

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JONAS FILIPE RACOSKI

**MONITORAMENTO DO AGENTE CAUSAL DA FERRUGEM ASIÁTICA VIA
COLETOR DE ESPOROS E SEU EFEITO NO CONTROLE QUÍMICO**

PATO BRANCO

2022

JONAS FILIPE RACOSKI

**MONITORAMENTO DO AGENTE CAUSAL DA FERRUGEM ASIÁTICA VIA
COLETOR DE ESPOROS E SEU EFEITO NO CONTROLE QUÍMICO**

**Monitoring the causal agent of rust asiatic via spore collector and its effect
on chemical control**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Idalmir Santos, Prof. Dr.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento do trabalho, mesmo para fins comerciais, sem a possibilidade de alterá-lo, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JONAS FILIPE RACOSKI

**MONITORAMENTO DO AGENTE CAUSAL DA FERRUGEM ASIÁTICA VIA
COLETOR DE ESPOROS E SEU EFEITO NO CONTROLE QUÍMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 30/junho/2022

Idalmir dos Santos
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rosangela Dallemole Giaretta
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Henrique de Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2022

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
pois acredito que ele é quem me deu
capacidade para redigir meu trabalho, também
à minha família e amigos que me entenderam
até mesmo nos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a Deus pela possibilidade de concluir esse trabalho de conclusão de curso, ao qual deposito minha crença e minha fé.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Idalmir dos Santos, pela sabedoria, paciência e vontade com que me guiou durante este trabalho.

Aos meus colegas de sala pela ajuda na elaboração das atividades.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio. Também a minha noiva Jaqueline Iohana Tavares, por todo auxílio e toda compreensão durante a minha trajetória

Aos amigos que me auxiliaram na busca de informações e também no fornecimento dos materiais necessários para o andamento do meu trabalho, posso destacar João Hernesto, Fernando Panison e também Bruno Tozetto, os quais gentilmente forneceram tempo e recursos que viabilizaram este projeto.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Atualmente o elevado número de aplicações para o controle da ferrugem asiática na soja, vem elevando os custos de produção do grão, além disso o impacto ambiental também se destaca. O número elevado de aplicações pode ser caracterizado por falta de informação que auxilie o produtor e técnicos na hora da tomada de decisão. Portanto neste trabalho foram geradas informações para agricultores, técnicos agrícolas e agrônomos para tomada de decisão do controle químico da Ferrugem asiática na soja, colaborando para a redução no número de aplicações de fungicidas mantendo a produtividade e diminuindo os custos. Para essa redução do número de aplicações foi realizado o monitoramento da chegada dos esporos da *Phakopsora pachyrhizi* no campo, por meio do uso do coletor de esporos fornecido pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná). Realizou-se a comparação entre três tipos diferentes de tratamentos, sendo o primeiro o tratamento convencional no qual o produtor realiza as 4 aplicações de fungicidas. No tratamento dois, as aplicações dos fungicidas aconteceram somente após a detecção dos esporos na lâmina de microscopia presente no coletor. O tratamento três foi a testemunha absoluta, aonde não se aplicou fungicidas. O experimento com a cultivar de soja NS 4823 foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, com 7 repetições, totalizando 21 parcelas, cada parcela com 9 m². Observou-se uma maior produtividade nos blocos com aplicação de fungicidas, porém através da análise econômica observou-se que ainda assim o controle via coletor tem maior retorno. A diminuição das aplicações tem como contribuição ao agricultor uma redução de gastos com fungicidas e custos de aplicações, menor exposição do aplicador aos agroquímicos, e menor impacto ambiental. Os dados avaliados foram submetidos a análise de variância em nível de 5% de probabilidade de erro seguido de teste de Tukey.

Palavras-chave: ferrugem asiática; soja; coletor de esporos.

ABSTRACT

Currently, the number of applications for the control of soybean rust, comes also raising grain production costs, in addition to high production costs, the impact environment also stands out. The high number of applications can be characterized by a smaller amount of information to help the producer and technicians at the time of taking of decision. Therefore, in this work, information will be generated for farmers, technicians agronomic and agronomic methods for decision making at the time of chemical control of Asian rust on soybeans, contributing to the reduction in the number of fungicide applications maintaining productivity and costs. For this application reduction will be monitoring of the arrival of Asian rust spores in the field was carried out, through Use spore collectors by the Paraná Rural Development Institute (IDR-Paraná). Applications of fungicides will be carried out only after the detection of spores on the microscope slide do not have collectors. The experiment will also scheduled application, which is currently used in the municipality of Pato Branco, Paraná (PR), and will be performed as comparisons. The addition of applications contributes to the farmer a lower amount of spending on fungicides, less exposure of the applicator to agrochemicals, and less environmental impact, due to the reduction in the application of fungicides in the environment.

Keywords: asian rust; soy; collector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coletor	20
Figura 2 – Comparação da precipitação no Município de Pato Branco em período de 140 dias em duas safras: 2020/2021 e 2021/2022.	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação entre a produtividade média dos 3 tratamentos	25
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produtividade média da cultura da soja, na safra 2021/2022, com aplicações preventivas de fungicidas (tratamento 1), e com base no monitoramento do fungo <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , sintomas de ferrugem asiática e condições ambientais (tratamento 2), comparado a porcentagem de produtividade em relação ao tratamento sem fungicidas (tratamento 3)	25
Tabela 2 – Custos referentes ao Tratamento de sementes (TS)	26
Tabela 3 – Fungicidas utilizados e seus respectivos custos (R\$)	26
Tabela 4 – Herbicidas utilizados e seus respectivos custos (R\$)	26
Tabela 5 – Inseticida utilizado e seu respectivo custo (R\$)	26
Tabela 6 – NPK utilizado e seu respectivo custo (R\$)	27
Tabela 7 – Análise de lucros e seus respectivos tratamentos	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

IDR-Paraná Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.0.1	Objetivo geral	14
1.0.2	Objetivos específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Cultura da Soja	15
2.1.1	Origem e botânica	15
2.2	Doenças da Soja	15
2.3	Ferrugem Asiática	16
2.3.1	Caracterização da Ferrugem Asiática	16
2.3.2	Manejo para a ferrugem asiática da soja	17
2.3.3	Controle químico	18
2.4	Coletor de esporos	19
2.5	Análise econômica	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Semeadura e condução	22
3.2	Instalação do coletor	22
3.3	Organização dos tratamentos e delineamento experimental a campo	22
3.4	Avaliações e análise estatística	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1	Condições climáticas e produtividade da cultura	24
4.2	Análise econômica	25
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O Brasil no ano de 2020 foi o maior produtor mundial de soja, sendo responsável pela produção de 337 milhões de toneladas do grão e uma área plantada de mais de 122 milhões de hectares (EMBRAPA, 2021). Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), as vendas da soja ultrapassaram US\$ 5 bilhões no mês de março e US\$ 6 bilhões no primeiro trimestre de 2021, crescendo o seu faturamento em, 36,90% e 11,42% em comparação ao ano de 2021. No estado do Paraná, a produção da soja foi de 21,598 milhões de toneladas, com uma área cultivada de 5 milhões de hectares e uma produtividade de 3.925 kg ha^{-1} (EMBRAPA, 2021). No município de Pato Branco, a cultura da soja é uma das principais fontes de recursos econômicos no sustento dos agricultores da região.

