

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ANDERSON TARTARI LOTICI**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO QUÍMICO NO CONTROLE DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**DOIS VIZINHOS**

**2021**

**ANDERSON TARTARI LOTICI**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO QUÍMICO NO CONTROLE DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**Chemical management strategies without controlling asian soybean rust in  
different sowing times**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Carlos André Bahry.

Coorientador(a): Jessica Aparecida Kafer Escher.

**DOIS VIZINHOS**

**2021**



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

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ANDERSON TARTARI LOTICI**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO QUÍMICO NO CONTROLE DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Carlos André Bahry.

Coorientador(a): Jessica Aparecida Kafer Escher.

Data de aprovação: 08 / dezembro / 2021

---

Carlos André Bahry  
Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Anelise Tessari Perboni  
Doutorado em Fisiologia Vegetal  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Leandro André Petkowicz  
Graduação em Agronomia  
Departamento de Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Itapejara D'Oeste, Brasil

**DOIS VIZINHOS**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois ele torna tudo possível.

Agradeço aos meus pais, Antonio e Maria, minha irmã Angela e meu irmão Wagner, pelo zelo e apoio prestados a mim.

Agradeço minha namorada, companheira e amiga Eliza, pelo companheirismo e otimismo, me auxiliando no que fosse necessário.

Ao meu orientador Dr. Carlos André Bahry, e minha coorientadora Jessica Aparecida Escher pela orientação, confiança e amizade.

Aos colegas e amigos do grupo de pesquisas Adiel Sobanski, Willian Vinicius da Silva, Adriano Brutscher, João Vitor Ferraz, Gelson Geraldo, Leandro André Petkowicz, pelos momentos de discussão, apoio na realização dos ensaios e acima de tudo pela amizade.

Aos colegas e amigos de graduação Arlei Junior Soletti, Matheus Ribeiro, Luan Dheizon Scherer Pontes, pelo apoio e amizade.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Dentre as doenças que acometem a cultura da soja (*Glycine max*), a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é uma das mais relevantes. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da combinação de fungicidas e fosfito de potássio, aliado à resistência genética de cultivares de soja semeadas em diferentes épocas, sobre a severidade da ferrugem asiática e seu impacto na produtividade de grãos. O ensaio foi realizado na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, na safra 2019/2020. O mesmo contou com três épocas de semeadura (fim de setembro, novembro e janeiro) e duas cultivares, TMG 7062 IPRO® INOX® (resistente à ferrugem asiática) e a NS 6909 IPRO® (suscetível). Os produtos utilizados foram: Approach prima (picoxistrobina + ciproconazol); Vessarya (picoxistrobina + benzovindiflupir); Mancozeb (mancozebe); Reference (mancozebe + oxiclreto de cobre) e Curative (fosfito de potássio + cobre e níquel). Os tratamentos consistiram em 35 programas de manejo que se diferenciam quanto à combinação entre fungicidas ou fungicidas + fosfito de potássio, bem como o momento (considerando estágio fenológico) e número de aplicações (0, 2, 3, 4 e 5). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições. Avaliou-se a incidência/severidade da doença, componentes de rendimento e a produtividade de grãos. Na semeadura de setembro foi possível verificar que apenas duas aplicações foram suficientes para promover o controle da ferrugem asiática na soja, para ambas as cultivares, e que poucos tratamentos apresentaram acréscimo de produtividade em relação a testemunha. Para a semeadura de novembro, observou-se aumento do controle da doença à medida que aumentaram os números de aplicações, para ambas as cultivares, entretanto, números reduzidos de aplicações, como 2 e 3, foram capazes de se equiparar em produtividade a tratamentos que receberam 4 e 5 aplicações, evidenciando possibilidade de obter maior viabilidade econômica com uso sustentável de fungicidas. Na safrinha, observou-se maior controle para ambas as cultivares à medida que aumentaram o número de aplicações, entretanto esses resultados não espelharam em produtividade. Foi possível verificar que fungicidas de ação em sítio específico aliados à multissítios foram os programas de manejo que mais incrementaram em produtividade, para ambas as cultivares.

Palavras-chave: *Glycine max*; Programa de manejo de *Phakopsora pachyrhizi*; Indutor de resistência.

## ABSTRACT

Among the diseases that affect the soybean crop (*Glycine max*), Asian rust (*Phakopsora pachyrizi*) is one of the most relevant. The objective of this work was to evaluate the effect of the combination of fungicides and potassium phosphite, together with the genetic resistance of soybean cultivars sown at different times, on the severity of Asian rust and its impact on grain yield. The test was carried out at the Experimental Station of the Federal Technological University of Paraná, Campus Dois Vizinhos, in the 2019/2020 harvest. It had three sowing times (end of September, November and January) and two cultivars, TMG 7062 IPRO® INOX® (resistant to Asian rust) and NS 6909 IPRO® (susceptible). The products used were: Aproach prima (picoxystrobin + cyproconazole); Vessarya (picoxystrobin + benzovindiflupyr); Mancozeb (mancozeb); Reference (mancozeb + copper oxychloride) and Curative (potassium phosphite + copper and nickel). The treatments consisted of 35 management programs that differ in the combination of fungicides or fungicides + potassium phosphite, as well as timing (considering phenological stage) and number of applications (0, 2, 3, 4 and 5). A randomized complete block design with 3 replications was used. Disease incidence/severity, yield components and grain yield were evaluated. In September sowing, it was possible to verify that only two applications were enough to promote the control of Asian rust on soybean, for both cultivars, and that few treatments showed an increase in productivity in relation to the control. For November sowing, an increase in disease control was observed as the number of applications increased, for both cultivars, however, reduced numbers of applications, such as 2 and 3, were able to match in yield to treatments that received 4 and 5 applications, showing the possibility of obtaining greater economic viability with the sustainable use of fungicides. In January sowing, greater control was observed for both cultivars as the number of applications increased, however these results did not reflect on productivity. It was possible to verify that fungicides with specific site action, combined with multi-sites, were the management programs that increased the most in productivity, for both cultivars.

Keywords: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrizi* management program; Resistance inductors.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença .....	29
Tabela 2 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença .....	29
Tabela 3 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença. ....	32
Tabela 4 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença .....	33
Tabela 5 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença. ....	35
Tabela 6 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função de diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença .....	39
Tabela 7 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja no comparativo de duas cultivares contrastantes para a resistência genética à doença.....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
4.1	A cultura da soja.....	17
4.2	Ferrugem asiática da soja ( <i>Phakopsora pachyrizi</i> ) .....	18
4.3	Fungicidas.....	19
4.4	Fertilizantes foliares a base de fosfito de potássio .....	21
4.5	Resistência genética .....	22
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.1	Localização e caracterização da área experimental.....	24
5.2	Condução do experimento .....	24
5.3	Variáveis analisadas .....	27
5.3.1	Incidência e severidade da doença .....	27
5.3.2	Produtividade.....	28
<u>5.3.2.1</u>	<u>Componentes de rendimento .....</u>	<u>28</u>
5.4	Delineamento experimental e análise estatística .....	28
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
6.1	Época 1.....	29
6.2	Época 2.....	32
6.3	Época 3.....	35
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
	REFERÊNCIAS .....	41



## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja (*Glycine max* L.) vem crescendo anualmente e, cada vez mais, esta commodity denota importância no cenário econômico nacional. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial, com, aproximadamente, 135,912 milhões de toneladas colhidas na safra 2020/21 (CONAB, 2021).

A área cultivada passou de 36,949 milhões de hectares na safra 2019/20 para 38,532 milhões de hectares em 2020/2021 (CONAB, 2021). A incorporação de novas áreas para o cultivo de soja, principalmente oriundas de pastagens degradadas, se deu em razão da forte liquidez de sua comercialização, do comportamento do câmbio neste ano e das animadoras expectativas futuras para a oleaginosa (CONAB, 2020).

Além do aumento da área cultivada, outro fator que se busca para o aumento da produção brasileira de soja é a maximização da produtividade por área. Esse incremento, muitas vezes, não é alcançado em razão das pragas e doenças que acometem a cultura. Segundo Yorinori *et al.* (2005), a ferrugem-asiática da soja é uma das doenças mais severas que incidem sobre a cultura, com danos que podem chegar a 90% sobre a produtividade.

Tratando-se de uma doença foliar, os sintomas da ferrugem se iniciam no terço inferior da planta. Se não tratadas, as folhas infectadas pelo fungo ficam amareladas, secam e caem, resultando em desfolha precoce. Essa desfolha causa impactos na completa formação dos grãos, podendo ocasionar redução de produtividade (TECNOLOGIAS..., 2006).

Segundo Barros *et al.* (2008), diversas medidas devem ser tomadas para um controle eficaz da ferrugem-asiática. O manejo envolve a integração de medidas culturais, como o vazio sanitário e a adequação de épocas de semeadura, ao uso de cultivares resistentes e de fungicidas (GODOY *et al.*, 2020a). Para Barros *et al.* (2008), após a doença estar instalada, o uso de fungicidas é o principal meio de controle, de forma que informações sobre momento e número de aplicações são de suma importância para que isto ocorra de forma eficiente.

