

# **TRIAZOIS ISOLADOS NO MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

Por

**NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

Janeiro – 2022

**TRIAZOIS ISOLADOS NO MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

Por

**NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART**

Orientação: Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Goiano, Campus Rio Verde

Rio Verde - GO

Janeiro – 2022

# **TRIAZOIS ISOLADOS NO MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

por

**NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART**

Orientador:

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos  
IF Goiano – Campus Rio Verde

Examinadores:

Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira  
IF Mato Grosso – Campus Sorriso

Prof.<sup>a</sup> Dra. Kassia Aparecida Garcia  
Barbosa Avila  
UniCerrado – Goiatuba

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

GG694t

Goulart, Nádia Caroline Marques      Triazois  
isolados no manejo de Ferrugem Asiática da soja  
/ Nádia Caroline Marques Goulart; orientador  
Leonardo de Castro Santos. -- Rio Verde, 2022.  
37 p.

Dissertação (Mestrado em PPGBG Mestrado  
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2022.

1. Fungicidas. 2. Protiocanazol. 3. Triazol. 4.  
Ferrugem Asiática. I. Santos, Leonardo de Castro ,  
orient. II. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)                  | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Nádia Caroline Marques Goulart

Matrícula:

2019202331540035

Título do trabalho:

Triazóis isolados no manejo de Ferrugem Asiática da soja

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde- GO

23 /03 /2022

Local

Data

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 23 /03 /2022

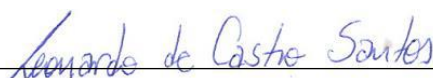
O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

  
NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 3/2022 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

## PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

### ATA Nº 48 (QUARENTA E OITO)

#### BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e dois, às 13h30min (treze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de

Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto

Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min., procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>Situação no Programa</b>
Leonardo de Castro Santos	IF Goiano – Rio Verde	Presidente
Renato Andrade Teixeira	IFMT - Campus Sorriso	Membro externo
Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila	Centro Universitário de Goiatuba - UniCerrado	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila, Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila - Professor Avaliador de Banca - Fundação de Ensino Superior de Goiatuba (01494665000161), em 28/01/2022 16:42:40.
- Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 28/01/2022 16:37:48.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/01/2022 16:35:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 351831  
Código de Autenticação: 6953414a86









SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 14/2022 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

### MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA COM TRIAZÓIS

Autora: Nádia Caroline Marques Goulart  
Orientador: Leonardo de Castro Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 28 de janeiro de 2022.

Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira  
Avaliador externo - IFMT / Campus  
Sorriso

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kássia Aparecida Garcia  
Barbosa Ávila  
Avaliadora externa - Centro  
Universitário de Goiatuba -  
UniCerrado

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos  
Presidente da Banca - IF Goiano / Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila, Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila - Professor Avaliador de Banca - Fundação de Ensino Superior de Goiatuba (01494665000161), em 28/01/2022 16:41:39.
- Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 28/01/2022 16:27:58.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/01/2022 16:26:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 351836  
Código de Autenticação: 0402d3fa5a



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1. Ferrugem Asiática .....	15
2.2. Sintomas da Ferrugem Asiática .....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Tratamentos .....	22
3.2. Avaliação de Severidade .....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES .....	34
6. REFERÊNCIAS.....	35

**TRIAZOIS ISOLADOS NO MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

por

**NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART**

**RESUMO:** A ferrugem asiática é considerada uma das doenças mais destrutivas e a que causa maiores danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae, entre as quais se destaca a soja. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia dos triazóis isolados no controle de ferrugem asiática da soja. O experimento foi instalado e conduzido em uma área sob sistema de plantio direto, no Centro de Pesquisa Agrícola-CPA, no município de Rio Verde, GO, durante a safra 2020/2021. Observou-se que a mistura de protioconazol + trifloxistrobina foi o tratamento que apresentou melhor eficácia na redução da severidade da ferrugem asiática, menor AACPD, menor desfolha e maior produtividade. Em relação aos triazóis isolados o protioconazol apresentou maior porcentagem de controle. Em relação a seletividade, o ciproconazol apresentou menor fitotoxidez, já o tebuconazol apresentou maior fitotoxidez comparado aos outros tratamentos.

**Palavras-chave:** Fungicidas, *Phakopsora pachyrhizi*, protioconazol, controle, triazol.

## ISOLATED TRIAZOLES IN ASIAN SOYBEAN RUST MANAGEMENT

by

NÁDIA CAROLINE MARQUES GOULART

**ABSTRACT:** Soybean asian rust is considered one of the most destructive diseases and the one that causes the greatest damage in several plant species of the Fabaceae family, in which soybean stands out. Thus, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of isolated triazoles in the control of soybean asian rust. The experiment was installed and carried out in a no-tillage system area, at the Agricultural Research Center-CPA, in Rio Verde, Goiás, Brazil, during the 2020/2021 crop season. It was observed that the mixture of prothioconazole + trifloxystrobin was the treatment that showed the best efficacy in reducing the severity of soybean asian rust, as well as lower AUDPC, lower defoliation and higher productivity. In relation to the isolated triazoles, prothioconazole had a higher percentage of control. Regarding selectivity, cyproconazole had lower phytotoxicity, while tebuconazole had higher phytotoxicity compared to other treatments.

**Keywords:** Fungicides, *Phakopsora pachyrhizi*, prothioconazole, control, triazol

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja, que atualmente vem aumentando sua área plantada no Brasil, tinha na época de suas origens a utilização como forragem para, posteriormente, ser utilizada como grão. O cultivo dessa leguminosa foi evoluindo depois de domesticada na China. A chegada da soja ao Brasil ocorreu em meados de 1882, sendo trazida através dos Estados Unidos. Atualmente, na safra 2020/21 a produção brasileira foi de 135,409 milhões de toneladas tornando o maior produtor mundial do grão (CONAB, 2021). O Brasil se destaca no cenário mundial como um dos maiores produtores e exportadores de soja do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos. Além de sua importância econômica, a soja possui valiosas características nutricionais, tanto para a alimentação humana quanto animal, como fonte de proteína, fibras e gorduras insaturadas, entre outros (LEDERMANN, 2015).

Com toda a importância do cultivo e a expansão da soja para novas áreas, problemas fitossanitários vêm limitando o agricultor brasileiro a atingir a produtividade desejada, principalmente em virtude de problemas como doenças. A ferrugem asiática se destaca como uma doença importante causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow, a doença teve seu primeiro relato em 2001 no Paraguai e, em sequência, acabou incidindo em outros países como Brasil. De acordo com Nunes-Júnior (2007), o primeiro registro da ferrugem asiática em Goiás foi em março de 2002, nos municípios de Rio Verde, Chapadão do Céu, Jataí e Mineiros, com perdas variando de 30 a 70%. A doença apresenta como sintomatologia principal o rápido amarelecimento e queda prematura das folhas, prejudicando o pleno enchimento dos grãos e consequente redução de produtividade (LEDERMANN, 2015).

Número excessivo de aplicações, pulverizações somente após a detecção do problema e subdoses se destacam entre as principais falhas ocorridas em campo. Resistência tornou um fato comum para a indústria de proteção de culturas. Existe ampla e crescente literatura sobre resistência a fungicidas, referente a diferentes patógenos e culturas, contrastando os modos de ação e estratégias antirresistência (GODOY *et al* 2020).