Porém ainda existem fatores limitantes de produção da soja, o uso de sementes de má qualidade, o manejo cultural inadequado, o sistema de plantio ineficiente, e principalmente as doenças fitossanitárias (MAGGI; BEZERRA; HARTMANN, 2017). Dentre as doenças destaca-se a Ferrugem Asiática, que além dos danos, reduz o lucro em função dos custos da aplicação de fungicidas. Com uma análise de custo de produção da soja, baseada em lavoura conduzida no Paraná, na safra 2019/2020, com rendimento estimado de $3547,2 \text{ kg ha}^{-1}$ e custo de produção de R\$ 3.466,25 *ha*, a aplicação dos produtos fitossanitários representa 31,06% do custo total da cultura (IMEA, 2021). Ainda segundo a (EMBRAPA, 2021), os produtos fitossanitários possuem um custo médio de US \$ 2,8 bilhões por safra no Brasil.

Outro ponto a ser analisado seria a elevada quantidade de fungicidas no solo, isso trará efeitos negativos para a saúde dos microrganismos presentes no solo, afetando organismos não-alvos do produto (DURJAVA *et al.*, 2013). Também a contaminação da água potável é atualmente uma das principais preocupações ambientais, os sistemas intensivos elevam a necessidade do uso de fungicidas, inseticidas, entre outros agroquímicos, diminuindo a qualidade das águas, deriva de agrotóxicos também podem causar grandes problemas ambientais, colocando em risco a fauna e flora nativas de determinada região, além de comprometer a saúde do trabalhador rural e das comunidades vizinhas, pela contaminação das águas, causada pelo excesso de utilização de agroquímicos (LEITE; SERRA, 2013).

O profissional da agronomia será responsável pela aplicação das quantidades adequadas do fungicida, a tomada de decisão é sua responsabilidade e, frequentemente, terá que identificar e fornecer dados sobre danos causados por fitopatógenos. A rápida e correta identificação do problema pelo fitopatologista e a solução adequada para resolvê-lo podem representar, para o produtor, a diferença entre dosagem correta e dosagem desnecessária, entre o lucro e o prejuízo, principalmente considerando-se os elevados custos atuais de produção (FREIRE, 2000). O monitoramento das doenças de plantas por meio da sintomatologia e diagnóstico das mesmas, oferece ao agricultor e ao técnico de campo a possibilidade de optar pelo controle químico no início do aparecimento dos sintomas ou se utilizar do limiar de dano econômico existente para alguns patossistemas. No entanto, em algumas vezes, considerando

as condições climáticas, suscetibilidade da cultivar, as doenças, o tamanho da lavoura, a infraestrutura do agricultor, a identificação tardia da doença pode resultar em perdas irreparáveis. Uma possibilidade para minimizar esse problema é realizar o monitoramento do patógeno. O monitoramento do patógeno disseminado pelo vento pode ser feito com o auxílio de coletores de esporos, que permitem confirmar a presença deste antes do desenvolvimento dos sintomas da doença na cultura (JACKSON; BAYLISS, 2011). Devido a isso, os coletores de esporos têm sido uma importante ferramenta no monitoramento da Ferrugem Asiática na soja.

O propósito deste trabalho, portanto, é ajudar na tomada de decisão para o controle químico mais eficiente, controlando gastos e diminuindo a quantidade de fungicidas aplicados na cultura da soja.

1.0.1 Objetivo geral

Gerar informações para agricultores, técnicos agrônômicos e agrônomos para tomada de decisão no momento do controle químico da doença na soja com ênfase na ferrugem asiática.

1.0.2 Objetivos específicos

Colaborar para um controle químico das doenças da cultura soja, com ênfase na Ferrugem Asiática, de forma mais eficiente por meio de aplicações no momento mais correto;

Monitorar a ocorrência do patógeno;

Colaborar para a redução no número de aplicações de fungicidas mantendo a produtividade e diminuindo os custos;

Disponibilizar os resultados aos agricultores e técnicos por meio do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da Soja

2.1.1 Origem e botânica

A origem da cultura da soja ocorreu no continente asiático, na região da China antiga, visto que existem referências bibliográficas, nas quais essa leguminosa fazia parte da base alimentar do povo da China a tempo maior que 5.000 anos. A mais antiga referência à soja é encontrada no herbário PEN TS' AO KANG MU, o qual faz parte da "MATÉRIA MÉDICA" feita pelo Imperador SHEN NUNG em 2838 a.C. Também nesta obra ocorreu a descrição das plantas de maior importância para os chineses, (arroz, trigo, cevada, milheto), os quais juntamente com a soja eram considerados "os cinco grãos sagrados", pois diziam que estes eram "essenciais à estabilidade" da civilização da China (CÂMARA, 2000).

No Brasil, a soja foi referenciada primeiramente em um plantio experimental, no estado da Bahia, ainda no ano de 1882, no ano de 1891 foi então levada para o estado de São Paulo e também para o estado do Rio Grande do Sul. Por conta da boa adaptação, a cultura da soja teve maior importância inicialmente na região sul no ano de 1950, sendo então algum tempo depois, levada para as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (SEDIYAMA, 2013).

No ano de 2021 o Brasil foi o maior produtor mundial de soja. Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) as vendas da soja ultrapassaram US\$ 5 bilhões no mês de março e US \$6 bilhões no primeiro trimestre de 2021, crescendo o seu faturamento em, respectivamente, 36,90% e 11,42%. No estado do Paraná a produção da soja foi de 21,598 milhões de toneladas, com uma área cultivada de 5 milhões de hectares e uma produtividade de 3.925 kg ha^{-1} . (EMBRAPA, 2021), no município de Pato Branco a cultura da soja também está presente nas áreas rurais, sendo uma das principais fontes de recursos econômicos no sustento dos agricultores da região.