O uso de fosfitos como indutores de resistência também tem ganhado espaço no manejo da ferrugem-asiática da soja. Segundo Dianese e Blum (2010), esta ferramenta é importante e tem apresentado resultados positivos, tornando-se fundamental à ampliação da gama de estudos acerca de sua eficiência e mecanismos de ação, para que a difusão de informações ocorra com propriedade.

A utilização de cultivares resistentes é uma das alternativas preventivas mais baratas para o controle da ferrugem, porém, segundo Godoy *et al.* (2020a), existem poucas opções de cultivares com essa tecnologia no mercado e estas são limitadas a poucos genes de resistência, o que acaba sendo um problema quando se considera a inúmera quantidade de raças existentes do patógeno.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito da combinação de fungicidas e fosfito de potássio, aliada à resistência genética de cultivares de soja semeadas em diferentes épocas, sobre a severidade da ferrugem asiática e seu impacto na produtividade de grãos.

### **2.2 Objetivos específicos**

Definir, para as três épocas de cultivo, o número ideal de aplicações de fungicidas em cultivares resistentes e suscetíveis à ferrugem asiática da soja, sem que ocorra comprometimento da produtividade.

Verificar a influência da mistura de fungicidas de sítio específico a fungicidas multissítios ou indutores de resistência sobre a severidade da ferrugem asiática da soja, e definir qual apresentará maior eficiência no controle da doença.

Verificar, em três épocas de cultivo, o efeito da resistência genética em comparação com uma cultivar suscetível à ferrugem asiática da soja.

### 3 JUSTIFICATIVA

A soja é uma das commodities de maior importância no cenário brasileiro e internacional. Dessa forma, busca-se cada vez mais a maximização de sua produção e, para isso, o manejo de doenças na lavoura é tido como um princípio básico. Entre essas doenças destaca-se a ferrugem asiática da soja, que é hoje uma das mais preocupantes que acometem a cultura. Isso se deve ao alto poder de virulência da ferrugem, em razão de sua facilidade de disseminação, da reduzida utilização de cultivares resistentes, da grande quantidade de raças do patógeno e do cultivo intensivo de soja no Brasil.

Dessa forma, estratégias são buscadas por parte dos pesquisadores para reduzir sua incidência e danos nas lavouras. O uso de fungicidas é hoje o principal meio de controle da doença, porém, manejos inadequados cometidos por parte dos agricultores, como falta de rotação de princípios ativos, momento de aplicação inadequado, volume de calda, bicos de pulverização e uso reduzido de cultivares resistentes tem contribuído para aumentar os problemas ocasionados pela doença.

O uso de produtos químicos não garante completa proteção para a ferrugem, em razão das várias raças do patógeno e da resistência adquirida por este aos fungicidas. O emprego de cultivares resistentes também é uma medida que não irá erradicar a doença, e sim, minimizar os danos na lavoura.

Ao se utilizar essas estratégias de forma combinada, as chances de controle aumentam. Além disso, o uso da combinação de fungicidas comerciais, de fertilizantes foliares indutores de resistência e a realização das aplicações no momento correto, são medidas que podem possibilitar um manejo eficaz da doença e minimizar prejuízos à produtividade e lucratividade das lavouras.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 A cultura da soja

A soja é cultivada pelos chineses há cerca de cinco mil anos. Há relatos que a soja selvagem, sua espécie mais antiga, crescia nas terras baixas e úmidas, junto a juncos na proximidade de rios e lagos da China Central. Foi há cerca de três mil anos que ela se espalhou pela Ásia e passou a ser utilizada como alimento, mas somente no início do século XX passou a ser cultivada comercialmente, nos Estados Unidos. A partir daí houve um rápido crescimento na produção e o desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais (SANCHES; MICHELLON; ROESSING, 2004).

No Brasil, foi introduzida no estado da Bahia, em 1882, por Gustavo D'Utra, porém sem sucesso. Melhores resultados foram obtidos na região Sul, em 1908, por imigrantes japoneses e em 1923, quando Henrique Löbbe trouxe cerca de 50 variedades norte-americanas (CÂMARA, 2015). A primeira exportação brasileira se deu no ano de 1949, com um montante de 18 mil toneladas. No estado do Paraná, o cultivo iniciou no ano de 1954, em substituição aos cafezais que foram dizimados por fortes geadas (MIYASAKA; MEDINA, 1977).

À medida que se constatavam excelentes possibilidades para o cultivo da soja no sul do país, as pesquisas se intensificaram. Nos anos de 1970 e 1980, a soja passou a ser cultivada também na região Centro-Oeste, com abertura de áreas de cerrado, causando aumento expressivo da área cultivada (CÂMARA, 2015). Hoje está presente em todas as regiões do país, ocupando quase 37 milhões de hectares, e colocando o Brasil no posto de maior produtor mundial do grão (CONAB, 2021).

É inegável o sucesso da produção brasileira no cenário mundial, entretanto, ainda existem gargalos que impedem a maximização da produtividade por área e da produção total brasileira. Entre eles estão as condições climáticas desfavoráveis aliadas ao manejo incorreto de solos, as pragas, e, sobretudo, as doenças.

O manejo dessas doenças é fundamental, dada a importância econômica da oleaginosa. Os grãos de soja das cultivares atuais apresentam em torno de 40% de teor de proteína e 20% de óleo, que é utilizado na fabricação de biodiesel, lubrificantes, aditivos agrícolas e para consumo humano e animal. Após a extração deste através de esmagamento, ocorre a moagem, que dá origem ao farelo de soja, amplamente utilizado como fonte de proteína na alimentação humana e animal (SEDIYAMA, 2009).

A soja é atacada por inúmeras doenças, na grande maioria fúngicas, como por exemplo, o Crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*), a Mancha de alternaria (*Alternaria sp.*), a Mancha parda (*Septoria glycines*), a Mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), o Míldio (*Peronospora manshurica*), a Mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), a Requeima da soja (*Rhizoctonia solani*), o Oídio (*Erysiphe diffusa*), a Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e o Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (TECNOLOGIAS..., 2006).

Segundo Câmara (2015), com o aumento progressivo da área cultivada, novas doenças foram observadas. Nos anos 1990 começaram a surgir, de forma epidêmica, as doenças de final de ciclo. Na safra 2001/2002 uma nova doença, até então desconhecida, surgiu no Paraguai e rapidamente se disseminou pelos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Tratava-se da ferrugem-asiática, que desde então se tornou a mais agressiva doença desfolhadora da soja, diminuindo drasticamente a produtividade e aumentando os custos de produção.

#### **4.2 Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrizi*)**

A ferrugem asiática da soja foi identificada pela primeira vez no Brasil no ano de 2001, no estado do Paraná (YORINORI; MOREL; FERNANDEZ, 2001). Após dois anos já estava presente na maioria das regiões produtoras do país (YORINORI *et al.*, 2005). Isso se deu em razão da facilidade de sua disseminação, que ocorre pelo vento, e pela presença de soja cultivada no país na maior parte do ano, além das mais de 150 espécies vegetais que podem ser hospedeiras do patógeno (GODOY *et al.*, 2016).

A ferrugem é uma das doenças da soja de maior importância no planeta, devido à alta virulência com que incide nas lavouras, representando a principal enfermidade da cultura, em áreas tropicais e subtropicais (CARVALHO; FIGUEIREDO, 2000). Segundo Melching *et al.* (1989), a infecção do fungo ocorre de forma direta pela epiderme e é favorecida por disponibilidade de água na superfície da folha, sendo necessárias seis horas de molhamento e temperatura entre 15 e 25°C. Pode ocorrer em qualquer etapa do desenvolvimento da soja, porém é comumente verificada a partir do fechamento do dossel da lavoura, em razão da formação de um microclima favorável (ISARD *et al.*, 2006).

Os sintomas se iniciam pelo terço inferior da planta, com a presença de pústulas castanho-claro nas folhas. Com o passar do tempo, se não controlada, as folhas vão ficando amareladas e entram em senescência. Assim, ocorre a desfolha

precoce na lavoura, que acarretará em redução fotossintética e interrupção no enchimento de grãos, causando sérios prejuízos na produtividade (GODOY *et al.*, 2016). Segundo Yorinori *et al.* (2005), a redução na produtividade pode variar entre 10 e 90%.

Segundo Soares *et al.* (2004), a falta de conhecimento seguido pelo manejo inadequado da doença foram fatores que ocasionaram o surgimento da virulência, principalmente nos primeiros anos de sua incidência.

O manejo da ferrugem asiática envolve a integração de medidas culturais, resistência genética e a utilização de fungicidas quando ocorrer incidência da doença na lavoura. Porém, as opções de cultivares resistentes ainda são poucas e não garantem completa erradicação da doença, e os fungicidas sítio-específico vem perdendo sua eficiência em razão da resistência do fungo. Dessa forma, o manejo ideal para evitar a incidência ou diminuir a severidade da doença consiste na integração destas medidas (GODOY *et al.*, 2020a).

