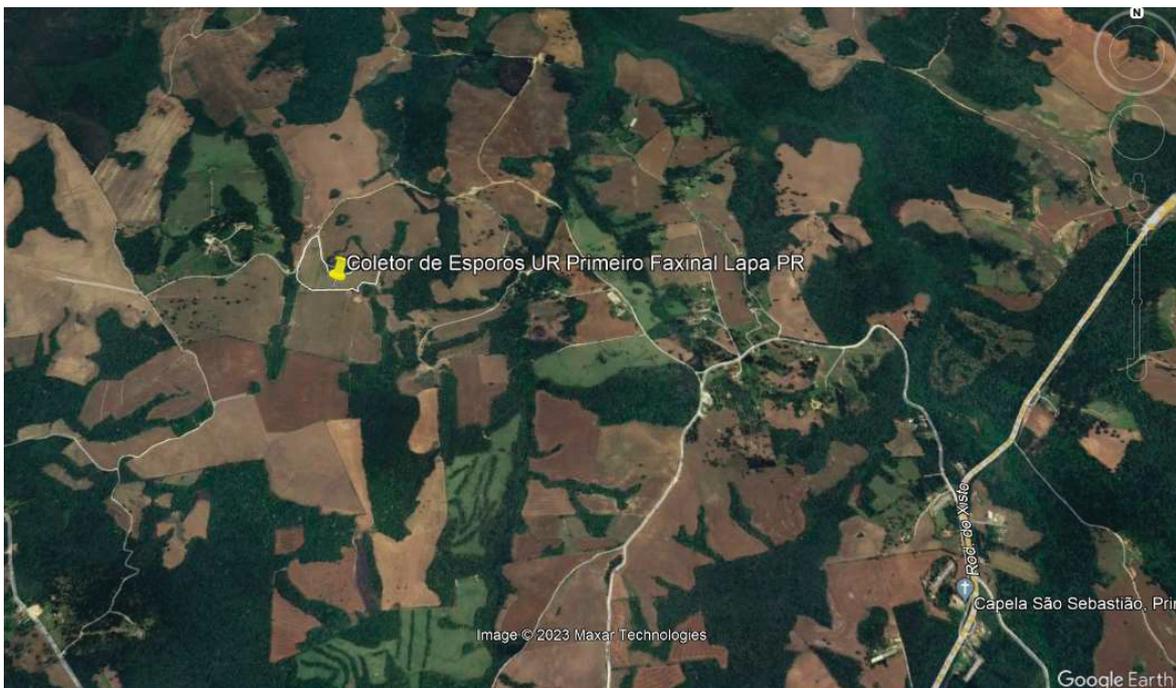
Os técnicos junto aos agricultores definem o melhor local para instalação do coletor de esporos, preconizando locais com fluxo contínuo de vento e evitando-se proximidade a estradas e carreadores a fim de se reduzir poeiras e contaminantes.

Semanalmente é realizada a troca das lâminas e a leitura destas é realizada em microscópio óptico, através de varredura da fita adesiva, comparando-se lâminas montadas com esporos de planta sintomáticas. (IGARASHI et. al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Unidade de Referência da propriedade do senhor Antônio Knopik, localidade do Primeiro Faxinal, Lapa – PR, como representado na figura 1. A variedade utilizada foi a BMX Zeus IPRO, semeada em 15 de novembro de 2022.

FIGURA 1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE DE REFERÊNCIA



E: O AUTOR, 2023

A dessecação da área antes da semeadura ocorreu dia 03 de novembro de 2022, onde foi utilizado o produto comercial Templo (grupo químico das Glicinas Substituídas (glifosato) e álcool glicólico (monoetilenoglicol). A adubação de base adotada pelo agricultor foi de 248 Kg/ha do adubo formulado 5-15-10 da marca Fertilize Adubos. A área de acompanhamento direcionada ao coletor de esporos foi de aproximadamente 5 hectares.

O Coletor de esporos utilizado foi feito com base no modelo criado pelo Dr. Seiji Igarashi. O equipamento conforme na figura 2, possui uma haste de ferro de 1,6 metro de comprimento, com uma base para fixação no solo; na parte superior é acoplado um rolamento blindado, um tubo de cloreto de polivinil (PVC) composto por uma redução excêntrica de 150 mm x 100 mm, um T de 100 mm x 50 mm, tubo de

100 mm, redução de 50 mm x 40 mm. Dentro do tubo de PVC é colocada uma lâmina de microscopia com uma fita adesiva dupla face, pois com a passagem do vento pelo coletor os esporos ficam aderidos na fita permitindo então a leitura e identificação dos esporos em microscópio posteriormente.