Ainda de acordo com Roese (2010), mesmo pertencendo ao mesmo grupo químico (triazóis, por exemplo), observa-se que alguns produtos são mais eficientes que outros, e que alguns produtos perdem sua eficácia (por causa de populações do fungo menos sensíveis àquele fungicida específico), pois apesar de pertencerem ao mesmo grupo químico, o mecanismo de reconhecimento do fungicida pelo fungo é diferente para cada produto. Ou seja, mesmo que todos os triazóis tenham o mesmo modo de ação sobre o fungo, e, também as estrobilurinas tenham todas o mesmo modo de ação, o sítio específico de reconhecimento do fungicida pelo fungo é diferente para cada produto.

Os triazóis foram introduzidos no mercado na década de 1970, quando ocorriam problemas com outros fungicidas sistêmicos devido à resistência. Testes de avaliação de risco, em laboratório, demonstraram menor probabilidade de falha no controle, do que os demais produtos (BALARDIN,2015). Porém, o otimismo inicial foi reduzido por uma série de relatos de resistência para importantes doenças. O primeiro caso foi com *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* em cevada, dois anos após a introdução de triadimefon na Inglaterra, em 1978. Também com pepinos cultivados em estufas houve rápido desenvolvimento de resistência. Porém, os problemas de falha no controle não foram tão evidentes quanto os casos anteriores. (BALARDIN, 2015).

Desta forma, tem-se como objetivo geral avaliar a eficiência de fungicidas triazóis no manejo da ferrugem asiática da soja e como objetivos específicos avaliar a severidade nos

tratamentos com triazóis, avaliando também, seletividade e fitotoxidez. Demonstrando a diminuição ou não da doença, conforme cada aplicação.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ferrugem Asiática**

A ferrugem asiática é considerada uma das doenças mais destrutivas e a que causa maiores danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae, entre as quais se destaca a soja. A perda de área foliar causadas pelas doenças afeta a interceptação de luz, a capacidade fotossintética, o acúmulo de foto assimilados e o período do enchimento de grãos menciona que a ferrugem apresenta lesões e urédias na parte abaxial da folha e reduz significativamente a habilidade de realizar a fotossíntese, produzindo grandes danos na cultura da soja. (GARCES, 2011).

Ainda de acordo com Garces (2011), a ferrugem da soja é causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, que sobrevive e se reproduz somente em plantas vivas *P. pachyrhizi* possui ampla gama de espécies hospedeiras, como trigo, feijão-de-corda, feijão-caupi, plantas de cobertura e plantas daninhas como o leiteiro, e o fungo também pode sobreviver e se multiplicar. Os esporos do fungo, chamados de urediniosporos são disseminados facilmente pelo vento de um local para outro podendo atingir longas distâncias.

A penetração do fungo *P. pachyrhizi* ocorre de forma direta na folha através da epiderme. O processo de infecção depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessário no mínimo seis horas de molhamento, para que ocorram infecções, com temperatura na faixa ótima (entre 15°C e 25°C) e mais de oito horas, para valores extremos, como 10°C ou 27°C (GODOY *et al* 2020).

De acordo com Camargos (2017), a doença vem sendo estudada há mais de trinta anos no continente asiático. Já foram relatados danos e perdas na produtividade na ordem de 30 a 80%. A severidade da doença se deve as variações nas condições do ambiente. No Brasil, o patógeno da ferrugem asiática encontrou condições favoráveis de desenvolvimento, justificando sua rápida disseminação.

## **2.2 Sintomas da Ferrugem Asiática**

Os sintomas mais comuns surgem principalmente na face abaxial das folhas na forma de lesões, coloração marrom-claro a escura e forma poligonal. Geralmente estes sintomas surgem nas folhas mais baixas do dossel durante ou após a floração, mas podem ocorrer em estádios mais precoces, quando as condições de ambiente favorecerem o desenvolvimento do patógeno (LEDERMANN, 2015). Ainda segundo o autor, em cada lesão existem uma ou várias pústulas (urédias) de forma globosa que produzem grande volume de urediósporos. Além das folhas, as lesões também podem ser encontradas nos pecíolos, vagens e ramos. Com o incremento da severidade da doença, ocorrem comumente desfolhas e maturação prematura das plantas atacadas. Lesões mais velhas podem se tornar escuras formando teliósporos, eventualmente.

Os sintomas podem se manifestar em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura e em qualquer parte da planta: cotilédones, hastes e folhas, dependendo da disponibilidade do inóculo e das condições ambientais, sendo que os sintomas nas folhas são os mais característicos (CAMARGOS, 2017). Ainda segundo o autor, a identificação e diagnóstico da ferrugem é feita pela observação das folhas inferiores em que se inicia a infecção, na face abaxial ou inferior, utilizando lupas com 10x a 30 x de aumento, e ocorre o aparecimento de saliências semelhantes a pequenas feridas, pontuações de coloração mais escura, caracterizando a manifestação da fase inicial da infecção (germinação do uredósporo e penetração da folha). Após o desenvolvimento do fungo no interior do tecido ocorre a formação da estrutura de reprodução do fungo (urédias), em que são formados e disseminados os esporos do patógeno.



Segundo Silva *et al.* (2005) e Nascimento *et al.* (2015) o fungo pode penetrar em qualquer tecido vegetal, não necessitando de estômatos para a infecção. Sob condições de molhamento foliar de no mínimo 6 horas e temperatura entre 15°C e 25°C que são favoráveis para o processo evolutivo, os patógenos conseguem utilizar as substâncias produzidas no interior das células vegetais das plantas para sobreviver. Para obtê-las, entretanto, é preciso passar por algumas barreiras externas, como a cutícula e a parede celular. Ademais, é necessário que eles sejam capazes de neutralizar as defesas vegetais para obter sucesso na infecção da planta. Para isso, os patógenos empregam ampla gama de substâncias como enzimas, toxinas, hormônios, polissacarídeos e moléculas efetoras. A importância de cada classe de substâncias varia de acordo com a interação planta-patógeno (AGRIOS, 2005; AMORIM *et al.*, 2018).

De acordo com Camargos (2017) no mundo, os locais em que a doença ocorre são diferenciados em áreas que o fungo sobrevive o ano todo (se houver hospedeiro adequado) e áreas que as epidemias sazonais dependem da chegada do inóculo através de dispersão de longa distância. Em grande parte do Brasil, do Paraguai e da Bolívia, as condições ambientais são favoráveis para a sobrevivência do patógeno durante todo o ano. Já as epidemias na Argentina e no cinturão de soja dos Estados Unidos provêm da dispersão de esporos de áreas distantes, podendo ser de centenas de quilômetros. Para o manejo da ferrugem-asiática é preciso integrar medidas culturais, de resistência genética e uso de fungicidas quando ela incide (GODOY *et al.*, 2020).

A obtenção de cultivares resistentes para a ferrugem da soja é um processo muito difícil, pela alta variabilidade do fungo. No auxílio dessa prática de controle, deve-se evitar o plantio em épocas favoráveis a doença, o uso de cultivares tardios e realizar o diagnóstico mais precoce possível da ocorrência da doença na lavoura. O controle de plantas invasoras também é importante, pois *P. pachyrhizi*, além da soja, parasita várias espécies de plantas daninhas como pode ser observado na Figura 1. (CAMARGOS, 2017). A disseminação da ferrugem é feita

principalmente pela dispersão dos uredósporos pelo vento e a doença não é transmitida por sementes como pode ser visto na Figura 1.