Segundo Godoy *et al.* (2020a), respeito ao vazio sanitário também é uma prática fundamental no combate à ferrugem. No ano de 2007 o MAPA instituiu o Programa Nacional de Controle da Ferrugem Asiática da Soja, no qual comitês formados em todos os estados deveriam analisar a necessidade de adotar um período mínimo de 60 dias de entressafra entre um cultivo de soja e outro. Esse número de dias se deu com base no maior período de sobrevivência de esporos relatada, que foi de 55 dias em folhas de soja infectadas e armazenadas à sombra, por Patil *et al.* (1997).

Segundo Godoy *et al.* (2020a), o resultado que se espera com o vazio sanitário consiste no atraso das primeiras ocorrências de ferrugem asiática na safra, de forma que a doença não se instalará nos estádios iniciais do desenvolvimento e, assim, o número de aplicações de fungicidas poderá ser reduzido, acarretando economia sem comprometer o potencial produtivo das lavouras.

### **4.3 Fungicidas**

O controle químico é a ferramenta mais utilizada para o controle da ferrugem asiática da soja. As aplicações de fungicidas vêm aumentando consideravelmente, de forma que informações sobre a eficiência destes no controle da doença e orientações sobre seu correto uso no campo são fundamentais (CAMARGOS, 2017).

Segundo Andrade e Andrade (2002), é observado um melhor controle quando as aplicações de fungicidas ocorrem no início da infecção. Aplicações curativas ou sequenciais utilizando o mesmo princípio ativo devem ser evitadas, pois essas aumentam a pressão de seleção de resistência dos patógenos aos fungicidas (GODOY *et al.*, 2020b). Para um manejo eficiente com fungicidas, outros fatores devem ser levados em consideração, como os fatores ambientais, tecnologia de aplicação, fungicidas utilizados, pressão da doença e estágio fenológico da cultura.

Segundo McGrath (2004), os fungicidas podem ser classificados em sítios-específicos e multissítios. Os sítio-específicos têm ação contra um único ponto da via metabólica, enzima ou proteína do fungo, o que aumenta as chances de resistência. Eles podem ser absorvidos pelas plantas e ter propriedades sistêmicas, sendo exemplo os triazóis, estrobilurinas e carboxamidas. Os fungicidas multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do patógeno, apresentando baixo risco de resistência. Esses fungicidas não são absorvidos pela planta, formando somente uma camada protetora sobre as folhas, sendo mais facilmente lavado com as chuvas. Os exemplos são clorotalonil, mancozebe e oxicloreto de cobre.

Segundo Godoy *et al.* (2013), o controle eficiente da ferrugem asiática pode ser obtido com o emprego de fungicidas do grupo químico dos triazóis, estrobilurinas, triazolinthione e carboxamida, principalmente quando forem realizadas suas misturas. A adição de multissítios aos fungicidas é importante para aumentar a eficiência de controle e atrasar a seleção de resistência, sobretudo com fungicidas comerciais com eficiência de controle inferior a 50% (GODOY *et al.*, 2020a).

Gasparetto *et al.* (2011) avaliaram a eficiência e viabilidade econômica de diversos fungicidas e observaram, com base na severidade da doença, rendimento de grãos e benefícios econômicos, sendo observado que os fungicidas picoxistrobina + ciproconazole, azoxistrobina + ciproconazole e trifloxistrobina + ciproconazole foram os mais promissores para o controle da *P. packyrhizi*.

De acordo com Godoy *et al.* (2014), as menores severidades de ferrugem asiática foram observadas no tratamento com fungicida azoxistrobina + benzovindiflupir em vários experimentos conduzidos em diferentes regiões produtoras de soja no Brasil.

Ribeiro *et al.* (2016) avaliaram a eficácia de diferentes programas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja no estado do Tocantins, utilizando a cultivar M-SOY 8644 IPRO. Foram realizadas três aplicações de fungicidas, sendo



a primeira no estágio R1 (Início do florescimento) com intervalo de 21 e 15 dias respectivamente para as demais. Os autores concluíram com base na severidade da doença, desfolha e rendimento de grãos que os fungicidas com maior desempenho para o controle da ferrugem são azoxitrobina + benzovindiflupir isolado ou associado com fungicida multissítio mancozebe na última aplicação.

#### **4.4 Fertilizantes foliares a base de fosfito de potássio**

Segundo Marschner (1996), a nutrição das plantas pode alterar sua reação ao ataque de patógenos, pois o suprimento balanceado de nutrientes, além de favorecer o crescimento normal das plantas, é relevante para seus processos de defesa. Agrios (2005) destaca que a indução de resistência é um método que apresenta resultados positivos para o controle da ferrugem asiática na soja. Nele, após receber tratamento com uma substância indutora, a planta expressa mecanismos de defesa morfológicos, bioquímicos ou fisiológicos capazes de limitar a atividade do patógeno e assim promover menores danos.

Entre os compostos utilizados destacam-se os fosfitos. Eles têm despertado grande interesse na agricultura, sobretudo, para o controle de doenças em plantas, pois atuam como indutores de resistência, reduzindo severidade de doenças causadas por fitopatógenos. O fosfito contém um oxigênio a menos do que o fosfato, sendo assim mais solúvel e com absorção mais eficiente, além de possuir rápido deslocamento interno na planta (UENO, 2015).

Gasparin, Viecelli e Moreira (2012) realizaram um estudo acerca da eficiência do fosfito de potássio na redução de incidência a ferrugem asiática na soja e verificaram uma redução de severidade de até 93,1%, quando comparado às plantas que não foram tratadas com o elemento.

Neves (2006) também realizou experimentos para avaliar a eficiência de fosfitos no controle da ferrugem asiática da soja, aplicados isoladamente ou em conjunto com fungicidas. No primeiro experimento, a primeira aplicação foi em V8 e a segunda em R2. No segundo, a primeira aplicação foi em R1 e a segunda em R5.0. Em todos os tratamentos, quando comparados com a testemunha, foi verificado incremento de produtividade. Porém, somente nos tratamentos com uso de fungicidas o resultado foi significativo.

Na cultura da videira (*Vitis vinifera*), Pereira *et al.* (2010) avaliaram a eficiência de fosfitos na proteção contra o míldio (*Plasmopara vitícola*), constatando efeito

positivo sobre a incidência e severidade do patógeno e obtendo produtividade semelhante à do tratamento com fungicidas tradicionais. Porém, o peso médio de cachos e bagas foi menor do que no tratamento com fungicidas.

Em experimentos com morangueiro (*Fragaria x ananassa L.*), Rebollar-Alviter, Madden e Ellis (2005), testaram a eficiência de azoxystrobin, pyraclostrobin, mefenoxam e fosfito de potássio para o controle da Podridão do fruto e do colo (*Phytophthora cactorum*) em dois anos consecutivos. Em todos os tratamentos, quando comparados com a testemunha, a incidência da doença foi reduzida significativamente.

Carmona e Sautua (2011) observaram que as plantas nutridas com o fosfito de potássio tornaram-se mais resistentes não só a doenças, mas também a pragas, secas e geadas. Dessa forma, tornou-se um importante coadjuvante no manejo integrado de doenças em diversas culturas, como tomate, batata, morangueiro, videira, hortaliças e soja.

#### **4.5 Resistência genética**

Segundo Lima *et al.* (2012), a utilização de cultivares tolerantes ou resistentes é a forma mais eficiente e barata para o controle da ferrugem, além de ser a que menos causa danos ao meio ambiente. A forma de resistência que vem sendo utilizada pelos programas de melhoramento é a vertical, que, embora seja mais facilmente e rapidamente obtida, também é mais facilmente quebrada.

No Brasil, a empresa pioneira em gerar cultivares resistentes à ferrugem asiática foi a Tropical Melhoramento e Genética (TMG), que em 2008 lançou a tecnologia INOX<sup>®</sup>. Quando atacadas pelo patógeno, as cultivares INOX<sup>®</sup> apresentam uma reação de hipersensibilidade, criando uma lesão escura (Redish Brown - RB), que necrosa o tecido foliar ao redor do ponto de infecção, eliminando a fonte de alimento do fungo e evitando a sua multiplicação e esporulação. Segundo os obtentores, mesmo com a presença da resistência, é imprescindível realizar as aplicações de produtos químicos, pois a integração destes dois fatores aumenta significativamente a chance de se obter melhores resultados, quando comparado ao emprego de cultivares que não possuem a tecnologia (TMG, 2021).

A ferrugem asiática provoca lesões de cor palha ("TAN") e abundante esporulação em genótipos considerados suscetíveis, enquanto em genótipos

resistentes as lesões são marrom escuras ou marrom avermelhadas (RB), com ausência de esporulação (MILES; HARTMAN, FREDERICK, 2003).

A resistência tem como característica a redução da taxa da epidemia por meio da diminuição do número e tamanho das lesões, da diminuição da produção de esporos e do aumento do período latente, diminuindo população do patógeno, quantidade de inóculo e a incidência da doença (SILVA; CAMPOS; SILVA, 2007).

O uso de resistência genética é a estratégia mais eficiente para o controle da ferrugem asiática, por questões socioeconômicas e ambientais. Dessa forma, os programas de melhoramento genético da soja brasileira visam lançar genótipos de alto rendimento com resistência à doença, o que é dificultado pela alta variabilidade genética do fungo. O autor destaca que é necessária a obtenção de um número maior de genótipos superiores, que apresentem alta produção mesmo sob atuação do patógeno (SANTOS, 2015).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos, que possui altitude de 509 metros, latitude de 25° 41' 40" S e longitude de 53° 05' 42" W. Segundo Bhering e Silvio (2008), o solo do local é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico. O clima do local é o Cfa (subtropical úmido), sem estação seca definida e com temperatura média anual entre 20 e 22°C (IAPAR, 2009).