FIGURA 2- COLETOR DE ESPOROS (A); TUBO VISTO DE FRENTE MOSTRANDO O SUPORTE COM A LÂMINA DE VIDRO ACOPLADA E ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO (B).



FONTE: O AUTOR, 2022.

O Coletor de esporos foi instalado dia 21 de novembro de 2023 na parte de maior altitude da propriedade do agricultor, permitindo a passagem dos ventos predominantes da região, conforme figura 3 (A e B).

FIGURA 3 – COLETOR DE ESPOROS. (A) VISÃO FRONTAL COM LÂMINA. AGRICULTOR VERIFICANDO INSTALAÇÃO DO COLETOR DE ESPOROS (B).



FONTE: O AUTOR, 2022.

A troca da lâmina ocorreu semanalmente até o fechamento da entrelinha, quando então passou a ser realizada duas vezes por semana. A cada troca de lâmina, esta era levada até o escritório local do IDR-Paraná de Contenda, para que fosse feita a leitura e identificação dos esporos presentes, conforme figura 4.

FIGURA 4 – ESPOROS DE *Phakopdora pachyrhizi* (FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA) EM LEITURA DE MICROSCÓPIO ÓPTICO, AUMENTO DE 400X.



FONTE: GUSTAVO MIGLIORINI DE OLIVEIRA, 2023.

Quando ocorria a identificação dos esporos de *Phakopsora pachyrhizi*, o técnico responsável pela unidade de referência entrava em contato com o agricultor, fazia o repasse da informação e orientava a respeito da necessidade de aplicação ou não de fungicidas, levando-se em conta também as condições de tempo previstas, estágio fenológico da cultura, capacidade operacional, custos, sintomas a campo, entre outros. Essa troca de informações entre técnico e agricultor é fundamental, pois a tomada final de decisão em realizar ou não a aplicação de fungicidas é de responsabilidade do agricultor.

No momento da detecção de esporos pela leitura da lâmina retirada do coletor de esporos, a informação também era adicionada em plataforma digital do IDR, para informe de dados de cada unidade de referência. Através dessa plataforma que o sistema Alerta Ferrugem era alimentado de dados, e estes então disponibilizados no site <https://cutt.ly/AlertaFerrugem> e no canal do Youtube do IDR-Paraná através de boletins semanais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a safra 2022/2023 na Unidade de Referência da propriedade do senhor Antônio Knopik, localidade do Primeiro Faxinal, Lapa – PR, foram realizadas dezessete trocas de lâminas no coletor de esporos conforme tabela 1.

TABELA 1 - QUANTIDADE DE ESPOROS EM LEITURA DE LÂMINA DE COLETOR DE ESPOROS INSTALADO NA UNIDADE DE REFERÊNCIA DE ANTÔNIO KNOPIK, SAFRA 2022/2023.

Data	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	<i>Microsphaera diffusa</i>	<i>Peronospora manshurica</i>	Estádio Fenológico
21/11/2022	0	0	0	VE
24/11/2022	0	0	0	VC
01/12/2022	0	2	0	V2
07/12/2022	0	0	3	V2
20/12/2022	0	3	0	V3
26/12/2023	0	0	2	V4
06/01/2023	28	0	7	R1
09/01/2023	0	2	32	R1
13/01/2023	0	2	> 50	R1
17/01/2023	3	0	17	R1
19/01/2023	0	1	> 50	R2
25/01/2023	0	0	20	R2
27/01/2023	2	6	9	R3
30/01/2023	0	0	6	R3
03/02/2023	1	0	0	R4
08/02/2023	16	0	6	R5.1
24/02/2023	> 50	4	2	R5.4

A primeira identificação de esporos de ferrugem da soja na Unidade de Referência do Sr Antônio (Lapa-PR) correu dia seis de janeiro de 2023. A segunda identificação dia dezessete de janeiro, a terceira dia vinte e sete de janeiro, seguido dos dias três de fevereiro, oito de fevereiro e vinte e quatro de fevereiro.

Também foram identificados esporos de Oídio (*Microsphaera diffusa*) e Míldio (*Peronospora manshurica*). Em nível de estado, as primeiras ocorrências de esporos de ferrugem identificados no coletor foram observadas no final de outubro e começo de novembro de 2022, na região oeste do Paraná.