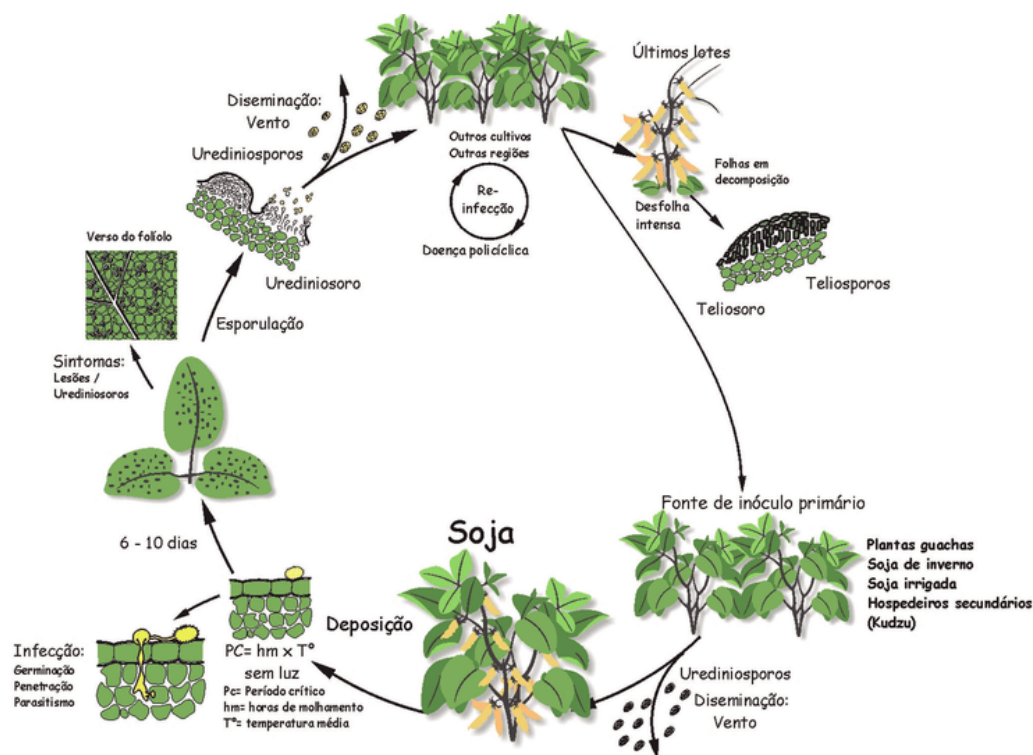


Figura 1. Ciclo da ferrugem da soja (REIS, 2005).

Os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha, podem-se observar urédias, que são estruturas que produzem os esporos (uredósporos). Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda na produção e na qualidade do grão. (JUHÁSZ *et al* 2013).

Com a evolução da doença, o tecido ao redor da lesão adquire coloração castanho-avermelhada, formando lesões visíveis em ambas as faces da folha e causando rápido amarelecimento e queda prematura das folhas. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade destes grãos. Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou no

início da granação, pode causar o aborto e a queda das vagens, resultando em perda total do rendimento (CAMARGOS, 2017).

Para reduzir as consequências da incidência da ferrugem asiática na soja existem algumas medidas que devem ser utilizadas de forma lógica e racional. Dentre as principais técnicas de controle, recomenda-se o uso de fungicidas formulados em mistura com grupos químicos diferentes (GODOY, 2014). Ainda de acordo com o mesmo autor, o fungicida deve ser aplicado de forma preventiva, ou seja, sem sintoma da doença ou no aparecimento dos primeiros sintomas. É importante também realizar a semeadura no início da época recomendada, utilizar cultivares precoces, respeitar o vazio sanitário [eliminando plantas voluntárias de soja na entressafra]. Em Goiás o calendário para semeadura da soja é de 25 de setembro até 12 de fevereiro. Essa data foi autorizada pela portaria nº 389/2021 (MAPA, 2021) e entrou em vigor no dia 02/09/2021. Cultivares resistentes estão disponíveis para algumas regiões do Brasil, porém, não dispensam a utilização de fungicidas, uma vez que populações virulentas podem ser selecionadas em decorrência da variabilidade do patógeno.

A eficiência de um fungicida em controlar uma doença é função da concentração inibitória do fungicida (CI) nos tecidos foliares alvo da proteção. A CI depende de atributos da molécula do fungicida, da dose usada/ha e da intemperização (hidrólise, sublimação, fotodecomposição e lixiviação pela chuva) e do depósito do produto na superfície da planta (REIS et al., 2010).

No entanto, Silva *et al.* (2008), Silva e Silva (2014) e Wegener (2014) indicam que tais produtos já foram efetivos no controle da doença, mas, atualmente, nem todos apresentam a mesma eficácia. Até a safra 2005/06, o fungo foi eficientemente controlado pelo uso de fungicidas, principalmente os triazóis em mistura com as estrobilurinas. Entretanto, em algumas regiões no Mato Grosso, partir da safra 2005/06 foram verificadas falhas no controle, as quais haviam sido tratadas com o triazol flutriafol. Neste mesmo ano, ainda não havia relatos de problemas da mesma natureza no estado de Goiás (SILVA *et al.*, 2006).

Na safra, 2008/09, os mesmos problemas também foram verificados para as misturas (estrobilurinas + triazóis) quando utilizadas de forma curativa ou sob alta pressão da doença. Os resultados de ensaios cooperativos corroboram para este fato, sendo que, ainda na safra 2008/09, os triazóis proporcionaram de 34 a 49% de controle, enquanto as misturas apresentaram eficácia de 63 a 73% (GODOY *et al.*, 2009).

Observações semelhantes também foram verificadas nos ensaios cooperativos nas safras 2009/10 e 2010/2011 (GODOY *et al.*, 2010; 2011). Silva e Silva (2014) e Wegener (2014) demonstraram também a menor eficácia das estrobilurinas no controle da ferrugem asiática, postulando a ocorrência de resistência de fungos às estrobilurinas. Este foi o primeiro relato mundial, sendo comprovado pela empresa Du Pont, a qual demonstrou molecularmente a mutação no códon 129 do citocromo B (KLOSOWSKI *et al.*, 2015).

Esta é responsável pela alteração do aminoácido produzido. Em isolados não mutantes, o aminoácido gerado é a fenilalanina e, após a mutação, o aminoácido produzido é uma leucina (SILVA e SILVA, 2014). A intensidade do dano é influenciada por condições climáticas, aspectos genéticos das cultivares, manejo cultural e fitotécnico da cultura e pelo conjunto de fatores relacionados ao controle químico (GASSEM, 2005).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado e conduzido em uma área sob sistema de plantio direto, no Centro de Pesquisa Agrícola-CPA, no município de Rio Verde, GO, durante a safra 2020/2021. As coordenadas do local, onde o experimento foi conduzido, são latitude Sul 18°08,137 e longitude Oeste 50°50,778. A altitude local é de 804m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. As plantas foram dispostas em oito fileiras de cinco metros de comprimento cada, sendo a parcela útil constituída pelas quatro fileiras centrais. Foram eliminados 50 cm de cada extremidade da parcela, sendo, portanto, 8m<sup>2</sup> como a área útil, conforme recomendado pela Embrapa (2006).