### 5.2 Condução do experimento

O experimento foi realizado em três épocas de semeadura, sendo a primeira no final do mês de setembro, mais especificamente no dia 23/09/2019, para representar a abertura de plantio em áreas após milho safrinha ou aveia de inverno; a segunda na metade do mês de novembro, no dia 18/11/2019, simulando uma semeadura após trigo; e a terceira na metade do mês de janeiro, dia 15/01/2020, com intuito de retratar uma lavoura de soja safrinha.

Foram utilizadas duas cultivares, sendo elas a TMG 7062 IPRO® INOX® e NS 6909 IPRO®. A primeira contém a tecnologia INOX®, que confere às plantas resistência genética à ferrugem asiática e a segunda não contém a tecnologia, sendo suscetível ao patógeno.

Em cada uma das épocas, cada cultivar foi semeada em uma área de 1000 m<sup>2</sup>, para posteriormente ser subdivida em 105 parcelas (35 tratamentos de fungicida x 3 repetições) de 9 m<sup>2</sup>, ou seja, 4 metros lineares contendo 5 linhas. Dessa forma, a área total do ensaio contou com aproximadamente 6000 m<sup>2</sup>.

O manejo de plantas daninhas pré-semeadura foi realizado 15 dias antes da semeadura, com aplicação de herbicidas à base de glifosato e 2,4-D, com auxílio de um pulverizador acoplado ao trator.

A semeadora utilizada foi da marca Semeato, modelo SHM 11/13, com 5 linhas espaçadas em 0,45 metros. A adubação foi realizada no sulco da semeadura, com uma dose de 418 kg.ha<sup>-1</sup> de YaraMila™ 05-25-12, garantindo 20,9 kg de N, 104,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50,2 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Todas as sementes foram tratadas com produto fungicida e inseticida à base de Piraclostrobina (estrobilurina) + Tiofanato metílico (benzimidazol) + Fipronil (pirazol). Além disso, foram inoculadas com

*Bradyrhizobium japonicum* numa proporção de 2 mL kg<sup>-1</sup> de semente, imediatamente antes da semeadura.

O manejo de plantas daninhas na cultura já estabelecida foi realizado com herbicida não seletivo à base de glifosato.

Os fungicidas utilizados foram: Aproach prima (Picoxistrobina + Ciproconazol – respectivamente estrobilurina + triazol); Vessarya (Picoxistrobina + Benzovindiflupir - respectivamente estrobilurina + pirazol carboxamida); Mancozeb (Mancozebe - alquilenobis); e Reference (Mancozebe + Oxicloreto de cobre). Também foi utilizado o produto Curative, que é um Fosfito de Potássio mais Cobre e Níquel, com intuito de promover nutrição às plantas e verificar sua influência.

O posicionamento desses produtos variou entre os tratamentos quanto ao número de aplicações, momento destas em relação ao estágio fenológico da cultura, e diferentes combinações de fungicidas e fosfito nos tratamentos, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1 – Tratamentos aplicados para manejo da ferrugem asiática**

Trat.	Estádio da cultura e produtos utilizados				
	V5	R1	R3	R5.1	R5.3
1	-	-	-	-	-
2	-	Vessarya	-	Vessarya	-
3	-	Vessarya + mancozeb	-	Vessarya + mancozeb	-
4	-	Vessarya + Curative	-	Vessarya + Curative	-
5	-	Vessarya + Reference	-	Vessarya + Reference	-
6	-	Vessarya	Vessarya	Vessarya	-
7	-	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	-
8	-	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	-
9	-	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	-
10	Aproach prima	Vessarya	Vessarya	Vessarya	-
11	Aproach + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	-
12	Aproach + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	-
13	Aproach + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	-
14	-	Vessarya	Vessarya	Aproach	-
15	-	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Mancozeb	-
16	-	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Aproach + Curative	-
17	-	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Aproach + Reference	-

18	Aproach	Vessarya	Vessarya	Aproach	-
19	Aproach + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Mancozeb	
20	Aproach + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Aproach + Curative	
21	Aproach + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Aproach + Reference	
22	Aproach + Reference	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Reference	-
23	Aproach + Curative	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Curative	-
24	Aproach	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach	-
25	-	Vessarya	Vessarya	Vessarya	Aproach
26	-	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Mancozeb
27	-	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Aproach + Curative
28	-	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Aproach + Reference
29	Aproach	Vessarya	Vessarya	Vessarya	Aproach
30	Aproach + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Mancozeb
31	Aproach + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Vessarya + Curative	Aproach + Curative
32	Aproach + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Vessarya + Reference	Aproach + Reference
33	Aproach + Reference	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Reference
34	Aproach + Curative	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach + Curative
35	Aproach	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Vessarya + Mancozeb	Aproach

**Fonte: Autoria própria (2021)**

As doses utilizadas foram as recomendadas pelos fabricantes, sendo para o fungicida Vessarya 0,6 L ha<sup>-1</sup>, para o Aproach Prima 0,3 L ha<sup>-1</sup>, para o Mancozeb 2 Kg ha<sup>-1</sup>, para o Curative 0,620 Kg ha<sup>-1</sup>, e para o Reference 1 L ha<sup>-1</sup>. Em todas as misturas foi adicionado adjuvante para condicionar a calda e promover melhor absorção pelas plantas, com exceção das caldas com o fungicida Vessarya, que não possui esta recomendação.

As aplicações foram realizadas com uso de um equipamento pressurizado por gás CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono), com quatro bicos espaçados em 0,45 m e uma vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Para o manejo de insetos praga, realizou-se monitoramento das áreas e, quando constatada a necessidade de controle, aplicados produtos à base de neonicotinoides e piretróides (Imidacloprido + Bifentrina; ou Tiametoxan + Lambda-

cialotrina), a fim de garantir eficácia de controle de percevejos e possíveis coleópteros, como a vaquinha (*Diabrotica speciosa*).

Na colheita, coletou-se 5 plantas aleatórias por parcela para análise de componentes de rendimento, enquanto para determinação da produtividade, foi realizada colheita mecanizada, com uso de uma colhedora de parcelas da marca Foton Lovol, modelo DC200, de uma área de 2 metros lineares por 5 linhas espaçadas em 0,45 metros, totalizando 4,5 m<sup>2</sup>.

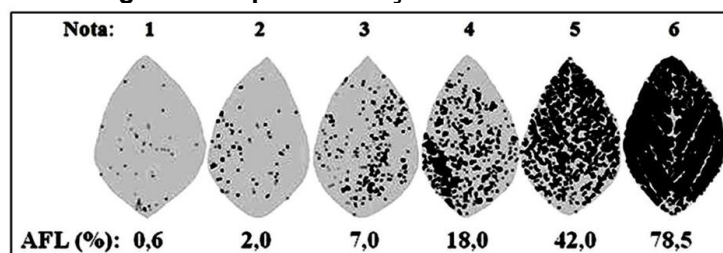
### 5.3 Variáveis analisadas

#### 5.3.1 Incidência e severidade da doença

As avaliações de incidência e severidade da ferrugem ocorreram imediatamente antes de cada aplicação de fungicidas, sendo que estas levaram em consideração o estágio fenológico da cultura. A primeira avaliação ocorreu em V5 (quinto nó e quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida), a segunda em R<sub>1</sub> (início do florescimento: uma flor aberta em qualquer nó da haste principal), a terceira em R3 (Início da formação de vagens: uma vagem menor que 5 mm em qualquer nó da haste principal), a quarta em R5.1 (Início do enchimento de grãos: vagem com grão sensível ao tato (10% de granação) em um dos quatro nós superiores da haste principal) e a quinta em R5.3 (Vagem com granação de 26 a 50% em um dos quatro nós superiores da haste principal). Após isso, avaliações foram realizadas a cada 15 dias até as plantas atingirem o ponto de colheita.

Avaliaram-se dois trifólios de três plantas aleatórias por parcela, onde foram atribuídas notas percentuais (%) para severidade da ferrugem em cada trifólio, baseando-se na escala diagramática de avaliação da severidade de ferrugem asiática (Figura 2) de Godoy, Koga e Canteri (2006).

**Figura 2 – Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem asiática**



Fonte: Godoy, Koga e Canteri (2006)

Com base nas avaliações de severidade, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de acordo com a fórmula  $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1})/2$

\*  $(t_{i+1} - t_i)$  onde: n= número de avaliações; y= severidade da ferrugem em (%); t = tempo (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

### 5.3.2 Produtividade

Ao atingir a maturação, realizou-se a colheita de 4,5 m<sup>2</sup> da parcela, seguida pela limpeza das amostras, pesagem, determinação de umidade e correção da umidade para 13%, extrapolando-se os dados para Kg ha<sup>-1</sup>.