Em relação a botânica da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) pertence ao reino Plante, a divisão é magnoliophyta, a classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e a sua forma cultivada é denominada *Glycine max* (L.) Merrill (SEDIYAMA, 2013)).

2.2 Doenças da Soja

A agricultura é uma atividade que apresenta dificuldades, problemas como pragas, plantas daninhas e doenças podem atingir a cultura. No Brasil, um número estimado de 40 doenças que têm como causadores fungos, bactérias, nematoides e vírus já tiveram sua identificação realizada, a expansão da soja para novas áreas têm fator contributivo para a descoberta em as-

consenso de novas doenças. Os problemas fitossanitários na soja diminuem de forma dramática a sua produtividade. A soja pode sofrer impacto de um grande número de doenças, que poderão ocorrer na emergência das plantas e também doenças que poderão ocorrer nos períodos até a fase em que ocorrerá o enchimento de grãos (GOULART, 2018).

Quando o patógeno causador de doença encontra condições favoráveis, acontecem perdas de estande e o comprometimento do rendimento de grãos, essas doenças geralmente estão associadas com patógenos habitantes do solo, esses patógenos reduzem a população de plantas causando apodrecimento das sementes antes da germinação ou causando *damping-off* nas plântulas. O principal patógeno habitante do solo causador de doença é a *Rhizoctonia solani* sendo considerada a mais importante na cultura da soja (GOULART, 2018).

Inúmeras doenças também poderão ocorrer na parte aérea da cultura, sendo causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóide. Essas doenças afetarão negativamente a produção da cultura da soja no Brasil, sendo as principais doenças: a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*), Mancha “olho-de-rã” (*Cercospora sojina*), Oídio (*Erysiphe diffusa*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*), entre outras. Para se realizar um programa capaz de fazer o controle, ocorre a necessidade da correta identificação, sendo caracterizadas por seus sintomas, as condições propícias de desenvolvimento e também as medidas de controle para cada uma das doenças (EMBRAPA, 2011).

Atualmente a principal doença causadora de danos na cultura da soja é a Ferrugem asiática, a qual pode acarretar perdas de 10 a 90% das áreas afetadas, por esse motivo, diversos programas foram criados com a intenção de orientar o produtor sobre o momento correto da aplicação, porém existe a necessidade de uma correta tomada de decisão, baseada em coleta e interpretação de condições da cultura e do ambiente.

2.3 Ferrugem Asiática

2.3.1 Caracterização da Ferrugem Asiática

A soja é infectada por duas espécies do fungo *Phakopsora* o qual causa a doença da ferrugem, *Phakopsora meibomiae* (causa a ferrugem americana) e a mais temida, *Phakopsora pachyrhizi*, a qual causa a ferrugem asiática. O termo ferrugem é designado a doenças que são produzidas por fungos basidiomicetos e são encontradas em culturas desde os tempos mais antigos. Os fungos responsáveis pelas ferrugens tem atuação biotrófica, logo eles precisam de células vivas do hospedeiro para sobrevivência e reprodução. Aliás, de forma geral irão apresentar alta especialização, quando nos referimos ao hospedeiro (DEACON, 1997). Porém, o agente causal da ferrugem asiática o fungo *Phakopsora pachyrhizi* não é específico na relação patógeno-hospedeiro. Já foram encontradas número maior que 150 espécies de plantas hospedeiras do fungo, todas da mesma família (Fabaceae), podendo essas espécies ter sua infecção

de forma natural ou por inoculação em condição controlada (ONO; BURITICÁ; HENNEN, 1992); (SLAMINKO *et al.*, 2008).

A doença tem favorecimento em temperaturas em torno de 18 – 26 °C e períodos em que ocorrem molhamento foliar por período maior que 15 horas (ALVES *et al.*, 2007). Se tratando de sintomas da ferrugem asiática eles acontecerão geralmente na região foliar, iniciando no terço inferior da planta aparecendo como pequenas pontuações com escurecimento maior que a do tecido saudável podendo ter uma coloração esverdeada a cinza esverdeado próximo às nervuras das folhas (GODOY *et al.*, 2016)). Após um período de cinco a oito dias, acontece um aumento das lesões e também é visto um tom amarelado no tecido foliar com desenvolvimento de pústula, também ocorrerá a liberação dos uredósporos pelas urédias (GOELLNER *et al.*, 2010), em condições mais severas acontecerá a desfolha da planta, o que impacta no número de vagens e grãos (HIRANO *et al.*, 2010).

Não existe um estágio específico para o desenvolvimento de sintomas na planta, sendo possível o desenvolvimento em qualquer fase, porém a partir do fechamento do dossel e das linhas de plantio, é observado um favorecimento ao desenvolvimento da doença, pela formação de um microclima que eleva a umidade e aumenta a área sombreada impedindo a radiação UV de ter contato com os esporos, formando um ambiente que propicia a infecção (ISARD *et al.*, 2006).

A ferrugem asiática pode ser encarada como o maior desafio em nível fitossanitário para a cultura da soja até o presente momento, a identificação no país ocorreu em 2001, com a epidemia iniciando no Paraguai no mês de março e no mês de abril, no Brasil, com danos que tiveram uma variação de 10% a 90% nas regiões aonde foi relatada (YORINORI *et al.*, 2005), e desde então um grande banco de dados foi feito sobre o agente causal *P. pachyrhizi* e sua relação com a soja, tudo visando medidas de controle necessárias para diminuir os impactos dessa doença na produtividade da soja.

2.3.2 Manejo para a ferrugem asiática da soja

Atualmente as principais estratégias de manejo recomendadas no Brasil para a doença são o vazio sanitário, o qual reduz o inóculo inicial, o uso de cultivares de ciclo precoce, a semeadura da soja feita no começo do período recomendado, uso de cultivares com genes de resistência e o controle químico.

Os esporos do fungo da Ferrugem são carregados pelo vento, assim, a disseminação do agente causal ocorre de forma rápida. Por isso podemos utilizar o coletor de esporos como ferramenta auxiliar do monitoramento dos uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, detectando antes da apresentação dos primeiros sintomas na planta, dando a opção do manejo técnico e econômico da doença.