A semeadura foi realizada em 10/12/2019. A data de plantio é considerada como normal para o estado de Goiás conforme a instrução normativa nº 001/2006 (AGRODEFESA, 2006). A cultivar a ser utilizada nesse experimento foi a M-Soy7739 IPRO, a variedade é recomendada para a região e apresenta ciclo médio, com duração de 120 a 125 dias. Foram mantidas 20 plantas por metro, ou seja, população final de 400 mil plantas por hectare preconizando maior população para favorecer a incidência do patógeno. Os tratos culturais foram os mesmos realizados em lavoura comercial. Os herbicidas e inseticidas foram utilizados conforme necessidade, aplicados apenas produtos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Na parcela, utilizou-se as linhas centrais para a coleta de 10 folhas realizadas de forma aleatória. Para a severidade da doença foram realizadas avaliações a partir do estágio R1, totalizando-se 4 avaliações. As análises foram realizadas no mês de março de 2020.

Durante as avaliações para a severidade da doença, preconizou-se avaliar trifólios dispostos na mesma altura da planta em todos os tratamentos. Para isso, contabilizou-se o número de nós das plantas: para a metade inferior, o trifólio do terceiro nó de baixo para cima; já para a metade superior, avaliou-se o trifólio do segundo nó de cima para baixo. Na medida em que ocorreu a desfolha no terço inferior, avaliou-se o primeiro trifólio de baixo para cima, sendo o mesmo determinado no tratamento testemunha.

### 3.1 Tratamentos

Como tratamentos, além da testemunha não tratada, utilizaram os produtos: Ciproconazol, Tebuconazol, Protioconazol, Difenconazole, Tetraconazol e Protioconazol+Trifloxistrobina, conforme demonstrados na tabela 1.

**Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento de controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) da soja.**

Tratamentos	Dose* (g - ml p.c. ha <sup>-1</sup> )	Época de avaliação
1-Testemunha	-	-
2-Ciproconazol	700	R1 / R5.3 / R5.5
3-Tebuconazol	350	R1 / R5.3 / R5.5
4-Protioconazol	146	R1 / R5.3 / R5.5
5-Difenconazol	280	R1 / R5.3 / R5.5
6- Tetraconazol	300	R1 / R5.3 / R5.5
7-Protioconazol + Trifloxistrobina	400+0,25% v/v	

\*p.c.: produto comercial.

São triazóis ainda utilizados a campo para controle da ferrugem asiática e com a utilização de forma isolada será possível avaliar a perda de eficiência entre eles. É importante salientar que não houve inoculação artificial do patógeno *P. pachyrhizi*, ele apareceu mediante a ocorrência, incidência e quantificação da severidade nas plantas de soja, na área experimental.

### 3.2 Avaliação de Severidade

A eficácia dos produtos foi avaliada em função da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), porcentagem de controle, severidade da doença, seletividade, desfolha e rendimento. Foram realizadas 4 avaliações, sendo 19/02/2020 com 7 dias após a 1ª aplicação, 03/03/2020 com 7 dias após a 2ª aplicação, 17/03/2020 com 7 dias após a 3ª aplicação e 24/02/2020 com 14 dias após a 3ª aplicação.

A eficácia dos produtos foi avaliada em função da severidade da doença (porcentagem de área foliar lesionada e área abaixo da curva do progresso da doença-AACPD). Os dados médios de severidade foram utilizados para cálculo da AACPD, conforme proposto por Shaner & Finney (1977). Com as severidades calcularam as áreas abaixo das curvas de progresso da doença

(AACPD) pelo método trapezoidal (equação a seguir), conforme métodos descritos em (CAMPBELL & MADDEN, 1990)

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_{i+1} + Y_i) \times (T_{i+1} - T_i)}{2}, \text{ em que:}$$

$Y_i$  = severidade da doença na época de avaliação  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ );

$Y_{i+1}$  = severidade da doença na época de avaliação  $i + 1$ ;

$T_i$  = época de avaliação  $i$  (número de dias após a semeadura);

$T_{i+1}$  = época de avaliação  $i + 1$ ;

$n$  = número de avaliações.

Com os dados de AACPD, calculou-se a eficácia de controle com base na equação seguinte utilizando a fórmula de Abbott (1925): Eficácia (%) =  $[(AACPD_{\text{testemunha}} - AACPD_{\text{tratamento}}) / AACPD_{\text{testemunha}}] \cdot 100$ .

Para obter a porcentagem de controle dos fungicidas, considerou-se o valor de AACPD obtido na testemunha como 100%. Posteriormente, calculou-se a porcentagem de controle proporcional em cada tratamento. Em relação à severidade da doença, a verificação foi pela porcentagem de área foliar lesionada em duas partes da planta (inferior e superior), seguindo-se a escala diagramática proposta por Franceschi *et al.* (2020) (figura 1).

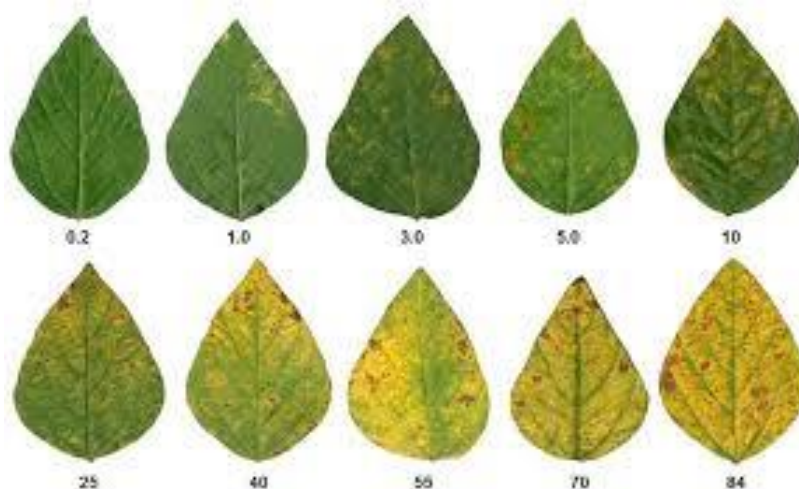


Figura 1. Conjunto de diagrama de área padrão para auxiliar as estimativas visuais de ferrugem (*P. pachyrhizi*) severidade da soja (*Glycine max* L.) nas folhas. Os números representam a porcentagem (%) de área foliar mostrando sintomas (necrose e clorose) (Franceschi *et al.*, 2020).

Conforme orientação do centro de pesquisa responsável pelos ensaios de ferrugem da empresa UPL, foram realizadas três aplicações dos fungicidas, sendo a primeira durante o estágio fenológico de R1, a segunda durante o estágio fenológico de R5.3 e a terceira durante o estágio fenológico de R5.5. Para a pulverização foliar foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, contendo uma barra de três metros de comprimento e seis pontas de pulverização do tipo leque duplo TJ 110.02, espaçadas a 50 cm. O volume de calda a ser utilizado foi equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> e a pressão do pulverizador a 30 lb pol<sup>-2</sup>. As condições ambientais durante a condução do experimento foram monitoradas por estação meteorológica localizada próxima a área de condução.

Em relação à desfolha, foi realizada uma única avaliação em 24/03/2020, durante o estágio fenológico de R6, independentemente da desfolha ocorrida na testemunha. Essa análise foi realizada com base na porcentagem visual de desfolha (variando de 0 a 100%). Para a seletividade dos fungicidas, realizou-se a análise visual de plantas sintomáticas em 24/03/2020 no estágio da soja em R6, adaptando-se a escala descritiva proposta por Silva et al. (2005), sendo essa análise realizada uma única vez após a terceira aplicação de fungicidas.