#### 5.3.2.1 Componentes de rendimento

A avaliação dos componentes de rendimento (altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de grãos por planta e número de vagem) foi realizada a partir de 5 plantas coletadas aleatoriamente em cada parcela. Também aferiu-se a MMG a partir da contagem de três repetições de 100 grãos de cada amostra colhida, seguida pela pesagem das mesmas, determinação de umidade e correção da umidade para 13%.

### 5.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBA), com três repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, a análise de variância (ANOVA), comparando os dados pelo teste de médias Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com uso do programa Genes, para a análise estatística.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Época 1

Ao observar a análise de variância para a época 1 (Tabela 1), verifica-se que houve interação entre os fatores (tratamentos x cultivares) tanto para a AACPD, quanto para a produtividade de grãos.

**Tabela 1 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença**

FV	GL	Quadrado Médio	
		AACPD	PRODUTIVIDADE
Blocos	2	73523,303	45208,732
Cultivares (F1)	1	2866253,479**	5743683,784**
Tratamentos (F2)	34	137355,862**	414203,294**
Int, F1XF2	34	22382,991*	389425,579**
Resíduo	138	14436,837	200563,352

FV: Fontes de Variação. GL: Graus de Liberdade.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao comparar os dados de AACPD na época 1 entre as duas cultivares (Tabela 2), verifica-se que de forma geral a cultivar TMG 7062 IPRO INOX apresentou menor AACPD em relação a NS 6909 IPRO, denotando a influência da resistência genética que essa cultivar possui. Os resultados corroboram com os obtidos por Bridi (2017), que ao comparar a cultivar resistente TMG 7062 IPRO INOX, com a cultivar suscetível BMX Tornado RR, observou que a maior AACPD sempre foi obtida nas plantas da cultivar suscetível.

**Tabela 2 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença**

(continua)

Tratamentos*	AACPD		PRODUTIVIDADE	
	NS 6909	TMG 7062	NS 6909	TMG 7062
1	1647,35 aA	1057,96 aB	4041,0 bA	4178,3 bA
2	779,52 bA	720,44 bA	4268,4 bA	4911,7 bA
3	1009,82 bA	795,43 bB	4178,2 bA	4796,6 bA
4	916,12 bA	804,28 bA	4582,1 aA	4742,3 bA
5	821,97 bA	564,60 cB	4878,6 aA	5555,5 aA
6	815,00 bA	670,64 bA	4632,3 aA	4897,3 bA

**Tabela 2 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença**

Tratamentos*	AACPD		PRODUTIVIDADE	
	NS 6909	TMG 7062	NS 6909	TMG 7062
7	792,69 bA	550,51 cB	4751,9 aA	4602,2 bA
8	804,84 bA	688,26 bA	4695,2 aA	4963,6 bA
9	843,85 bA	534,50 cB	4107,1 bB	4940,5 bA
10	756,28 bA	429,60 dB	4023,5 bA	4420,9 bA
11	729,94 bA	451,60 dB	4269,0 bA	4351,3 bA
12	842,00 bA	600,67 cB	4358,5 bA	4779,4 bA
13	807,27 bA	730,36 bA	4592,2 aA	4447,1 bA
14	769,42 bA	465,35 dB	4937,5 aA	4712,5 bA
15	783,01 bA	444,32 dB	5012,7 aA	4633,7 bA
16	763,31 bA	547,66 cB	4905,7 aA	4662,5 bA
17	810,87 bA	570,30 cB	4263,8 bA	4680,5 bA
18	818,62 bA	550,32 cB	4083,8 bA	4755,8 bA
19	742,78 bA	549,97 cA	4724,6 aA	4802,2 bA
20	778,64 bA	608,36 cA	4565,6 aA	4697,5 bA
21	673,24 bA	622,35 cA	4326,5 bA	4799,1 bA
22	698,93 bA	391,56 dB	4290,3 bB	5097,0 aA
23	667,45 bA	327,24 dB	4135,4 bB	5781,3 aA
24	757,68 bA	326,21 dB	4113,6 bA	4737,6 bA
25	862,52 bA	452,92 dB	4351,1 bA	4133,5 bA
26	660,57 bA	573,52 cA	4570,5 aA	4503,9 bA
27	808,55 bA	535,74 cB	5197,7 aA	4335,9 bB
28	769,49 bA	603,49 cA	4583,9 aA	4713,3 bA
29	772,26 bA	411,32 dB	4804,9 aA	4867,9 bA
30	642,28 bA	550,35 cA	4335,2 bB	5654,5 aA
31	751,34 bA	626,31 cA	4358,7 bB	5339,1 aA
32	705,61 bA	376,90 dB	4505,4 aB	5607,8 aA
33	728,95 bA	463,60 dB	5059,0 aA	5405,2 aA
34	637,35 bA	452,61 dA	4827,0 aA	4764,1 bA
35	560,32 bA	402,63 dA	4046,3 bA	4681,9 bA
CV (%)	17,79		9,61	

\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

\*Detalhamento dos Tratamentos no Quadro 01.

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao analisar a AACPD para a cultivar NS 6909 IPRO, é possível verificar que o tratamento 1 (testemunha), que não recebeu aplicação de fungicidas, apresentou maior severidade da doença. Os demais tratamentos, que receberam tratamento químico, apresentaram menor severidade em relação a testemunha, entretanto não se diferiram entre si. Nunes *et al.* (2012), que ao testar número de aplicações na safra

2011/12, utilizando a cultivar suscetível BMX Potência RR, concluiu que apenas uma aplicação de fungicida foi suficiente para o controle da doença, colaborando para uma redução no uso desses agroquímicos. Dessa forma, evidenciou-se que um menor número de aplicações e de produtos utilizados, foram capazes de garantir os mesmos resultados para o controle da ferrugem asiática da soja.

Na cultivar TMG 7062 IPRO INOX, o tratamento 1 também apresentou maior severidade da doença. Quanto aos demais, verificou-se que os tratamentos 14 e 15, com três aplicações, 10, 11, 22, 23, 24 e 25, com quatro aplicações, e 29, 32, 33, 34 e 35, com 5 aplicações, sendo essas discriminadas no quadro 1, se sobressaíram em relação aos tratamentos com menor número de aplicações, como exemplo os tratamentos 2, 3 e 4, que receberam apenas duas aplicações (Tabela 2). Sacon et al. (2018) observaram resultados semelhantes ao utilizar a cultivar TMG 7262 RR INOX. Os tratamentos com três, quatro e cinco aplicações apresentaram menor AACPD em relação a tratamentos com nenhuma, uma ou duas aplicações.

Ao comparar a produtividade de grãos entre as duas cultivares, verifica-se que não houve diferença expressiva entre elas. Dos trinta e cinco tratamentos, ambas obtiveram mesma produtividade em vinte e oito. Dos sete que apresentaram diferença, a TMG 7062 IPRO INOX foi superior em seis, sendo os tratamentos 9, 22, 23, 30, 31 e 32, e a NS 6909 IPRO foi superior em apenas um, sendo esse o tratamento 27.

Ao analisar separadamente a cultivar NS 6909 IPRO, é possível verificar que houve diferença entre os tratamentos. Dos trinta e quatro tratamentos que receberam aplicação, dezenove apresentaram aumento de produtividade em relação a testemunha, e quinze não. Esse resultado denota que, por mais que houve menor pressão da ferrugem em todos os tratamentos que receberam aplicação, nem todos tiveram incremento em produtividade quando comparados com a testemunha.

Navarini *et al.* (2007) observou que a semeadura antecipada é uma medida que propicia redução na pressão de inóculo, contribuindo para o aumento da eficiência de controle proporcionando maior produtividade com menor uso de fungicidas. Um exemplo interessante são os tratamentos 18 e 23, que mesmo recebendo quatro aplicações de fungicidas, não apresentaram aumento de produtividade quando comparados com a testemunha e com as parcelas que receberam menor número de aplicações, denotando que para essa época o produtor pode promover economia nos

custos de produção sem prejudicar a produtividade da mesma, ao reduzir o consumo de fungicidas.

Na cultivar TMG 7062 IPRO INOX, os resultados foram mais expressivos. Dos 34 tratamentos que receberam aplicação de fungicidas, apenas 7, ou 20,5%, apresentaram aumento de produtividade quando comparados com a testemunha. A semeadura no início da época recomendada para cada região, tem sido uma das práticas de manejo recomendadas para evitar redução na produtividade devido a ferrugem (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005). Fica evidente que ao utilizar uma cultivar resistente nessa época de semeadura, o agricultor pode optar por reduzir custos em sua propriedade, diminuindo o uso de fungicidas, sem prejudicar a produtividade de sua lavoura, e tornando seu sistema de produção mais eficiente.

## 6.2 Época 2

Ao observar a análise de variância para a época 2 (Tabela 3), verifica-se que houve interação entre os fatores (tratamentos x cultivares) tanto para a AACPD, quanto para a produtividade de grãos.

