



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

TUANE TOCHETTO

**POSICIONAMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA**

ERECHIM

2023

TUANE TOCHETTO

**POSICIONAMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau
de Bacharela em Agronomia na Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi

ERECHIM

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Tochetto, Tuane
POSICIONAMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA
CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA /
Tuane Tochetto. -- 2023.
27 f.:il.

Orientadora: Doutora Paola Mendes Milanesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2023.

1. Phakopsora pachyrhizi Sydow & P. Sydow. 2.
Aplicação V0. 3. Fungicidas preventivos. 4. Rendimento.
I. Milanesi, Paola Mendes, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

TUANE TOCHETTO

**POSICIONAMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS –
campus Erechim, como parte das exigências para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi - UFFS
Orientadora

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta - UFFS
Avaliador

Profa. Dra. Sandra Maria Maziero - UFFS
Avaliadora

POSICIONAMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA

RESUMO

A ferrugem asiática destaca-se como sendo uma das principais doenças que acometem a cultura da soja, sendo o controle químico um dos métodos mais utilizados para manutenção de produtividade. Em cultivares com maior ramificação, há redução na área de contato do fungicida e a aplicação zero pode trazer benefícios no controle da doença. A partir disso, teve-se como objetivo avaliar o desempenho de fungicidas no controle de ferrugem asiática, pelo posicionamento com e sem aplicações no estágio vegetativo da planta (V0) e os efeitos sobre o rendimento da soja. O experimento foi conduzido na Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus* Erechim, na safra 2022/23, em delineamento de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. A cultivar utilizada foi a BMX Ativa RR. Os tratamentos consistiram em: T1) testemunha, sem aplicação de fungicidas; T2) programa de aplicação com V0; T3 e T4) programas de aplicação sem V0, diferindo alguns produtos. Avaliou-se a severidade e o controle da doença, componentes de rendimento e produtividade da cultura. Independente do uso com V0 não houve diferença para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e o controle de ferrugem asiática; os fungicidas posicionados proporcionaram um controle superior a 91%, assegurando também 19,8% a menos de desfolha. Não houve diferença significativa para as variáveis número de vagens por planta e número de grãos por planta. Os programas de aplicação com uso de fungicidas apresentaram maior peso de mil grãos, com média de 154,2 g. Quanto a produtividade, os tratamentos com fungicidas não diferiram estatisticamente, sendo o incremento de produtividade com uso de aplicação V0 (T2) quando comparado ao programa de aplicação descrito em T3 foi de 3,3 sc ha⁻¹ e, em relação a T4 foi de 2 sc ha⁻¹. Contudo, em números absolutos, T2 foi mais produtivo em relação aos demais, garantindo produtividade maior do que 4.200 kg ha⁻¹. A entrada tardia da doença na área pode ter contribuído para a não diferenciação do uso ou não de aplicação V0. Por isso, o estudo deve ser repetido em safras em que haja maior pressão de ferrugem asiática para que se denote o benefício dessa aplicação.

Palavras chave: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow; aplicação V0; fungicidas preventivos; rendimento.

FUNGICIDES APPLICATION POSITIONING TO ASIAN RUST CONTROL AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

ABSTRACT

In soybean, Asian rust stands out among the diseases, with chemical control being one of the most used methods to maintain productivity. In cultivars with higher branching, there is a reduction in the contact area of the fungicide, and zero application can bring benefits in controlling the disease. The objective was to evaluate the performance of fungicides in the control of Asian rust, by positioning with and without applications in the vegetative stage of the plant (V0) and the effects on soybean yield. The experiment was carried out in the Experimental Area of the Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, in the 2022/23 crop season, in a randomized block design, with 4 treatments and 5 replications. The cultivar used was BMX Ativa. The treatments consisted of: T1) control, without application of fungicides; T2) application program with V0; T3 and T4) application programs without V0. The area under disease progress curve – AUDPC, and control (%) of the disease, yield components and crop productivity were evaluated. Between treatments with and without V0 application and Asian rust control there was no difference for AUDPC; the fungicides positioned in the programs provided control of over 91%, also ensuring 19.8% less defoliation. There was no significant difference for the variables number of pods per plant and number of grains per plant. The fungicide application programs with and without V0 showed a higher thousand-grain weight (average of 154.2 g), differing only from the control. As for productivity, the treatments with fungicides did not differ statistically, with the increase in the use of application V0 (T2) in relation to the application program described in T3 being 3.3 sc ha⁻¹ and, in relation to T4, it was 2 sc ha⁻¹. However, in absolute numbers, T2 stood out in relation to the others, guaranteeing productivity greater than 4,200 kg ha⁻¹. The late onset of the disease in the area may have contributed to the non-differentiation of the use or not of V0 application. For this reason, the study must be repeated in crop seasons in which there is greater pressure from Asian rust in order to demonstrate the benefit of this application.