2.3.3 Controle químico

O manejo da Ferrugem é realizado principalmente pelo controle químico, onde são realizadas aplicações de fungicidas no início do aparecimento dos sintomas ou aplicação de forma preventiva. Os fungicidas utilizados podem ser classificados conforme o modo de ação, em sítio-específicos ou multi-sítios (MCGRATH, 2004).

Os de sítio específico vão agir afetando um único ponto da via metabólica do patógeno, ou somente uma enzima ou proteína que é essencial para a sua sobrevivência. Como sua toxicidade é específica, sua absorção ocorre nas plantas de forma sistêmica. Os inibidores da desmetilação (IDM, "triazóis"), os inibidores de quinona externa (IQe, "estrobilurinas") e os inibidores da enzima succinato desidrogenase (ISDH, "carboxamidas"), são os exemplos principais de modos de ação dos fungicidas (MCGRATH, 2004).

Fungicidas multissítios vão atingir diversos pontos metabólicos do patógeno, apresentando um risco baixo de resistência. Sua ação ocorre pela formação de uma camada de proteção na superfície foliar, não sendo absorvida pela planta.

Para o auxílio aos técnicos e produtores foram criados diversos programas que orientam o agricultor para saber o momento correto do controle, podemos dividir em programas convencionais (Syntinelas, consórcio antiferrugem, S.O.S. Soja, Mini-lab, Radar, entre outros) e não convencionais por exemplo os que se baseiam em determinadas condições climáticas para realização da aplicação, levando em consideração as condições de temperatura, umidade e tempo de molhamento foliar, que favorecem o patógeno.

Se considerarmos os fatores determinantes quando as doenças acontecem, isto é, a interação entre uma planta hospedeira, um patógeno infeccioso, e um ambiente favorável, é observado falha nos sistemas adotados, pois a decisão do controle pela metodologia deve ser feita independente da presença do patógeno, isto é, sem a avaliação do patógeno na área e em condições ambientais as quais o favorece (GARDIANO *et al.*, 2010). De posse destas informações, o custeio do controle químico, junto ao aumento do número de aplicações, tornando então a implementação inadequada destes fungicidas prejudiciais a sua eficiência no controle da ferrugem asiática, sendo variável em função da condição de aplicação. Uma exemplificação deste fenômeno é a aplicação de uma mesma molécula ser de alta eficácia quando aplicada de forma preventiva e de baixa eficácia quando aplicada de forma curativa (GARDIANO *et al.*, 2010).

A maior parte dos fungicidas presentes no mercado apresentam função de controle preventivo. É observado o aumento das reclamações sobre redução da eficácia e período residual de produtos, com aplicação feita de forma sequencial, ou seja, com intervalos entre 10 e 12 dias (GARDIANO *et al.*, 2010).

2.4 Coletor de esporos

Existem inúmeros relatos na literatura de coletores de esporos, e com inúmeras possibilidades de uso (JACKSON; BAYLISS, 2011), o coletor de Esporos SIGA, teve seu primeiro protótipo a partir do ano de 1985, onde o engenheiro agrônomo Seiji Igarashi estudava a Brusone no trigo (*Pyricularia grisea*), a partir da safra 2002/2003, dois anos depois da observação da ferrugem asiática da soja no Brasil, o pesquisador começa o manejo da ferrugem com o coletor de esporos na soja, realizando estudos nas regiões norte e oeste do Paraná e sudoeste de São Paulo.

O monitoramento é muito importante na identificação do fungo antes da visualização dos sintomas da ferrugem, pois quando se são observados os sintomas no campo, é sinal de que a ferrugem já está instalada, e o uso de fungicidas pode ser prejudicado. Por esse motivo a utilização do coletor resulta em aplicações realizadas de forma mais efetiva e reduzida, conforme a identificação de esporos na região (GARDIANO *et al.*, 2010).

Ao final da década de 80 o IDR-Paraná, obteve conhecimento do monitoramento via coletor de esporos e a forma de manejo, realizando então suporte e treinamento para identificação de esporos do fungo causador da brusone (*Pyricularia grisea*), a partir da safra 2002/2003 foi iniciada a sua utilização para a identificação do esporo do fungo causador da ferrugem *Phakopsora pachyrhizi* em frente a boa aceitação e aproveitamento nas áreas onde os agricultores estavam se utilizando do sistema, ocorreram algumas mudanças no equipamento utilizado, o que resultou no uso de coletores de forma ampliada para todas as regiões que produzem soja no estado do Paraná (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O coletor é um equipamento que podemos compará-lo a uma biruta (Figura 1), a qual pode movimentar-se em seu próprio eixo, variando seu movimento pela direção do vento. O modelo utilizado foi desenvolvido pelos extensionistas Celso Daniel Seratto e Valdir Brischiliari do IDR-Paraná os quais fizeram algumas mudanças em relação ao modelo inicial (SIGA), o modelo adaptado pelos extensionistas dispensa os atributos elétricos (cooler de sucção, placa solar, bateria). Ele é confeccionado a partir de tubos, reduções e conexões feitas com PVC, este material é então conectado entre si e inserido em uma haste metálica a qual é fixada no solo, essa haste possui um rolamento, permitindo o movimento do coletor e a passagem de vento em seu interior (IGARASHI, 2012).

Na parte interna do tubo de PVC, em uma pequena placa de ferro removível por um corte lateral é colocado uma fita dupla face colada a uma lâmina de microscopia, a qual os esporos que estejam no ar se aderem. A instalação do coletor deve ser feita no local de cultivo da soja, logo após a emergência das plantas. A observação das lâminas pode ser encerrada após a primeira identificação dos esporos, ou ser prolongada por todas as etapas da cultura, com a intenção de observar a flutuação de esporos, tudo sendo relativo a orientação e desejo do técnico que realiza o acompanhamento da cultura (IGARASHI, 2012).

Figura 1 – Coletor

Fonte: Acervo do autor, 2021.

A troca de lâminas deve ser realizada no período mínimo de uma vez por semana. Mas a recomendação é que em situações de desenvolvimento da cultura para o estágio reprodutivo, fechamento das entrelinhas, condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da doença, a observação de esporos em coletores próximos e detecção de ferrugem em cultivos comerciais na região ou município, a verificação deve ser realizada por, pelo menos, duas vezes na semana (IGARASHI, 2012).