**Tabela 3 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença**

FV	GL	Quadrado Médio	
		AACPD	PRODUTIVIDADE
Blocos	2	35132,979	161030,621
Cultivares (F1)	1	825127,044**	2701507,881**
Tratamentos (F2)	34	185758,581**	302152,616**
Int, F1XF2	34	21271,884**	287933,521**
Resíduo	138	10104,718	100486,909

**FV: Fontes de Variação. GL: Graus de Liberdade.**

**\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Ao analisar os dados da AACPD (Tabela 4), verifica-se que a cultivar TMG 7062 IPRO INOX apresentou menores níveis em relação a NS 6909 IPRO em treze dos trinta e cinco tratamentos, e se equiparou nos demais. Gazzoni (2020), ao comparar duas cultivares suscetíveis, sendo elas Zeus 55157 RSF IPRO e BRS 6203 RR, a cultivar INOX TMG 7262 RR, observou resultados expressivos, onde enquanto nas cultivares suscetíveis os níveis de infecção chegaram, respectivamente, a médias de 25% e 17%, na cultivar resistente a média ficou em 7%. Dessa forma, fica evidente

que a tecnologia INOX possibilita redução nos níveis da doença, quando comparada com uma cultivar suscetível, submetidas a mesmas condições de ambiente. Para a cultivar NS 6909 IPRO, é possível verificar que o tratamento 1, sem aplicação de fungicidas, apresentou maior AACPD. Além disso, é possível verificar que alguns tratamentos se sobressaíram em relação aos demais, sobretudo, os que tiveram maiores números de aplicação. Dessa forma, é possível estabelecer uma relação entre os tratamentos químicos, e a AACPD, onde, quando ocorreu maior uso de químicos, os níveis de AACPD diminuiriam.

**Tabela 4 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença**

Tratamentos*	AACPD		PRODUTIVIDADE	
	NS 6909	TMG 7062	NS 6909	TMG 7062
1	1705,04 aA	1463,58 aB	2370,2 bA	2622,8 bA
2	1168,52 bA	901,24 bB	2671,0 bA	2805,2 bA
3	950,76 cA	817,33 bA	3291,9 aA	3455,8 aA
4	732,99 dA	823,61 bA	3401,5 aA	2769,6 bB
5	1045,62 bA	769,12 bB	3361,7 aA	3568,1 aA
6	967,39 cA	971,09 bA	3037,9 bA	3271,5 aA
7	1095,76 bA	733,92 bB	3402,4 aA	3373,5 aA
8	734,36 dA	813,24 bA	3580,1 aA	2815,4 bB
9	834,00 cA	576,14 cB	3217,7 aA	2925,0 bA
10	816,16 cA	799,92 bA	2512,0 bB	3097,9 aA
11	822,09 cA	707,17 bA	3545,1 aA	3301,9 aA
12	946,88 cA	749,46 bB	3224,8 aA	2747,4 bA
13	788,20 dA	647,38 cA	3086,2 bA	2750,2 bA
14	899,30 cA	793,37 bA	2868,3 bA	3385,0 aA
15	723,57 dA	694,89 bA	3630,0 aA	3335,0 aA
16	943,95 cA	779,06 bB	2782,2 bB	3319,7 aA
17	1156,55 bA	751,65 bB	3712,8 aA	3235,5 aA
18	765,62 dA	740,72 bA	3208,5 aA	3131,3 aA
19	857,64 cA	695,75 bA	3856,8 aA	3140,0 aB
20	823,61 cA	694,09 bA	3427,7 aA	3446,3 aA
21	646,65 dA	601,76 cA	3452,1 aA	2743,6 bB
22	657,53 dA	773,75 bA	3497,1 aA	2748,1 bB
23	755,93 dA	785,94 bA	3449,1 aA	2732,3 bB
24	727,48 dA	641,68 cA	3494,0 aA	3196,1 aA
25	897,69 cA	737,89 bA	2801,7 bA	3215,4 aA
26	862,99 cA	673,31 cB	3751,1 aA	2936,7 bB
27	764,77 dA	731,79 cA	3249,5 aA	3351,1 aA
28	791,86 dA	616,74 cB	3220,9 aA	2869,0 bA
29	675,03 dA	611,21 cA	3040,3 bA	3350,0 aA
30	755,82 dA	565,46 cB	3540,9 aA	2865,0 bB

(continua)

**Tabela 4 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função da interação entre cultivares contrastantes para genética de resistência e tratamentos químicos para o manejo da doença**

Tratamentos*	AACPD		PRODUTIVIDADE	
	NS 6909	TMG 7062	NS 6909	TMG 7062
31	757,97 dA	551,62 cB	3263,4 aA	3070,4 aA
32	701,36 dA	524,87 cB	3383,3 aA	2842,2 bB
33	660,03 dA	592,61 cA	3575,6 aA	2827,4 bB
34	677,98 dA	515,25 cA	3512,0 aA	2987,9 bB
35	699,62 dA	576,29 cA	3779,9 aA	3027,7 bB
CV (%)	12,74		9,97	

Fonte: <sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

\*Detalhamento dos Tratamentos no Quadro 01.

Fonte: Autoria própria (2021)

Entretanto, é possível verificar tratamentos onde, mesmo com menor número de aplicações, conseguiram se equiparar aos tratamentos que receberam 5 aplicações. É o caso dos tratamentos 4, 8 e 15, que receberam respectivamente duas aplicações de Vessarya + Curative, três aplicações de Vessarya + Curative, e três aplicações de Vessarya + Mancozeb. Neves e Blum (2014), ao avaliar a influência a aplicação de fungicidas, observaram nos tratamentos com fosfito de potássio redução na severidade da ferrugem em relação a testemunha, demonstrando o efeito positivo deste fertilizante foliar para o controle da doença, porém sem diferença significativa de produtividade, de forma que a doença somente progrediu de forma mais lenta.

Para a cultivar TMG 7062 IPRO INOX, a testemunha também apresentou maiores níveis de AACPD. Observou-se melhor desempenho para os tratamentos que receberam entre quatro e cinco aplicações. Entretanto, o tratamento 9, que recebeu apenas três aplicações, sendo essas do fungicida Vessarya aliado ao Reference, apresentou mesma eficiência no controle da doença, se sobressaindo em relação a outros tratamentos com mesmo número de aplicações. Zorzzi (2019), na busca por fungicidas alternativos para o controle da ferrugem asiática da soja, encontrou resultados em que o oxicloreto de cobre reduziu a severidade da doença em casa de vegetação, e a campo, além de reduzir severidade e AACPD, incrementou produtividade em relação às parcelas que não receberam aplicações.

Em relação a produtividade, verifica-se na Tabela 4 que ao comparar as cultivares, essas apresentaram mesma produtividade em vinte e um dos trinta e cinco tratamentos. Dos demais, a cultivar NS 6909 IPRO se sobressaiu em onze tratamentos, enquanto a cultivar TMG 7062 INOX IPRO, em apenas três. Gazzoni

(2020) verificou em seus estudos que apenas cultivares suscetíveis a ferrugem asiática da soja apresentaram viabilidade financeira para aplicação de fungicidas, quando comparadas a uma cultivar resistente a doença. Esses ganhos de produtividade observados na cultivar NS 6909 IPRO foram, de uma forma geral, em tratamentos que receberam 4 e 5 aplicações, evidenciando a resposta positiva para produtividade da cultivar suscetível ao maior número de aplicações de fungicidas.

Esses resultados ficam ainda mais expressivos quando, ao analisar os dados separadamente para a cultivar NS 6909 IPRO, verifica-se que 76,5% dos tratamentos apresentaram aumento de produtividade quando comparados com a testemunha, enquanto que para a cultivar TMG 7062 INOX IPRO, apenas 55%. Além disso, é possível verificar ganhos produtivos, nas duas cultivares, em tratamentos com 2, 3, 4 e 5 aplicações de fungicidas, de forma que é possível manter um bom manejo para a ferrugem asiática da soja com números reduzidos de aplicações, sem reduzir a produtividade, para ambas as cultivares nessa época.

### 6.3 Época 3

Ao observar a análise de variância para a época 3 (Tabela 5), verifica-se que houve interação entre os fatores (tratamentos x cultivares) para a produtividade de grãos, porém não houve interação para AACPD.

**Tabela 5 - Resumo da análise de variância da AACPD da ferrugem asiática da soja para duas cultivares contrastes quanto à genética de resistência e submetidas a diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença**

FV	GL	Quadrado Médio	
		AACPD	PRODUTIVIDADE
Blocos	2	2016,450	71494,716
Cultivares (F1)	1	3680921,255**	48242,154 <sup>ns</sup>
Tratamentos (F2)	34	241908,728**	204190,817**
Int, F1XF2	34	10484,966 <sup>ns</sup>	172074,096**
Resíduo	138	15355,676	58290,818

**FV: Fontes de Variação. GL: Graus de Liberdade. ns: Não significativo.**

**\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.**

**Fonte: Autoria própria (2021).**

Dessa forma, é possível analisar na Tabela 6 os valores para AACPD média das duas cultivares. Verifica-se que houve diferença para AACPD entre os tratamentos, de forma que a testemunha (Tratamento 1), que não recebeu aplicação de fungicidas, apresentou maior AACPD em relação aos demais (Tabela 6). Enquanto

isso, os tratamentos que receberam entre duas e três aplicações apresentaram menor AACPD em relação a testemunha, porém tiveram resultados de eficiência de controle inferiores aos tratamentos com 4 e 5 aplicações. Segundo Sacon *et al.* (2018), a utilização de maior número de aplicações permite melhor posicionamento destas em momentos importantes ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja, retardando o estabelecimento inicial da doença e evitando infecção entre uma aplicação e outra, permitindo proteção das plantas por maior período. Neste contexto, ficou evidente no presente estudo que números maiores de aplicação, com 4 e 5 aplicações, apresentaram menor AACPD em relação aos tratamentos com menor número de aplicações.