**Tabela 2. Escala para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e necroses entre as nervuras e outras anomalias foliares causadas por fungicidas.**

Nota	Descrição
0	Ausência de fitotoxidez.
1	De 1 a 10% de área foliar afetada.
2	De 11 a 20% de área foliar afetada.
3	De 21 a 30% de área foliar afetada.
4	De 31 a 40% de área foliar afetada.
5	De 41 a 50% de área foliar afetada.
6	De 51 a 60% de área foliar afetada.
7	De 61 a 70% de área foliar afetada.
8	De 71 a 80% de área foliar afetada.
9	De 81 a 90% de área foliar afetada.
10	De 91 a 100% de área foliar afetada.

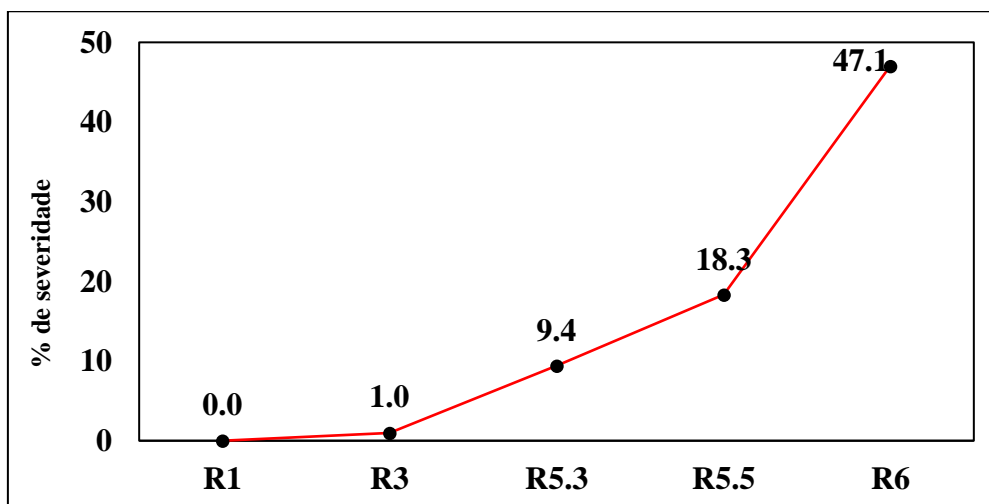
Adaptado de Silva et al. (2005b).



O rendimento da cultura foi avaliado no término do experimento, com colheita realizada em 08/04/2020 (R9), através do peso de mil grãos e da produtividade, cuja umidade foi corrigida para 13% (EMBRAPA, 1997). Estimou-se o incremento de produção em relação à testemunha em sacos por hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo aplicado a Anova e teste de Tukey, com auxílio do programa SISVAR 4.2 a 5% de significância. Com os dados obtidos foi realizada uma análise de correlação entre os parâmetros avaliados utilizando a função CORREL com auxílio do software Microsoft Excel 2021.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Considerando-se as médias de avaliações de severidade (tabela 3), porcentagem de controle (tabela 4), AACPD (tabela 4) seletividade (tabela 5) desfolha (tabela 6) e rendimento (tabela 7). Verificou-se que todos os tratamentos contendo fungicidas diferiram da testemunha. No estágio R1 não havia sintoma da doença, a partir do estágio R3 que se pode perceber sintomas da ferrugem asiática nas folhas avaliadas. O fungo teve alta evolução na soja e não recebeu tratamento atingindo a severidade de até 47,1% em R6 (figura 2).



**Figura 2.** Evolução da severidade de ferrugem asiática, na testemunha, durante os estágios de desenvolvimento da soja. Rio Verde – GO, 2020.

A menor severidade foi verificada no tratamento de fungicidas em misturas T7 (Protioconazol + Trifloxistrobina) (Tabela 3). Para os demais triazóis, a maior média de severidade por dia no estágio fenológico R6 foi entre T5 (Difenoconazol 32,1 média/severidade/avaliação), semelhante a T1 (testemunha). Assim, o difenoconazol apresentou maior sensibilidade ao fungo *P. pachyrizhi*. corroborando com o trabalho de (Godoy & Canteri 2004) e usando o difenoconazol no controle da ferrugem asiática verificaram baixa eficiência no controle comparada a outros triazóis. Já no T7 (Protioconazol + Trifloxistrobina) teve menor média de severidade conforme tabela 3.

**Tabela 3.** Porcentagem de severidade da ferrugem asiática da soja em diferentes estágios de avaliação, Rio Verde – GO, 2020.

Tratamentos	Dose <sup>1</sup>	Estágios de avaliações				
		R3	R5.3	R5.5	R6	
1 Testemunha	-	1,0 a	9,4 a	18,3 a	47,1 a	
2 Ciproconazol	70	0,0 b	4,6 bc	8,2 b	20,6 bc	
3 Tebuconazol	70	0,1 b	5,1 b	9,2 b	26,5 bc	
4 Protioconazol	70	0,1 b	3,3 bc	6,8 bc	18,2 bc	
5 Difenoconazol	70	0,2 b	4,3 bc	9,0 b	32,1 ab	
6 Tetraconazol	70	0,1 b	3,4 bc	6,6 bc	20,0 bc	
7 Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	0,1 b	1,3 c	2,4 c	10,9 c	
<b>CV(%)</b>		30,3	35,5	26,0	27,3	

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g; i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.

Em relação a AACPD, o maior progresso da doença ocorreu em T1 testemunha conforme tabela 4. O tratamento 7 diferiu dos outros tratamentos, apresentando menor AACPD. Os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 diferiram apenas da testemunha.

**Tabela 4.** Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) e porcentagem de controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*), Rio Verde – GO, 2020.

	<b>Tratamentos</b>	<b>Dose<sup>1</sup></b>	<b>AACPD</b>		<b>% de Controle</b>
1	Testemunha	-	484,8	a	-
2	Ciproconazol	70	217,2	b	55,0
3	Tebuconazol	70	256,7	b	47,0
4	Protioconazol	70	177,8	b	63,3
5	Difenoconazol	70	263,7	b	45,6
6	Tetraconazol	70	184,9	b	61,8
7	Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	80,2	c	83,5
	<b>CV (%)</b>		<b>10,4</b>		<b>-</b>

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g: i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.

Dessa forma, verificou-se que protioconazol + trifloxistrobina como o tratamento mais efetivo em reduzir a doença (Garces et al. 2013), também verificaram superioridade em reduzir a ferrugem asiática com uso de misturas de triazol mais estrubilurina, como é o caso do T7 (protioconazol + trifloxistrobina) quando comparado ao uso de triazol sozinho. Roses (2010) comprovou em seu trabalho que uso de misturas comerciais com triazóis e estrubilurinas foram mais eficientes no controle da ferrugem asiática da soja. O uso de produtos com 2 grupos químicos diferentes para o controle da ferrugem asiática como no caso do tratamento 7, complementam entre si, ocasionando em um controle melhor quando usado de forma isolada. Por esse motivo o T7 teve uma AACPD menor com melhor resultado, quando comparado aos outros tratamentos.