A primeira aplicação de fungicida para controle da ferrugem da soja ocorreu dia 08 de janeiro de 2023, quando a lavoura estava no estágio R1, ou seja, uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal). O produto utilizado foi Sphere Max, um fungicida composto por Ciproconazol, pertencente ao grupo dos triazóis ou DMIs (Inibidores da Desmetilação C-14) e por Trifloxistrobina, uma estrobilurina, pertencente ao grupo dos Qols (Inibidores da Quinona Oxidase), respectivamente Grupo G1 e Grupo C3 segundo a classificação internacional do FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas).

A segunda aplicação de fungicida para controle da ferrugem da soja ocorreu dia 29 de janeiro de 2023, quando a lavoura estava no estágio R3, ou seja, no início da formação da vagem, sendo a vagem de 0,5 cm a 2,0 cm em um dos quatro nós superiores na haste principal. O produto utilizado foi o Cronnos, um fungicida composto por picoxistrobina, tebuconazol e mancozebe, que apresentam diferentes mecanismos de ação, sendo a picoxistrobina um inibidor da respiração (Grupo C3), o tebuconazol um inibidor da biossíntese do ergosterol (Grupo G1) e o mancozebe com atividade de contato multissítio (Grupo M03) segundo classificação internacional do FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas).

A unidade de referência finalizou o ciclo da soja com apenas duas aplicações de fungicidas para ferrugem da soja. A colheita ocorreu dia vinte e quatro de março e a produtividade da área foi de 70,66 sacos/ha.

Godoy et al. (2009), apresentaram resultados próximos ao avaliarem a eficiência do controle da ferrugem asiática da soja, em função do momento da aplicação baseado nos estádios fenológicos da cultura em Londrina-PR na safra 2005/2006. Concluíram que o melhor tratamento foi quando realizou-se duas aplicações, em R2 e R5.1, sendo mais eficiente e apresentando a melhor produtividade.

Para MINCHIO (2011), tratamentos com 2 aplicações tiveram melhor eficiência do que o tratamento com 3 aplicações calendarizadas.

Comparativamente, na mesma propriedade do senhor Antônio Knopik, localidade do Primeiro Faxinal, Lapa – PR, com mesma variedade BMX Zeus IPRO, mesma data de plantio e mesma adubação, porém em áreas onde não foi adotado o manejo integrado de doenças com a ferramenta do coletor de esporos, denominada área de

manejo convencional com aproximadamente 10 hectares, conforme figura 5, foram realizadas quatro aplicações para o controle da ferrugem.

FIGURA 5 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE MANEJO CONVENCIONAL



FONTE: O AUTOR, 2023

Na área de manejo convencional a primeira aplicação ocorreu dia vinte de dezembro, quando a lavoura estava no estágio V3, ou seja, com folha trifoliolada completamente desenvolvida no segundo nó acima do nó unifoliolar. O produto utilizado foi Sphere Max, um fungicida composto por Ciproconazol, pertencente ao grupo dos triazóis ou DMIs (Inibidores da Desmetilação C-14) e por Trifloxistrobina, uma estrobilurina, pertencente ao grupo dos Qols (Inibidores da Quinona Oxidase), respectivamente Grupo G1 e Grupo C3 segundo a classificação internacional do FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas).

A segunda aplicação na área de manejo convencional ocorreu no dia três de janeiro, quando a lavoura estava no estágio R1, ou seja, uma flor aberta em qualquer nó na haste principal. O produto utilizado foi o Cronnos, um fungicida composto por picoxistrobina, tebuconazol e mancozebe, que apresentam diferentes mecanismos de ação, sendo a picoxistrobina um inibidor da respiração (Grupo C3), o tebuconazol um inibidor da biossíntese do ergosterol (Grupo G1) e o mancozebe com atividade de contato multissítio (Grupo M03) segundo classificação internacional do FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas).

A terceira aplicação na área de manejo convencional ocorreu dia dezenove de janeiro, quando a lavoura estava no estágio R2, ou seja, no florescimento pleno com uma flor aberta num dos dois últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida. O produto utilizado foi Sphere Max.

A quarta aplicação na área de manejo convencional ocorreu dia cinco de fevereiro, quando a lavoura estava no estágio R4, ou seja, com a vagem completamente desenvolvida apresentando cerca 2 cm de comprimento num dos quatro últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida. O produto utilizado foi o Cronnos.

Na área de manejo convencional a colheita ocorreu também dia vinte e quatro de março e a produtividade da área foi de 61,98 sacos/ha.