**Tabela 6 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função de diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença**

(continua)

Tratamentos	AACPD	PRODUTIVIDADE	
		NS 6909	TMG 7062
1	1931,51 a	1528,3 bA	1639,2 bA
2	1273,62 b	1723,8 bA	1843,5 bA
3	1080,29 b	2351,2 aA	2146,7 bA
4	1163,39 b	1845,8 bB	2342,1 aA
5	1103,36 b	2152,5 aA	2231,2 aA
6	1224,70 b	1828,8 bB	2591,8 aA
7	1055,19 b	2462,3 aA	2029,5 bB
8	1088,59 b	2201,0 aA	1859,9 bA
9	1065,53 b	2259,7 aA	2274,1 aA
10	1153,85 b	2405,4 aA	2554,0 aA
11	856,44 c	2503,9 aA	2310,5 aA
12	919,78 c	2401,3 aA	2425,4 aA
13	958,07 c	2241,8 aA	1908,5 bA
14	1195,37 b	2092,3 bA	2089,3 bA
15	1067,69 b	2456,1 aA	2093,5 bA
16	1014,81 b	2028,3 bA	2152,5 bA
17	1043,86 b	2331,0 aA	2451,6 aA
18	1048,17 b	2541,6 aA	2209,5 aA
19	746,61 c	2199,7 aA	2312,3 aA
20	988,95 c	1842,4 bB	2252,3 aA
21	808,00 c	1868,2 bB	2580,8 aA
22	1014,81 b	2312,8 aA	2159,8 bA
23	953,96 c	2011,6 bA	1981,8 bA
24	929,09 c	2407,2 aA	2076,8 bA
25	1030,08 b	2128,9 bA	2390,3 aA
26	889,57 c	2522,0 aA	2138,3 bA
27	950,99 c	2105,0 bA	2138,4 bA



**Tabela 6 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja em função de diferentes tratamentos químicos para o manejo da doença**

Tratamentos	AACPD	PRODUTIVIDADE	
		NS 6909	TMG 7062
28	948,08 c	1918,2 bA	2252,1 aA
29	898,03 c	2824,1 aA	1975,0 bB
30	824,84 c	2184,5 aA	2088,3 bA
31	921,78 c	2019,7 bA	2274,4 aA
32	909,90 c	2306,7 aA	2356,3 aA
33	860,36 c	1988,8 bA	2245,6 aA
34	919,46 c	1835,3 bB	2312,8 aA
35	845,36 c	1784,7 bA	1987,4 bA
CV (%)			11,10

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

\*Detalhamento dos Tratamentos no Quadro 01.

Fonte: Autoria própria (2021)

É possível verificar que, entre os três tratamentos com quatro aplicações que culminaram em maior AACPD, dois foram os que receberam aplicação de fungicida sítio específico isolado, sem ser aliado a multissítios ou fosfito de potássio. Gazzoni (2020) analisou em seus trabalhos, que o uso de fungicidas multissítios, como mancozeb, oxicloreto de cobre e clorotalonil, reduziram a severidade da ferrugem asiática ao se comparar com os fungicidas de ação em sítio específico aplicados isoladamente, demonstrando a maior efetividade do uso de misturas para a redução dos níveis da doença.

No comparativo entre cultivares (Tabela 7), independentemente do tratamento químico aplicado, observou-se que a cultivar NS 6909 apresentou maior AACPD que a cultivar TMG 7062, esta última resistente ao patógeno. Isso evidencia que, para essa variável, a genética foi favorável para reduzir a severidade nas plantas de soja. Magnani, Alves e Araújo (2007) constataram em seus trabalhos menores níveis de infecção e esporulação do fungo *P. pachyrhisi* ao se fazer uso de cultivares resistentes, e enfatizaram a importância do melhoramento genético, a fim de se obter esses genótipos. Apesar da resistência, as empresas detentoras recomendam o uso de fungicidas, pois a grande maioria das cultivares apresentam somente resistência vertical, sendo a algumas raças do patógeno, e podendo assim ser facilmente quebrada (KAJIHARA, 2019.)

**Tabela 7 - Dados médios da AACPD da ferrugem asiática da soja no comparativo de duas cultivares contrastantes para a resistência genética à doença**

<b>Cultivar</b>	<b>AACPD</b>
NS 6909	1151,46
TMG 7062	886,67
CV (%)	12,16

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2021)

É possível verificar na Tabela 6 que as cultivares TMG 7062 INOX IPRO e NS 6909 IPRO se equipararam em produtividade em vinte e oito dos trinta e cinco tratamentos, ou seja, 80%. Nos sete tratamentos em que houve diferença, a TMG 7062 INOX IPRO foi superior em cinco, enquanto a cultivar NS 6909 IPRO apenas em dois.

Ao analisar a produtividade para a cultivar NS 6909 IPRO, verifica-se que dezesseis dos trinta e quatro tratamentos que receberam aplicação de fungicidas, embora tenham apresentado menor AACPD, não se diferenciaram da testemunha no quesito produtividade. Ao observar os tratamentos que apresentaram maior produtividade em relação a testemunha, verifica-se que entre os dezoito tratamentos que se sobressaíram, treze, ou 72%, receberam como manejo aplicações de fungicida sítio específico aliado aos multissítios Mancozeb, ou Reference, em manejos com duas, três, quatro e cinco aplicações. Baldo (2020) concluiu que associações de fungicidas sítio-específicos com multissítio reduziram significativamente a AACPD e promoveram incremento de produtividade. Segundo Zanatto, Bonardo e Pereira (2018), o mancozebe provoca resposta fisiológica nas plantas, promovendo maior retenção foliar e conseqüentemente maior produção de fotoassimilados, melhorando o enchimento e a qualidade dos grãos.

Para a cultivar TMG 7062 INOX IPRO, os resultados foram semelhantes, onde dezoito dos trinta e cinco tratamentos apresentaram ganhos de rendimento em relação a testemunha. Entre os tratamentos com 2 aplicações, os tratamentos com Vessarya aliado ao Curative (fosfito de potássio) e ao Reference (oxicloreto de cobre + mancozeb) foram os que apresentaram acréscimo de produtividade em relação à testemunha. Em estudo realizado por Cerezolli et al. (2018), tratamentos com associações de sítio específico a multissítios (mancozeb e oxicloreto de cobre) trouxeram aumentos de 10 a 21% em produtividade quando comparados com a testemunha. Nos tratamentos que receberam 3 aplicações, chama a atenção que o

produto Reference, foi o único que, quando aliado a diferentes fungicidas de ação sítio específico, nos tratamentos 9 e 17, levou a ganhos de produtividade em relação às demais combinações sítio específico + multissítio, comparado a outros tratamentos com 3 aplicações.

Para os tratamentos com 4 aplicações, chamaram atenção os que receberam aplicação de Aproach Prima, isolado ou aliado a multissítio ou fosfito de potássio, no estágio V5, seguido de aplicação de Vessarya isolado ou aliado a multissítio ou fosfito de potássio em R1 e R3, com fechamento com o produto Aproach Prima isolado ou aliado a multissítio ou fosfito de potássio em R5.1, demonstrando eficiência e ganhos produtivos através desses programas fitossanitários. Enquanto isso, entre os sete tratamentos que receberam 5 aplicações, apenas quatro resultaram em ganhos produtivos, lucidando a inviabilidade do alto número de aplicações em uma cultivar resistente.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na semeadura de setembro foi possível verificar que apenas duas aplicações de produtos e combinações desses foram suficientes para promover o controle da ferrugem asiática na soja, para ambas as cultivares, e que de uma forma geral poucos tratamentos apresentaram acréscimo de produtividade em relação a testemunha.

Para a semeadura de novembro, observou-se aumento do controle da doença à medida que aumentaram os números de aplicações, para ambas as cultivares, entretanto, números reduzidos de aplicações, como 2 e 3, foram capazes de se equiparar em produtividade a tratamentos que receberam 4 e 5 aplicações, evidenciando possibilidade de obter maior viabilidade econômica com menor uso de fungicidas.