As lâminas são observadas de forma visual através do microscópio óptico, por intermédio de observação da fita adesiva. Existem lâminas montadas com esporos retirados de plantas com o sintoma, e a identificação das estruturas de *P. pachyrhizi* é feita pela comparação entre essas lâminas montadas e as lâminas obtidas a campo, são observadas características como formato (elipsoide globoso), coloração (laranja escuro), tamanho, etc (IGARASHI, 2012).

Portanto é de grande importância ressaltar que a observação das lâminas deve ser realizada por profissionais que tenham conhecimento da utilização do microscópio óptico, com treinamento contínuo para a identificação dos esporos, pois as lâminas que provêm do campo apresentarão estruturas de teor biológico variado. Também é importante frisar que o monitoramento com o coletor não descartará a inspeção da presença de sintomas na cultura. A avaliação deve ser contínua e feita nas folhas dos terços inferior e médio, e sendo mais ativa após o florescimento da cultura e/ou quando ocorre o fechamento das entrelinhas, utilizando uma lupa a qual permite a visualização das urédias do fungo (IGARASHI, 2012).

2.5 Análise econômica

Para as perdas pela ferrugem, existem diversos programas com orientação de realização preventiva de aplicação de fungicidas, porém essa prática pode ser questionada, pois o alto número de aplicação dos defensivos, pode ocorrer de forma exagerada e desnecessária. É consenso que a aplicação de fungicidas promove ganhos em rendimentos de grãos $kg\ ha^{-1}$ (GARDIANO *et al.*, 2010). Ainda segundo Gardiano *et al.* (2010), a aplicação de fungicidas gera receita superior em relação ao seu não uso, notando-se diferenças significativas de produtividade em tratamentos com a utilização do fungicida em relação aos sem a utilização dos fungicidas, porém ressalta-se o alto custo nas aplicações, No experimento de Gardiano *et al.* (2010), observaram que a maior dose de picoxistrobina + ciproconazole resultou no maior lucro líquido (939,30 Reais/ha), porém apresentou também o segundo maior custo (R\$ 218,00 ha^{-1}) (GARDIANO *et al.*, 2010).

O programa MID-Soja desenvolvido pelo IDR-Paraná, realizou comparações entre produtores que utilizam o coletor e os que não utilizam o coletor. Em lavouras comerciais de agricultores que já utilizam o coletor de esporos, utilizando o monitoramento como referência, a média de redução entre os participantes no número de aplicações foi de 33%, e sem redução da produtividade, reduzindo custos no controle da ferrugem asiática (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A otimização destas aplicações, reduzindo custo, e quantidade, além de apresentar vantagem econômica, representa também um menor impacto social em doenças causadas por agrotóxicos e também ambiental, pois esses impactos não são considerados no preço final da produção. Segundo Soares e Porto (2012), os principais fatores que aumentam as chances de intoxicação e a possibilidade de sua ocorrência são a não orientação correta do agrônomo no uso dos defensivos, o não emprego do receituário e o uso de substâncias tóxicas à saúde humana, portanto, os principais erros e danos à saúde estão relacionados a erros tomados no momento da tomada de decisão, dessa forma o atual trabalho visa auxiliar profissionais e produtores rurais no momento da tomada de decisão, diminuindo impactos ambientais sociais e aumentando a produtividade da cultura da soja.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Semeadura e condução

A cultura anterior presente na área experimental era de aveia, sendo assim a dessecação pré plantio foi feita usando 3L de glifosato por hectare.

Para a semeadura foi utilizada a cultivar NS 4823, com 16,3 sementes por metro com população de 320.000 plantas ha^{-1} e espaçamento de 50 cm entre fileiras. O plantio ocorreu nos dias 22, 23 e 24 de setembro. Por conta da alta quantidade de palhada na área, a semeadura foi realizada de forma semi-mecanizada, sendo “riscadas as linhas” com o auxílio de maquinário (semeadora), e realizando a semeadura de forma manual, obedecendo às distâncias entre semente e sua quantidade por metro linear.

As sementes de soja foram tratadas com os produtos Fipronil (Shelter Fs, 200 ml/100 Kg de sementes), Clorantraniliprole (Dermaclor, 50 ml/100 Kg de sementes) e Ipiconazole + Thiram (Râncona T, 200 ml/100 Kg de sementes).

A utilização de herbicida também ocorreu durante a condução do experimento, fez-se três aplicações de 3 Lha^{-1} de glifosato com intervalos de 15 dias sendo a primeira realizada no dia 1 de novembro.

Aplicou-se também o inseticida Conect (imidacloprido, beta-ciflutrina), na dose de 500 $mL ha^{-1}$ no dia 20 de outubro de 2022.

Os demais procedimentos de cultivo seguiram as recomendações técnicas para a cultura, com exceção da aplicação de fungicidas.

3.2 Instalação do coletor

O coletor de esporos foi instalado no dia 11 de novembro na área experimental do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus* Pato Branco na latitude 26° 13' 43" e longitude 52° 40' 14"W. O clima da região obedecendo à classificação de Koppen, identifica-se como sendo do tipo Cfb, a temperatura média varia entre 22 °C e 14 °C, e a altitude é de 722 metros (TABALIPA; FIORI, 2008) o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (ZANATTA, 2018).

3.3 Organização dos tratamentos e delineamento experimental a campo

O trabalho foi realizado utilizando-se três tratamentos. No tratamento 1 (T1), as aplicações de fungicidas foram calendarizadas, realizando a primeira aplicação no momento de fechamento de linhas. As duas primeiras aplicações foram feitas utilizando o fungicida Fox pro (Bixafem + Protiocozol + Trifloxistrobina), a terceira e a quarta foram utilizados o fungicida Ativum (Epoconazol + Fluxaproxade + Piraclostrobin).

As aplicações foram realizadas nos dias 22 de novembro (2021), 7 de dezembro (2021), 22 de dezembro (2021), e 3 de janeiro (2022).

No tratamento 2 (T2), as aplicações foram realizadas com base nas leituras no coletor de esporos, incluindo ainda as condições climáticas predisponentes às doenças e sintomas na planta. Desta forma neste tratamento, seguindo os critérios apresentados, a aplicação foi no dia 03 de janeiro, quando a planta se encontrava no estágio fenológico de R4, utilizou-se a aplicação do fungicida Ativum (Epoxiconazol + Fluxapirroxade + Piraclostrobina), e a aplicação foi realizada pela presença de oídio (*Microsphaera diffusa*) e não pelo agente causal da Ferrugem Asiática.