Em relação a porcentagem de controle (Tabela 4), protioconazol + trifloxistrobina apresentou maior porcentagem de controle (83,5%), por ser superior no controle da ferrugem asiática por ser mistura de triazol mais estrubilurina. Dos triazóis isolados, o protioconazol apresentou maior porcentagem de controle (63,3%) confirmando o relato de que o protioconazol pode ser considerado o triazol mais eficiente no controle da ferrugem asiática (GODOY et al. 2020). A menor porcentagem de controle foi do difenoconazol com 45,6% de controle. Segundo

Dinnys (2010), os resultados de baixa eficiência dos triazóis, quando aplicados isoladamente, quando comparado ao T7 (protioconazol + trifloxistrobina), confirmam a tendência desses produtos apresentarem menor eficiência quando comparados com as misturas comerciais de triazol com estrobilurina.

Os fungicidas sítio-específicos utilizados no controle da ferrugem asiática da soja pertencem a três grupos distintos: os Inibidores de desmetilação (IDM, "triazóis"), os Inibidores da Quinona externa (IQe, "estrobilurinas") e os Inibidores da Succinato Desidrogenase (ISDH, "carboxamidas") (SILVA, 2010). O protioconazol é um fungicida do grupo químico triazol, também conhecido como DMI, ou fungicida inibidor da desmetilação por sua ligação e inibição da enzima 14-alfa desmetilase por desmetilar um precursor do ergosterol. Sem essa etapa de desmetilação, os ergosteróis não são incorporados às membranas celulares do fungo em crescimento e o crescimento celular é interrompido (GODOY et al, 2020).

Canteri 2004; Garcés *et.al* 2013 e Godoy *et.al* 2007 relataram a diferença de eficiência entre os triazóis. Mesmo pertencendo ao mesmo grupo químico (triazóis, por exemplo), observa-se que alguns produtos são mais eficientes que outros, e que alguns produtos perdem sua eficiência (pelas populações do fungo menos sensíveis àquele fungicida específico), pois apesar de pertencerem ao mesmo grupo químico, o mecanismo de reconhecimento do fungicida pelo fungo é diferente para cada produto. Ou seja, mesmo que todos os triazóis tenham o mesmo modo de ação sobre o fungo, o sítio específico de reconhecimento do fungicida pelo fungo é diferente para cada produto (ROESE, 2010). No tratamento T4, o protioconazol, com 63,3% de controle foi superior, quando comparado aos tratamentos utilizados com os outros triazóis isolados conforme a tabela 4. É importante destacar que no campo não é utilizada aplicação de fungicidas com triazol isolado para controle de ferrugem asiática da soja. Assim, ao analisar o resultado superior de controle do protioconazol comparado aos outros triazóis isolados é

possível escolher o fungicida que em mistura de protioconazol e outros ingredientes ativos, serão superiores no controle da doença.

Apesar da redução significativa já observada para a maioria dos fungicidas inibidores da desmetilação (IDM) desde 2001/2002, o protioconazol, último IDM registrado para controle de *P. pachyrhizi*, é o que mantém a maior eficiência de controle. Nos experimentos em rede nas últimas safras, tem sido observada variação de eficiência de protioconazol em alguns locais de avaliação. Esse ingrediente ativo está presente em vários fungicidas em fase de registro, o que pode aumentar a pressão de seleção para resistência nos próximos anos (GODOY et al, 2020).

Em relação a fitotoxidez pode-se observar melhor resultado, em relação a menor taxa de fitotoxidez, no uso de ciproconazol e um pior resultado com uso de tebuconazol, quando comparados à testemunha. Entre os tratamentos não houve diferença para os índices de fitotoxidez. (Tabela 5).

**Tabela 5.** Seletividade de triázóis e triazol+estroburilina na cultura da soja em R6 (24/03/2020), Rio Verde – GO, 2020.

	Tratamentos	Dose <sup>1</sup>	% Fitotoxidade	
1	Testemunha	-	0	d
2	Ciproconazol	70	18,89	c
3	Tebuconazol	70	52,5	a
4	Protioconazol	70	31,25	bc
5	Difenoconazol	70	26,25	bc
6	Tetraconazol	70	21,25	c
7	Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	38,75	ab
	CV (%)		24,17	

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g: i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.

Godoy & Canteri (2004) comprovaram que o tratamento com tebuconazol apresenta maiores sintomas de fitotoxidez, quando comparado com outros triázóis, também aplicados na soja para controle de ferrugem asiática. Ainda segundo os autores, as plantas tratadas com difenoconazol recuperaram melhor seu desenvolvimento ao contrário das plantas tratadas com tebuconazol. Em trabalhos como o de Zuntini (2014), em que utilizou vários triázóis no controle de ferrugem asiática e avaliou fitotoxidez, de todos os integrantes do grupo dos triázóis, o tebuconazole é o que apresentou maiores problemas em relação a fitotoxidade. Isso acontece

porque o produto apresenta rápida absorção e menor velocidade de translocação pelos feixes vasculares, o mesmo pode acumular sobre as folhas, resultando em ação tóxica para as plantas, especialmente se aplicadas em altas temperaturas.

A fitotoxicidade de alguns triazóis está relacionada à combinação de temperaturas altas, estresse hídrico - ou não – e com a genética da cultivar utilizada. É notório que algumas cultivares possuem maior “sensibilidade” à aplicação deste grupo químico que fica potencializado por estas condições.

Sintomas de fitotoxicidade, do tipo clorose internerval (“folha carijó”), foram observados em alguns locais para os tratamentos com tebuconazole, prothioconazole, e aparentemente, não comprometeu a produtividade nos ensaios, uma vez que os tratamentos com tebuconazole e prothioconazole apresentaram as maiores produtividades (GODOY et.al., 2007). Pode se atribuir essa condição como determinante para que não se tenha afetado a produtividade nos tratamentos com a aplicação de tebuconazol e protioconazol + trifloxistrobina, com maiores sintomas de fitotoxidez e que não se observou interferência na produtividade.

Na avaliação de desfolha (Tabela 6) verificou-se que todos os tratamentos que receberam aplicação de fungicida diferiram da testemunha. Nos tratamentos com a utilização de protioconazol + trifloxistrobina e protioconazol, observou-se menor taxa de desfolha quando comparado a testemunha.

**Tabela 6.** Desfolha na cultura da soja em R6 (24/03/2020), Rio Verde – GO, 2020.

	<b>Tratamentos</b>	<b>Dose<sup>1</sup></b>	<b>% Desfolha</b>	
1	Testemunha	-	97,0	a
2	Ciproconazol	70	42,3	bc
3	Tebuconazol	70	66,3	b
4	Protioconazol	70	27,5	cd
5	Difenoconazol	70	55,0	b
6	Tetraconazol	70	42,5	bc
7	Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	15,0	d
<b>CV (%)</b>			<b>20,93</b>	

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g; i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.