Na safrinha, observou-se maior controle para ambas as cultivares à medida que aumentaram o número de aplicações, entretanto esses resultados não espelharam em produtividade. Foi possível verificar que fungicidas de ação em sítio específico aliados à multissítios foram os programas de manejo que mais incrementaram em produtividade, para ambas as cultivares.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5.ed. San Diego: Academic, 2005. 922p.
- ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. A. **Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 11 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 11).
- BALDO, V. A. C. **Manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) com fungicidas sítio-específico associados a fungicidas multi-sítio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2020. 76p. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/41818/1/2020\\_VitorAugustoCarvalhoBaldo.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/41818/1/2020_VitorAugustoCarvalhoBaldo.pdf). Acesso em: 25 nov. 2021.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**. vol. 30, núm. 2, p. 239-245 - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026578013.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.
- BHERING, S.B.; SILVIO, B. Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada. 1ª ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Floresta: Embrapa Solos**, 74 p. 1. 2008.
- BRIDI, L. **Efeito de diferentes programas de aplicação de fungicidas sobre cultivares de soja com e sem resistência genética a *Phakopsora pachyrhizi***. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de bacharelado em agronomia, Cerro Largo, RS, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1918/1/BRIDI.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- CAMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal – novembro, 2015. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4484513/mod\\_resource/content/0/LPV%20584%202017%20-%20REVISAO%20Soja%20Apostila%20Agronegocio%20%282%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4484513/mod_resource/content/0/LPV%20584%202017%20-%20REVISAO%20Soja%20Apostila%20Agronegocio%20%282%29.pdf). Acesso em: 23 set. 2020.
- CAMARGOS, R. Ferrugem Asiática da Soja. **Informativo Técnico Nortox**. 2017. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2018/03/informativo-artigo-03-Rafael.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Crop loss assessment and modeling. In: **Introduction to plant disease epidemiology**. CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. (Ed.). New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 393-422.
- CARMONA, M.; SAUTUA, F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas extensivas. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, **Revista Plantio Direto**, nov./dez., 2011.

CARVALHO, A. A. de; FIGUEREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal, v.26, n.2, p.197-200, 2000.

CEREZOLLI, L., LAJÚS, C. R., CERICATO, A., SORDI, A. Eficiência de fungicidas multisítios utilizados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste**, v. 3, p. e17419-e17419, 2018. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeusmo/article/view/17419>. Acesso em: 27 nov. 2021.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, Brasília: CONAB, set. 2020.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**, v. 8 - Safra 2020/21 - Décimo segundo levantamento, Brasília: CONAB, set. 2021.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B. O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja – Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/902292/1/doc288.pdf>. Acesso em: 05 out. 2020.

GASPARETTO, R.; FERNANDES, C. D.; MARCHI, C. E.; BORGES, M. F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.2, p.251-260, 2011. Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v78\\_2/gasparetto.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v78_2/gasparetto.pdf). Acesso em: 03 out. 2020.

GASPARIN, T. F.; VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C. Aplicação foliar de molibdênio e fosfito de potássio na incidência da ferrugem asiática da soja. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.5, n.1, p.30-37, 2012. Disponível em: [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/5027c920d62ef.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5027c920d62ef.pdf). Acesso em 27 set. 2020.

GAZZONI, A., **Controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) com uso de fungicidas em cultivares de soja**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Erechim, RS, 2020. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3926/1/Andr%c3%a9%20Gazzoni%20-%20%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2021.

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. F. V. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2. p. 657-675.

GODOY, C. V., KOGA, L.J., CANTERI, M. G. (2006) Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.63-68, 2006.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência. Londrina: **Embrapa Soja**, 2020a. 39 p. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 428). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213614/1/DOC-428.pdf>. Acesso em: 03 out. 2020.

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.; JUNIOR, E. R. A.; MORESCO, E.; KONAGESKI, F. T.; BONANI, J. C.; ROY, J. M. T.; GRIGOLLI, J. F. J.; JUNIOR, J. N.; ARRUDA, J. H.; NAVARINI, L.; BELUFI, L. M. R.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; JÚNIOR, M. M. G.; SENGER, M.; MULLER, 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. **Embrapa Soja**, Londrina-PR: ISSN 2176-2864. 20p. 2020b. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215288/1/CT-160-OL.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 99). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/966125/1/CT99online.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; MADALOSSO, M.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MONTECELLI, T.D.N.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.P.; VENANCIO, W.S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: **Embrapa Soja**, 2014. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 103).

IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná). **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2009.

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, p. 941-945, 2006.

KAJIHARA, L. H. **Importância de fungicidas sitio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeaduras e análise do retorno financeiro**. Tese

(Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Instituto Biológico, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/884/1/Tese%20Luciano.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2021.

LIMA, W.F.; PRETE, C.E.C.; RIBEIRO, A.S.; TOLEDO, J.F.F. Resistência da soja à ferrugem-asiática avaliada pela análise da produtividade de grãos. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.1, p.73-78, 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052012000100012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052012000100012). Acesso em: 04 out. 2020.

MAGNANI, E. B. Z., ALVES, E., ARAÚJO, D.V. Eventos dos processos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira** 32:156-160. 2007.

MARSCHNER, H. Relations hip between mineral nutrition and plant disease and pests. In: Marschner, H. (Ed.) **Mineral nutrition of higher plants**. London. Academic Press. 1996. p.369-390.

MCGRATH, M. T. **What are fungicides? The Plant Health Instructor**, 2004. DOI: 10.1094/ PHI-I-2004-0825-01.

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L.; ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**. v. 73, p. 117-122, 1989.

MILES, M.R.; HARTMAN, G.L.; FREDERICK, R.D. Soybean rust: is the U.S. soybean crop at risk?. **APS**, 2003. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/SoybeanRust.aspx>. Acesso em: 19 set. 2020.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1977. 1062 p.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R.S.; MOREIRA, M.T.; MENEGHETTI, R.C.; MADOLLOSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

NEVES, J. S., BLUM, L. E. B., Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n.1, p. 75 – 82, jan. – mar., 2014. Disponível em: [https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2720/pdf\\_88](https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2720/pdf_88). Acesso em: 28 nov. 2021.

NEVES, J. S.. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na soja (*Glycine max*)**. 2006. 62 f. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, DF, 2006.



NUNES, C. D. M., MARTINS, J. F. S., DEL AGUILA, L. S. H., FRIEDRICH, F. F., RAMOS, R. S., Eficiência do Número de Aplicações de Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática da Soja, Safra 2011/12. **XXXIX REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL: Atas e Resumos**. 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/945843/1/0000000560XXXIXRPSRSA5ataseresumosreuniaosoja2012.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.

OLIVEIRA, A.C.B.; GODOY, C.V.; MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira** v. 30, p. 658-662, 2005.

PATIL, P. V.; WUIKE, R. V.; THAKARE, C. S.; CHIRAME, B. B. Viability of uredospores of *Phakopsora pachyrhizi* Syd. at different storage conditions. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**. v. 22, n. 2, p. 261-262, 1997.

PEREIRA, V. F.; RESENDE, M. L. V.; MONTEIRO, A. C. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; REGINA, M. A.; MEDEIROS, F. C. L.; Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p.25-31, 2010.

REBOLLAR-ALVITER, A.; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A.. Efficacy of azoxystrobin, pyraclostrobin, potassium phosphite and mefenoxam for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. **Plant Health Progress**, 2005. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2005-0107-01-RS>. Acesso em: 07 out. 2020.

RIBEIRO, F. C.; ERASMO, E. A. L.; MORAES, E. B.; CERQUEIRA, F. B.; MATOS, E. P.; ROCHA, F. S.. Fungicidas aplicados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática no estado do Tocantins. **Cultivando o Saber**. V 9 - n°2, p. 198-209. 2016. Disponível em: [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/57a3b0899b617.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/57a3b0899b617.pdf). Acesso em: 25 set. 2020.

SACON, D., NETTO, A., TONELLO, E. S., FOCHESSATTO, M., TORTELLI, ., MILANESI, P. M., Número de aplicações de fungicida e comparação entre cultivares com e sem tolerância no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Iguazu**. Cascavel, v.7, n.4, p. 47-58, 2018. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18847/13815>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; ROESSING, A. C.. Os **limites da expansão da soja**. 2004.

SANTOS, K. R. C.. **Mapeamento de QTLs ligados à resistência parcial da soja à ferrugem asiática**. 2015. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18641/3/MapeamentoQTLsLigados.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos de soja**. Londrina. Mecenias. 2009.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C. Medidas de controle para o manejo da ferrugem asiática da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, vol.4., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. P.109-113.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. A. L.; WIELEWICKI, A. P.; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

TECNOLOGIAS de produção de soja – região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p. (**Embrapa Soja. Sistemas de produção, 14**). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/26770/1/tpsoja\\_2007.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/26770/1/tpsoja_2007.pdf) . Acesso em: 21 set. 2020.

TMG (Tropical Melhoramento & Genética). **Tecnologia INOX®**. 2021. Disponível em:< <http://www.tmg.agr.br/ptbr/tecnologias/inox>>. Acesso em: 30/11/2021.

UENO, B.. Fosfito + Fungicida: Defesa e proteção para o pêssego. **Campo e Negócio**. Hortifruti. Informe Técnico. P 72-73. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024900/1/Bernardodigitalizar0048.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

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

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

ZANATTO I, B; BONALDO S., M.; PEREIRA C., S. 2018. Fungicides and ethanolic extract of propolis in the control of late season soybean diseases. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(1): 165-174.

ZORZZI, I. C. **Controle da ferrugem asiática da soja utilizando produtos alternativos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2019. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4049/1/PB\\_PPGAG\\_M\\_Zorzzi%2c%20Ivan%20Carlos\\_2019.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4049/1/PB_PPGAG_M_Zorzzi%2c%20Ivan%20Carlos_2019.pdf). Acesso em: 23 nov. 2021.