No tratamento 3 (T3) foi constituído pela testemunha absoluta no qual não foram realizadas aplicações de fungicidas.

O experimento com os 3 tratamentos descritos, foi organizado em delineamento de blocos ao acaso e 7 repetições, com unidades experimentais constituídas por 3 metros ou 6 linhas de semeadura e 3 metros de comprimento de 9 m^2 (metros quadrados) cada.

3.4 Avaliações e análise estatística

Foram realizadas as seguintes avaliações: Análise semanal das lâminas do coletor. Sinais ou sintomas da Ferrugem asiática nas plantas. Sinais ou sintomas de outras doenças nas plantas, contabilizando todos os fitopatógenos. Também as condições climáticas instauradas no período das aplicações do fungicida e no momento da semeadura da cultura.

Ao final foi avaliado a produtividade através da coleta de três linhas dos blocos e extrapolado este valor para hectares. Também calculou-se a viabilidade econômica dos três tratamentos, os dados coletados foram submetidos a análise de variância em nível de 5% de probabilidade de erro seguido de teste de Tukey.

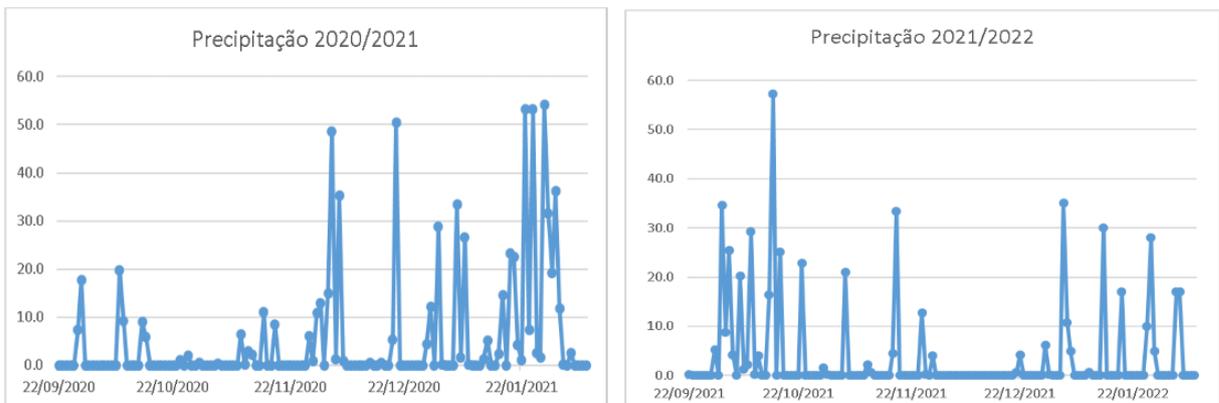
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Condições climáticas e produtividade da cultura

Apresentando os resultados de doenças no experimento, podemos relacionar o déficit hídrico no período de pós floração da soja (29 dias pós plantio), o qual com tempo seco e quente, não favoreceu o aparecimento de doenças fúngicas. Quando entrou-se com a aplicação (no tratamento 2), foi para controlar oídio, o qual foi identificado dia 03 de janeiro de 2022, através da análise da lâmina justamente no período final do ciclo da cultivar (103 dias pós plantio) e não para controlar ferrugem asiática, não foram observados os esporos no coletor nem sinal da doença a campo.

É importante salientar que ocorreu uma seca histórica no sudoeste do Paraná e região. Através dos dados fornecidos pelo SIMEPAR via aplicativo do IAPAR, observamos a comparação entre o plantio da safra 2020/2021 e a safra 2021/2022. Aonde é possível observar que no mesmo período de 140 dias teve uma diferença de 1,6 mm de chuvas diárias, ou seja, o acumulado foi de 220,4 mm a menos de chuva na safra 2021/2022.

Figura 2 – Comparação da precipitação no Município de Pato Branco em período de 140 dias em duas safras: 2020/2021 e 2021/2022.



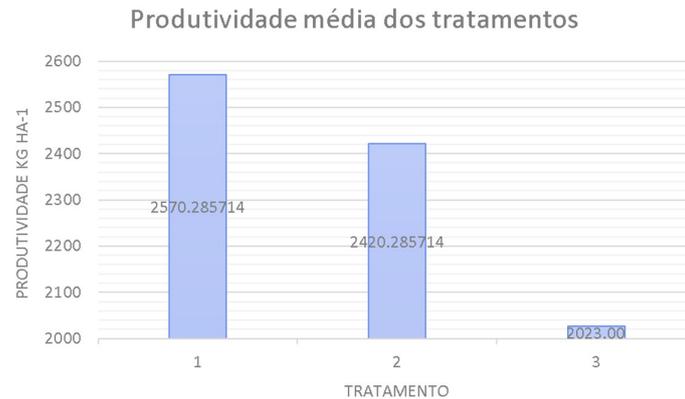
Fonte: SIMEPAR, 2022.

Em decorrência dessa condição de escassez hídrica podemos observar uma redução da produtividade da soja no período, a qual foi na média entre os 3 tratamentos de $2337,86 \text{ kg ha}^{-1}$. Analisando os tratamentos em separados, a produtividade média, foi a seguinte: T1 $2570,3 \text{ kg ha}^{-1}$, T2 $2420,3 \text{ kg ha}^{-1}$, e T3 2023 kg ha^{-1} Tabela 1.

A produtividade nos tratamentos também segue uma queda do tratamento 1 ao 3. Existe uma diferença na produtividade entre os tratamentos conforme mostra o gráfico 1.

Podemos observar através do teste de Tukey diferença significativa entre os tratamentos conforme a tabela 1.

A diferença entre produtividade do tratamento testemunha e os demais tratamentos pode ser explicada por conta do oídio o qual foi observado em coletor de esporos e atingiu a cultura

Gráfico 1 – Comparação entre a produtividade média dos 3 tratamentos

Fonte: Acervo do autor, 2022.