Para Migliorini, et. al (2022), ao adotar o MID-Soja Evita-se, portanto, aplicações desnecessárias de fungicidas, diminuindo possíveis problemas de fitotoxicidade dos produtos, favorece o controle de insetos-pragas por fungos entomopatogênicos de ocorrência natural e por fim, evita a compactação do solo pelo menor tráfego de máquinas nas áreas.

5 CONCLUSÕES

A utilização do coletor de esporos como uma ferramenta indicativa do momento ideal de realizar a primeira pulverização é importante no controle da ferrugem asiática.

O uso do coletor de esporos permitiu realizar aplicações assertivas para o controle da ferrugem quando aliado ao manejo integrado de doenças.

Foi possível adiar em dezenove dias a primeira aplicação de fungicida para controle da ferrugem sem haver perdas de produção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Monitoramento de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* através do uso da ferramenta Coletor de Esporos é relevante para o manejo da doença em soja, como uma forma econômica e estratégica para o agricultor, pois permite a identificação dos primeiros esporos no ambiente antes mesmo da identificação visual dos sintomas da doença a campo em fases iniciais.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Portaria nº 607, de 21 de junho de 2022.** Estabelece os calendários de semeadura de soja referente à safra 2022/2023. Diário Oficial da União. 28 de junho de 2022. Disponível em: <<https://in.gov.br/web/dou/-/portaria-sda-n-607-de-21-de-junho-de-2022-410711780>>. Acesso em: 03 abri. 2023.

CARVALHO J, A. A. de.; FIGUEIREDO, M. B. **A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil.** Summa Phytopathologica, Botucatu, v.26, p. 197-200, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, safra 2022/2023, 4º levantamento.** Disponível em: <file:///C:/Users/Emater/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z4oZlevantamento.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, safra 2022/2023, 6º levantamento.** Disponível em: <file:///C:/Users/Emater/Downloads/site_Boletim_de_Safras-6o-levantamento_r2.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, safra 2022/2023, 8º levantamento.** Disponível em: <http://file:///C:/Users/Emater/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z8oZlevantamento_1.pdf>. Acesso em: 13 marc. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Custo do controle químico da Ferrugem Asiática da Soja para a safra 2010/11.** Comunicado técnico 161. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/870114/1/COT2011161.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Importância socioeconômica da soja** - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica-da-soja>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Identificação das Doenças em Soja.** Documento 256. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números, safra 2021/2022.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Vazio sanitário e calendarização da semeadura da soja.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/ferrugem/vaziosanitariocalendarizacaoosemeadura#:~:text=O>>

%20vazio%20sanit%C3%A1rio%2C%20de%20acordo,sem%20plantas%20volunt%C3%A1rias%20no%20campo>. Acesso em: 10 mai. 2023.

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).

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.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; DEL PONTE, E. M. **Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR**. *Tropical Plant Pathology*, v.34, n.1, p. 056-061. 2009.

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.; SENGER, 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. I.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Diseases**. 4 ed. St. Paul: APS Press, p. 100, 1999.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. **Compendium of soybean diseases**. 5 ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.

ISARD, S. A.; DUFAULT, 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.

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.

ITO, M. F. Soja, Cenário Hostil. **Revista Cultivar**. 2016. Disponível em: <https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar_206>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa amplia os períodos de vazio sanitário da soja para 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-amplia-os-periodos-de-vazio-sanitario-da-soja-para-2022>>. Acesso em: 07 jul 2023.

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, 2011.

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**. Universidade Estadual de Londrina. p.44. 2011.

OLIVEIRA, G. M. de.; SEIXAS, C. D. S.; REIS, E. A. dos; HELING, A. L.; SILVA, G. C.; POSSAMAI, E. J.; LIMA, D. de; OLIVEIRA, A. B. de. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2021/2022 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Embrapa Soja. Circular técnica, 188. 2022.

PIELIN, C.; FILHO, J. A. W. F.; NESI, C. N. **Ferrugem Asiática da Soja: Etiologia e controle**. Informativo Técnico, Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.33, n.3, 18-21, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Emater/Downloads/lamperuch,+RAC109_SET-DEZ-2020+completo+alta+2-20-23.pdf>. Acesso em 20 jun. 2023.

USDA. United States Department Of Agriculture. Disponível em: <<https://usdabrazil.org.br/relatorios/>>. Acesso em 25 jun. 2023.

XAVIER, S.A.; KOGA, L.J.; BARROS, D.C.M.; CANTERI, M.G.; LOPES, I.O.N.; GODOY, C.V. **Varição da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas ini-bidores da desmetilação no Brasil**. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.41, n.3, p.191-196, 2015.

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.