A testemunha apresentou média de 97% de desfolha e, nos demais tratamentos, a desfolha variou de 15% (protioconazol + trifloxstrobina) a 66,3% (tebuconazol). Os fungicidas protioconazol + trifloxstrobina, protioconazol, tetraconazol e ciproconazol obtiveram menores porcentagem de desfolha. Esses resultados são reflexos da maior porcentagem de controle da ferrugem asiática (tabela 4) e menor AACPD (tabela 4), resultando em menor desfolha (tabela 6), propiciando conseqüentemente maiores índices de produtividade (tabela 7). De acordo com Andrade e Andrade (2002), a ocorrência de ferrugem asiática da soja reduz a atividade fotossintética pela desfolha prematura e devido à destruição dos tecidos foliares. Com a aplicação do fungicida, ocorre a redução das lesões causadas pela ferrugem asiática da soja, com isso, diminuem a sintomatologia e a disseminação do fungo, durante o ciclo de produção da cultura. Dessa forma, impede que o fungo infecte extensas áreas da folha, penetre e colonize o tecido foliar as necrosando, e reduzindo o amarelecimento foliar, promovendo a diminuição da queda das folhas de forma prematura. Assim, como a testemunha teve maior severidade de ferrugem asiática, com maiores lesões, causadas pelo fungo, foi o tratamento que apresentou maior porcentagem de desfolha (Tabela 6).

Em relação ao rendimento, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 7). Entretanto, foi observada diferença entre a testemunha e protioconazol+trifloxstrobina, quando se analisou esses tratamentos de forma isolada.

**Tabela 7.** Rendimento cultura da soja submetida ao tratamento com diferentes fungicidas, Rio Verde – GO, 2020.

Tratamentos		Dose <sup>1</sup>	Kg/ha		Sacac/ha	
1	Testemunha	-	3084,5	b	51,4	b
2	Ciproconazol	70	3571,2	ab	59,5	ab
3	Tebuconazol	70	3398,5	ab	56,6	ab
4	Protioconazol	70	3294,5	ab	57,2	ab
5	Difenoconazol	70	3626,5	ab	60,4	ab
6	Tetraconazol	70	3688,0	ab	61,4	ab
7	Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	3770,0	a	62,8	a
<b>Coefficiente de variação</b>			8,01		8,01	

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g; i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.

Tem-se observado desde a safra 2007/2008, que os fungicidas à base de triazol sozinho têm sido inferiores na eficiência de controle da ferrugem quando comparados com os produtos formulados com misturas de triazol e estrobilurina (ROESE, 2010). Em estudo conduzido por Garcés et.al (2013), observou-se grande superioridade no controle da ferrugem asiática da soja com uso da mistura (triazol+estrobilurina) em relação ao triazol sozinho. Esse resultado, de baixa eficiência dos triazóis, quando aplicados sozinhos, foram inicialmente observados na região Centro-Oeste do Brasil, e têm se repetido ao longo dos anos. Por isso, a primeira recomendação é que se opte por fungicidas formulados com misturas de triazol e estrobilurina (ROESE, 2010). O uso de produtos com 2 grupos químicos diferentes para o controle da ferrugem asiática, como no caso do protioconazol + trifloxistrobina, possui controle melhor do que quando usado de forma isolada. Por esse motivo, o tratamento citado, teve melhor rendimento, quando comparado aos outros tratamentos.

Segundo Roese (2010), evitar que uma lavoura de soja tenha ferrugem é praticamente impossível. Mas, é possível evitar que a doença atinja altas severidades, ou seja, evitar que a situação fuja do controle do agricultor. Segundo a Embrapa (2021), semeaduras tardias de soja podem receber inóculo [esporos ("sementes") do fungo] já nos estádios vegetativos, exigindo a antecipação da aplicação de fungicida e demandando maior número de aplicações. Quanto maior o número de aplicações, maior a exposição dos fungicidas e maior a chance de acelerar o processo de seleção de populações resistentes a esses fungicidas.

**Tabela 8.** Peso de mil grãos (PMG) da cultura submetida ao tratamento de diferentes fungicidas, (24/03/2020), Rio Verde – GO, 2020.

	<b>Tratamentos</b>	<b>Dose<sup>1</sup></b>	<b>PMG (g)</b>	
1	Testemunha	-	116,5	d
2	Ciproconazol	70	127,5	abc
3	Tebuconazol	70	119,5	bcd
4	Protioconazol	70	129,0	ab
5	Difenoconazol	70	118,5	cd
6	Tetraconazol	70	125,0	abc
7	Protioconazol + Trifloxistrobina*	70+60	133,0	a
	<b>CV (%)</b>		<b>3,46</b>	

\*Adicionado adjuvante Áureo (óleo de metilado de soja a 0,25% v/v); <sup>1</sup>g: i.a -gramas de ingrediente ativo por hectare.



Em relação ao peso de mil grãos (PMG) os tratamentos com protioconazol+trifloxstrobina (133,0 g) e o protioconazol (129,0 g) foram os que apresentaram maiores PMG, enquanto o menor valor observado foi na testemunha (116,5 g); em relação aos demais triazóis isolados não houve diferença significativa. Os dois tratamentos com maiores médias de PMG (T7 e T4) foram os mesmos que apresentaram menores valores na análise de AACPD e maiores porcentagens de controle. Isso acontece, pois, o tamanho da semente é bastante afetado pela ferrugem. Tratamentos com baixa severidade tiveram pouca interferência no processo fotossintético e com isso, melhor aproveitamento dos fotoassimilados gerando grãos mais densos (SOARES et al., 2004).

**Tabela 8.** Correlações entre os parâmetros avaliados, Rio Verde – GO, 2020.

<b>Correlações</b>	<b>Peso de mil grãos</b>	<b>Produtividade</b>
Severidade R6	-0,90734	-0,80532
AACPD	-0,85264	-0,88066
Desfolha	-0,92317	-0,82252
Seletividade	-0,87254	-0,81548

Na Tabela 8 é possível verificar a correlação entre todos os parâmetros avaliados. Houve forte correlação negativa entre os parâmetros de severidade em R6, AACPD e Desfolha com os parâmetros de rendimento peso de mil grãos e produtividade indicando que as diferenças de produtividade foram realmente em função do controle da *P. pachyrhizi*.

Parâmetros de rendimento com o Peso de Mil grãos demonstraram correlação muito forte com a Severidade (-0,90734) e Desfolha (-0,92317) quando comparada a correlação entre a Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) x Severidade e AACPD, indicando que o peso de mil grãos sofre mais influência pelo controle da doença do que a produtividade em que diversos fatores como genética, fertilidade, pragas podem impactar no resultado final. De acordo com Andrade e Andrade (2002), o efeito cumulativo da ferrugem sobre a produção se traduz no menor peso das sementes e na redução do número de vagens e de sementes.

## 5. CONCLUSÕES

Observou-se que dentro dos tratamentos, a mistura de protioconazol + trifloxistrobina foi o que apresentou melhor eficácia na redução da severidade da ferrugem asiática, menor AACPD e maior produtividade. A testemunha apresentou maior porcentagem de severidade e menor produtividade. Em relação aos triazóis isolados o protioconazol apresentou maior porcentagem de controle e o difenoconazol com menor porcentagem de controle.

Em relação a seletividade, o ciproconazol apresentou menor fitotoxidez, já o tebuconazol apresentou maior fitotoxidez comparado aos outros tratamentos. Verificou-se menor desfolha

no tratamento aplicado com protioconazol + trifloxistrobina, quando comparado aos outros tratamentos. A testemunha apresentou maior porcentagem de desfolha. Em relação aos parâmetros avaliados entre o peso de mil grãos e a severidade, verificou-se maior influência no controle da doença do que na produtividade.

## REFERÊNCIAS

**Andrade, P.J.M.; Andrade, D.F.A.** Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, **2002**. (Circular técnico, 11).

**Balardin, Ricardo.2015.** Fungicidas sistêmicos: benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 12p. (Comunicado Técnico).