Tabela 1 – Produtividade média da cultura da soja, na safra 2021/2022, com aplicações preventivas de fungicidas (tratamento 1), e com base no monitoramento do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, sintomas de ferrugem asiática e condições ambientais (tratamento 2), comparado a porcentagem de produtividade em relação ao tratamento sem fungicidas (tratamento 3)

Teste comparativo de médias		
Tratamento	Produtividade	Comparação com T3
T1 Preventivo	2.570,28571 ^a	+27 %
T2 Monitorado	2.420,28571 ^b	+19 %
T3 Testemunha	2.023,00000 ^c	

*Análise de variância em nível de 5% de probabilidade de erro seguido de teste de Tukey.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

ao final do ciclo (planta em R4), fazendo com que a testemunha apresentasse menor produtividade. Já, no tratamento monitorado foi realizado apenas uma aplicação e a diferença em relação ao tratamento calendarizado o qual foram realizadas 4 aplicações podem ser por conta de uma possível diminuição do inóculo inicial da doença, porém será necessário maiores estudos ao longo do tempo para se confirmar ou descartar essa hipótese, sendo o resultado ainda inconclusivo.

4.2 Análise econômica

É observado uma diferença significativa entre o tratamento preventivo, tratamento monitorado e testemunha, e para aproximar da realidade do agricultor foi realizada a análise econômica do cultivo. Para tal análise foi considerado os preços atrelados ao custo dos insumos destinados a condução da cultura, esses insumos compreendem Tratamento de sementes (TS), fungicidas, herbicidas e fertilizantes.

Com essas informações na mão podemos precificar cada insumo conforme seu custo:

O tratamento de sementes foi realizado com a mistura de três insumos, Shelter Fs (Inseticida) + Dermacor (Fungicida) + Rancona (Fungicida), esse tratamento foi fornecido pela cooperativa Coopertradição de pato branco, e o custo de 100 Kg de sementes é de R\$ 188,00, Tabela 2.

Tabela 2 – Custos referentes ao Tratamento de sementes (TS)

Tratamento de sementes (TS)			
Nome comercial	Princípio Ativo	Custo (R\$) 100 Kg sementes ⁻¹	Dosagem ml 100 kg de sementes ⁻¹
Shelter Fs	Fipronil		
Dermacor	Clorantranilprole	188,00	200
Rancona	Ipiconazole + Thiram		
Total		188,00	200

Fonte: Coopertradição, 2022.

Os Fungicidas utilizados variaram de acordo com o tratamento, mas por exposição de custos foram tabelados para maior entendimento Tabela 3.

Tabela 3 – Fungicidas utilizados e seus respectivos custos (R\$)

Fungicidas					
Nome comercial	Princípio Ativo	Custo (R\$)	Quantidade (ml)	Dosagem (ml ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Ativum	Epoxiconazol; Fluxapirroxade; Piraclostrobina	961,73	5000	800	153,88
Fox Pro	Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina	1840,00	5000	500	184,00
Total					337,88

Fonte: Coopavel, 2022.

Os herbicidas utilizados foram os mesmos para todos os tratamentos, portando sendo um custo que impactou a todos os 3 tratamentos, foi utilizado o herbicida glifosato em todos os tratamentos sendo seu custo informado a seguir Tabela 4.

Tabela 4 – Herbicidas utilizados e seus respectivos custos (R\$)

Herbicidas				
Nome comercial	Princípio Ativo	Custo (R\$ L ⁻¹)	Dosagem (L ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Glifosato	Glifosato	89,95	3	269,85
Total				269,85

Fonte: Coopertradição, 2022.

Assim como na aplicação de herbicidas a aplicação de inseticidas também foi feita nos 3 tratamentos sendo utilizado o inseticida Conect nos 3 tratamentos Tabela 5.

Tabela 5 – Inseticida utilizado e seu respectivo custo (R\$)

Inseticida				
Nome comercial	Princípio Ativo	Custo (R\$ L ⁻¹)	Dosagem (ml ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Conect	imidacloprido,beta-ciflutrina	45,47	500	22,74
Total				22,74

Fonte: Coopertradição, 2022.

Também em relação a adubação foi utilizado o Fertilizante NPK 8-30-15 em toda a área e em todos os 3 tratamentos, como o observado na Tabela 6.

Tabela 6 – NPK utilizado e seu respectivo custo (R\$)

Formulação	Adubação	
	Quantidade (Kg ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
8-30-15	335	280,00

Fonte: Coopertradição, 2022.

Foi considerado o custo do maquinário por aplicação de fungicida que foi de aproximadamente de 1 saca de soja por alqueire resultando em R\$ 81,48 ha⁻¹, segundo dados coletados com agrônomos da região sudoeste do Paraná. Também foi levado em consideração a perda por amassamento de 1,5 sacas por hectare, resultado este do cálculo de uma lavoura de soja de rendimento de 4.200 kg ha⁻¹ de grãos. Nesse potencial de rendimento, em 500 m² amassados há uma redução no rendimento de grãos de 210 kg ha⁻¹ resultando em cerca de 1,5 sacas por hectare. O lucro bruto e o lucro líquido foram comparados para observar uma diferença de rentabilidade entre os 3 tratamentos, os lucros foram baseados no valor de saca de soja na data de 09 de fevereiro de 2022, um dia após a colheita da soja e o valor segundo a Cepea/Esalq era de R\$ 197,19 a saca de soja de 60 kg. Também foi levado em consideração o valor das 3 aplicações de herbicida (glifosato), as aplicações de fungicidas (Ativum, Fox pro), sendo 4 aplicações no T1, 1 no T2, e zero no T3, aplicação de inseticida (Conect), e fertilizante, na somatória de lucros obtemos a seguinte análise Tabela 7.

Tabela 7 – Análise de lucros e seus respectivos tratamentos

Tratamento	Análise de Lucros			
	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Custo de produção (R\$ ha ⁻¹)	Lucro Bruto (R\$)	Lucro Líquido (R\$)
	Custo de produção			
T1 Preventivo	2.570,285714 ^a	3.753,81 ^a	8.447,24 ^a	4.693,4354 ^a
T2 Monitorado	2.420,285714 ^b	2.101,00 ^b	7.954,27 ^b	5.771,7903 ^b
T3 Testemunha	2.023,00 ^c	1.570,14 ^c	6.372,45 ^c	6.648,5895 ^c

Fonte: Acervo do autor, 2022.

Logo observa-se um maior investimento no T1 sendo marcado pelas três aplicações a mais realizadas de fungicida em relação ao tratamento monitorado e 4 aplicações a mais que a testemunha, observamos então que o maior investimento resultou em maior lucro bruto, porém quando nós deduzimos os valores do lucro líquido observamos que o retorno foi menor quando comparado ao T2, no qual deixou-se de realizar três aplicações do fungicida, as quais ocasionaram esse valor mais elevado. Já o tratamento testemunha, foi o qual se mostra mais lucrativo, a não aplicação de fungicidas e a baixa interferência de patógenos, proporcionaram uma produtividade menor que os demais tratamentos mas um maior lucro líquido quando comparamos com os outros dois tratamentos realizados no projeto.