**Bigolin, H.L. 2015.** Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Dissertação URNR, Ijuí, RS, 29p.

**Bueno, A. de F.Batistela, M. J.Moscardi, F.Bueno, R. C. O. de F.Nishikawa, M.Hidalgo, G.Silva, L.Garcia, A.Corbo, E.Silva, R. B. 2010.**Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. Embrapa Soja, Londrina, Paraná.12p. (Circular Técnica).

**Camargos, 2017.** Ferrugem Asiática da Soja 1 importância na cultura. Arapongas, São Paulo. 8p. (Comunicado Técnico).

**Conab.2020** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. V.7, Safra 2019/20, nº 9, nono levantamento. Brasília-DF, 1-31p.

**Campbell, C. L.; Madden, L. V.** Introduction to plant disease epidemiology. **1990.** 532 pg.

**Cardoso C.D. , G. Vicintin & G. Pastre. 2019.** Controle químico da ferrugem asiática em soja. 7: 11-24.

**Dinnys.** Eficiência de Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática-da-Soja, Safra 2009/2010. Embrapa, Dourados-MS..2p.

**Embrapa. 2006.** Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2006. Sistemas de produção 6. Londrina, PR, 239p.

**Embrapa. 2021.** Vazio sanitário e calendarização da semeadura da soja . Londrina, PR.

**Franceschi, V.T.; Alves, K.S.; Mazaro, S.M.; Godoy, C.V.; Duarte, H.S.S.; & Del Ponte, E.M. 2020.** A New Standard Area Diagram Set for Assessment of Severity of Soybean Rust Improves Accuracy of Estimates and Optimizes Resource Use. Plant Pathology, London, v.69, n.3, p.495-505.

**Ferreira, D.F. 2000.** Análise estatísticas por meio do SisVar para windows versão 4.0. In: reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFS Car., p. 255-258.

**Freitas, M. C. M. 2011.** A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12.

**Gassen, F.R. 2005.** Doenças foliares em Soja. Aldeia Norte Editora Ltda. Passo Fundo, Rio Grande do Sul. (Comunicado Técnico).

**Garcés Fiallos, F. R., & Forcelini, C. A. 2013.** Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurina . Bioscience Journal , p29.

**Garces F.R.2011.**Ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow (2): 45-60

**Godoy, C.V. et al. 2011.** Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2010/11. Resultado sumarizados dos ensaios cooperativos. Circular Técnica 87, Embrapa, Londrina-PR. 8p.

**Godoy, C.V. et al. 2014.** Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14. Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Circular Técnica 103, Embrapa, Londrina-PR.7p.

**Godoy C.V, C. D. S. Seixas, M. C. Meyer & R. M. Soares. 2014.** Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência.40p.

**Godoy, C.V. et al 2007.** Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Circular Técnica 42, Embrapa, Londrina- PR. 7p.

**Godoy, C.V. et al. 2009.** Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2008/09. Resultado sumarizados dos ensaios cooperativos. Circular Técnica 69, Embrapa, Londrina-PR.. 11p.

**Godoy, C. V.; Canteri, M. G. 2004.** Efeito protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. Fitopatologia Brasileira, Brasília, n. 29, p. 099-101.

**Godoy, C.V. et al. 2010.** Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2009/10. Resultado sumarizados dos ensaios cooperativos. Circular Técnica 80, Embrapa, Londrina-PR. 8p.

**Godoy C. V. et al., 2014.** Doenças da Soja. sociedade brasileira de fitopatologia (sbf). Londrina, Paraná. p5-32.

**Hermenegildo. P. 2016.** Ferrugem da Soja: Aprenda a Controlar. AgroPós. Viçosa, Minas Gerais. (Comunicado Técnico).

**Juhász, G., Silvia Miguel, L.Favoreto & N.R.Ribeiro. 2013.** Desafios fitossanitários para a produção de soja. Belo Horizonte. Informe Agropecuário v.34, n.276, p.66-75.

**Klosowski, A.C.; De Mio, L.L.M.; Miessner, S.; Rodrigues, R.; & Stammler, G. 2015.** Detection of the F129L mutation in the cytochrome *b* gene in *Phakopsora pachyrhizi*. Pest Management Science. 5p.

**MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de defesa Agropecuária. Portaria nº389, de 1º de setembro de 2021.**

**Nascimento J.M. et al 2015.** Germinação de uredinosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e *Puccinia kuehnii* sob diferentes adjuvantes. V82 1-6.

**Nascimento, Nilo Silva , 2014.** Efeito do vazio sanitário nas ocorrências da ferrugem asiática da soja no estado do Mato Grosso. Dissertação de Mestrado, UFV, Minas Gerais, 33p.

**Nunes J.J. 2007.** Relato da ferrugem asiática da soja no estado de Goiás e Distrito Federal, na safra 2006/07. Londrina: ISSN 1516-781 X,.131p. (Documentos 281).

**Reis, E. M. et al. 2010.** Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas. 6. ed. Passo Fundo: UPF Editora,. 225p.

**Roese. A. L. 2010.** Qual o melhor fungicida contra a ferrugem asiática da soja. Dourados, Mato Grosso do Sul (Comunicado técnico).

**Roese, A. L. 2010.** Eficiência de Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática-da-Soja, Safra 2009/2010. Dourados Mato Grosso do Sul, Embrapa Agropecuária Oeste 4p. (Comunicado técnico 162).

**Silva, L.H.C.P.; Campos, H.D.; Silva, J.R.C.; Ribeiro, G.C.; & Neves, D.L. 2005.** Ferrugem asiática em Goiás: controle químico e hospedeiros alternativos. In: Juliatti, F.C.; Polizel, A.C.; Hamawaki, O.T. I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática. EDUFU, Uberlândia-MG, p.135-180.

**Silva, L.H.C.P.; Silva, J.R.C.; & Campos, H.D. 2006.** Ferrugem asiática na safra 2005/06. Informe COMIGO, ano XX, março, p-5.

**Silva, L.H.C.P.; Campos, H.D.; Silva, J.R.C.; Ribeiro, G.C.; Rocha, R.R.' & Moraes, D.G. 2008.** Fitopatologia Brasileira. Lavras, MG. Vol.33, p.228.

**Silva, L.H.C.P. Campos, H.D.; Silva, J.R.C.; & Moraes, E.B.2010.** Ferrugem em Goiás. Revista Cultivar Grandes Culturas. Pelotas, RS. 3-5p.

**Silva, L.H.C.P.; Silva, J.R.C. 2014.** Menor sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* estrobilurinas. Trabalho apresentado ao Eagle Team – UPL, Campinas, SP.

**Silva, L.H.C.P.; Campos, H.D.; Silva, J.R.C.; Ribeiro, G.C.; & Neves, D.L. . 2005.** Ferrugem asiática em Goiás: controle químico e hospedeiros alternativos. In: Juliatti, F.C.; Polizel, A.C.; Hamawaki, O.T. I Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática. EDUFU, Uberlândia-MG, p.135-180.

**Shaner, G.; Finney, R. E. 1977.** The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-milde winger sistance in knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056.

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

**Yorinori, J.T., Wilfrido, M.P. 2002.** Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. Londrina: Embrapa.

**Wegner, H. 2014.** Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* fungicidas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Universidade de Rio Verde. Orientador: Luís Henrique Carregal Pereira da Silva.

**Zuntini, B. 2014** .Associação do mancozebe com triazóis e estrobilurinas no controle do míldio e da ferrugem asiática da soja. Chapadão do Sul- MS.