5 CONCLUSÃO

Podemos observar que o objetivo foi alcançado, embora não com a ferrugem asiática e sim com o ciclo, gerando informação ao agricultor e concluindo que pode-se ter uma maior vantagem econômica com um menor número de aplicações de fungicidas. É de grande interesse a continuidade do trabalho, para se avaliar a sua aplicação ao longo do tempo. Destaca-se que a conclusão do trabalho é relativa a utilização de uma cultivar moderadamente resistente ao oídio.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C. *et al.* Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, Grupo Paulista de Fitopatologia, v. 33, p. 239–244, 2007. ISSN 0100-5405, 1980-5454. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/sp/a/YNRRYFdm4BGmYwFrHsfJ5P/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- CÂMARA, G. Nitrogênio e produtividade da soja. **Soja: tecnologia da produção II. Piracicaba: ESALQ/USP**, p. 295–339, 2000.
- DEACON, J. W. **Modern mycology**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1997. ISBN 0-632-03077-1.
- DURJAVA, M. K. *et al.* Experimental assessment of the environmental fate and effects of Triazoles and Benzotriazole. **Alternatives to Laboratory Animals**, SAGE Publications Ltd STM, v. 41, n. 1, p. 65–75, 2013. ISSN 0261-1929. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/026119291304100108>. Acesso em: 18 maio 2022.
- EMBRAPA. **Dados econômicos - Portal Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- EMBRAPA, S. Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013. - Portal Embrapa. n. 21, p. 263, 2011.
- FREIRE, F. D. C. O. Como coletar, preservar e remeter corretamente amostras para exame fitopatológico. **Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/5458/1/Ci-006.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- GARDIANO, C. G. *et al.* Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. **Arquivos do Instituto Biológico**, Instituto Biológico, v. 77, p. 497–504, 2010. ISSN 0020-3653, 1808-1657. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/aib/a/zFRvzkNxZ9hfxKRrCMgLnDs/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- GODOY, C. V. *et al.* Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Embrapa Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 407–421, 2016. ISSN 0100-204X, 1678-3921. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pab/a/X34LY9zyrpFmh6y59syDsRx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- GOELLNER, K. *et al.* *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, n. 2, p. 169–177, 2010. ISSN 1364-3703. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1364-3703.2009.00589.x>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- GOULART, A. C. P. Setting a rating scale for assess *Rhizoctonia solani* lesions on cotton, soybean and common bean seedlings. **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, Bioscience Journal, v. 34, n. 6, p. 1632–1639, 2018. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1105118/1/Biosc.Journ2018.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

HIRANO, M. *et al.* Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, Grupo Paulista de Fitopatologia, v. 36, p. 248–250, 2010. ISSN 0100-5405, 1980-5454. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/sp/a/crkDtztZRx8RBjyxVYPPwSL/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 03 mar. 2021.

IGARASHI, W. T. Comparative morphology between uredospores of species of agricultural importance. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 3, p. 89–94, 2012. ISSN 1984-7548. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1918>. Acesso em: 03 mar. 2021.

IMEA. **custo de produção soja convencional**. 2021. Disponível em: <https://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalhe?c=4&s=3>. Acesso em: 27 mar. 2021.

ISARD, S. A. *et al.* The Effect of Solar Irradiance on the Mortality of *Phakopsora pachyrhizi* Urediniospores. **Plant Disease**, Scientific Societies, v. 90, n. 7, p. 941–945, 2006. ISSN 0191-2917. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PD-90-0941>. Acesso em: 03 mar. 2021.

JACKSON, S. L.; BAYLISS, K. L. Spore traps need improvement to fulfil plant biosecurity requirements. **Plant Pathology**, v. 60, n. 5, p. 801–810, 2011. ISSN 1365-3059. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3059.2011.02445.x>. Acesso em: 03 mar. 2021.

LEITE, M. F.; SERRA, J. C. V. Avaliação dos impactos ambientais na aplicação dos agrotóxicos Evaluation of environmental impacts in the application of pesticides. **AMBIÊNCIA**, v. 9, n. 3, p. 675–682, 2013. ISSN 2175-9405. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2082>. Acesso em: 03 mar. 2021.

MAGGI, B.; BEZERRA, F. M. R.; HARTMANN, M. L. A produtividade da soja: análise e perspectivas. v. 10, p. 35, 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

MCGRATH, M. T. What are Fungicides? **The Plant Health Instructor**, 2004. ISSN 1935-9411. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/Pages/fungicidesSpanish.aspx>. Acesso em: 03 mar. 2021.

OLIVEIRA, G. M. de *et al.* Coletor de esporos: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem asiática da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220504/1/Circ-Tec-167.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

ONO, Y.; BURITICÁ, P.; HENNEN, J. F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, v. 96, n. 10, p. 825–850, 1992. ISSN 0953-7562. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953756209810290>. Acesso em: 03 mar. 2021.

SEDIYAMA, T. Tecnologia de produção de sementes de soja. **Londrina: Mecenias**, p. 163, 2013.

SLAMINKO, T. L. *et al.* New Legume Hosts of *Phakopsora pachyrhizi* Based on Greenhouse Evaluations. **Plant Disease**, Scientific Societies, v. 92, n. 5, p. 767–771, 2008. ISSN 0191-2917. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-92-5-0767>. Acesso em: 03 mar. 2021.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. d. S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 2, p. 209–217, 2012. ISSN 0034-8910. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102012000200002&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 03 mar. 2021.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Estudo do clima do município de Pato Branco, Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 3, n. 4, 2008. ISSN 2316-4689. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/287>. Acesso em: 03 mar. 2021.

YORINORI, J. T. *et al.* Epidemics of Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Scientific Societies, v. 89, n. 6, p. 675–677, 2005. ISSN 0191-2917. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PD-89-0675>. Acesso em: 03 mar. 2021.

ZANATTA, M. Teores pseudototais de cádmio, níquel, chumbo, cromo, cobre, bário e zinco em plantas de aveia e milho e em solo adubado com cama de aviário durante seis anos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/3585>. Acesso em: 03 mar. 2021.