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow; V0 application; preventive fungicides; yield.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Condição normal e dados meteorológicos de Precipitação pluviométrica (mm), Temperatura do ar (°C) e Umidade relativa do ar (%) entre 01/12/2022 a 24/04/2023, durante a condução do experimento com a cultura da soja (cv. BMX Ativa) na safra 2022/23. Erechim/RS.....10
- Figura 2** - Coletor de esporos utilizado para o monitoramento de entrada de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* na área onde o experimento foi conduzido, safra 2022/23. Erechim/RS.....11
- Figura 3** - Uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* obtidos na lâmina inserida no coletor de esporos e observados em microscópio óptico com aumento de 40x, safra 2022/23. As setas indicam esporos que emitiram tubo germinativo. Erechim/RS.....12
- Figura 4** - Escala diagramática para a avaliação de severidade (%) de ferrugem asiática da soja.....15
- Figura 5** – Escala diagramática para avaliação de desfolha (%) provocada por doenças em soja.....15

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Tratamentos e respectivas aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), posicionadas conforme os estádios fenológicos da soja, na cv. BMX Ativa RR, safra 2022/23.....13
- Tabela 2** - Datas de aplicação de fungicidas e dias após semeadura (DAS) em função dos tratamentos e estádios fenológicos da cultura da soja (cv. BMX Ativa RR), para o controle de ferrugem asiática da soja, safra 2022/23. Erechim/RS.....14
- Tabela 3** – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle (%) de ferrugem asiática da soja e níveis de desfolha na cv. BMX Ativa RR, após utilização de fungicidas em programas posicionados com ou sem a aplicação zero (V0), safra 2022/23.....18
- Tabela 4** – Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha^{-1}) em soja, cv. BMX Ativa RR, após utilização de fungicidas em programas posicionados com ou sem a aplicação zero (V0), safra 2022/23.....21

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	22
APÊNDICE.....	27

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é considerada uma cultura de importância no Brasil (UMBURANAS *et al.* 2022). Por se tratar de uma excelente fonte de proteína em formulações de rações para animais, na alimentação humana por meio de produtos industrializados ou mesmo *in natura* e também na fabricação de produtos de limpeza, faz com que seja demandada por vários países (REIS, 2018). O cultivo da soja representa aproximadamente metade da produção brasileira de grãos. A estimativa para produção no Brasil na safra 2022/23 foi de 309,9 milhões de toneladas de grãos, isso representa aproximadamente 151,4 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2023).

No Rio Grande do Sul, a principal doença que traz prejuízos à cultura é a ferrugem asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (NASCIMENTO *et al.* 2018). Estima-se que essa doença pode causar perdas de até 90 % na produtividade da cultura (SILVA *et al.* 2020). Em plantas submetidas a condições ambientais favoráveis à doença, tais como molhamento foliar acima de 6 horas e temperatura entre 18 a 26,5 °C (ALVES *et al.* 2006), causa amarelecimento nas folhas, acarretando em desfolha prematura e redução do rendimento (BALARDIN *et al.* 2017; GODOY *et al.* 2022). No início do estabelecimento da doença é possível identificar lesões pequenas nas folhas, com pigmentação castanha escura; na parte abaxial da folha possui urédias que liberam os uredósporos (GODOY *et al.* 2022).

Para uma boa produtividade, é necessário que haja mínima interferência de doenças durante todo o ciclo da cultura, sendo indispensável o controle da mesma (CERUTTI; MULLER; BRUSTOLIN, 2021). Deste modo, o uso de estratégias de controle incluindo a escolha de cultivares resistentes, época de semeadura, cultivares de ciclo precoce, eliminação de plantas voluntárias de soja na entressafra (vazio sanitário), sendo essas medidas associadas ao uso de fungicidas (EMBRAPA, 2020).

A utilização de fungicidas é um dos métodos de controle mais eficazes para o manejo da FAS (LANGENBACH *et al.* 2016). Porém, se houver uso contínuo do mesmo fungicida, poderá acarretar em insensibilidade do patógeno ao ingrediente ativo presente no fungicida, causando falhas no controle (DALLA LANA *et al.*, 2018). Por isso, para um manejo efetivo contra a ferrugem asiática a utilização de fungicidas protetores (multissítios) em misturas com os sítio-específicos, tais como os inibidores da quinona externa (estrobilurinas), inibidores da

desmetilação (triazóis) e inibidores desidrogenase (carboxamidas) é uma prática essencial (ALVES; JULIATTI, 2018; GODOY, *et al.* 2022).

Os fungicidas multissítio tem a característica de matar os esporos dos fungos durante o processo de germinação. Por isso, eles devem ser utilizados preventivamente, antevendo-se a chegada do inóculo do patógeno. Deste modo, a mistura de fungicidas de sítio-específicos com protetores é mais eficaz e traz bons resultados, aumentando o controle da doença (BALARDIN *et al.*, 2017).

Em soja, uma prática que vem ganhando destaque nas últimas safras é a aplicação zero ou V0. Esse método ajuda na proteção da planta, uma vez que está mais propensa ao ataque de patógenos. A aplicação zero é realizada antes da primeira aplicação verdadeira de fungicidas, e deve ser executada entre 25 a 30 dias após a emergência, quando as plantas estiverem entre os estádios fenológicos V3 a V4 que consistem em segunda e terceira folhas trifolioladas completamente desenvolvidas (OLIVEIRA, 2021; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2021).

Entre esses estádios é realizada a aplicação de herbicida em pós-emergência, e adotou-se o uso de fungicida juntamente a essa aplicação tendo em vista que o produto atinge mais facilmente toda a planta, protegendo-a com eficácia. Nas aplicações após a V0, poderá não haver controle eficaz da doença, uma vez, que o fungicida poderá não atingir o baixeiro da planta (FERNANDES *et al.* 2020). Plantas que possuem maior índice de área foliar, tais como a cultivar BMX Ativa, dificultam a penetração do fungicida no dossel (TORMEN *et al.* 2012).

Neste sentido, teve-se como objetivo avaliar o desempenho de fungicidas no controle de ferrugem asiática, pelo posicionamento com e sem aplicações no estágio vegetativo da planta (V0) e os efeitos sobre o rendimento da soja.

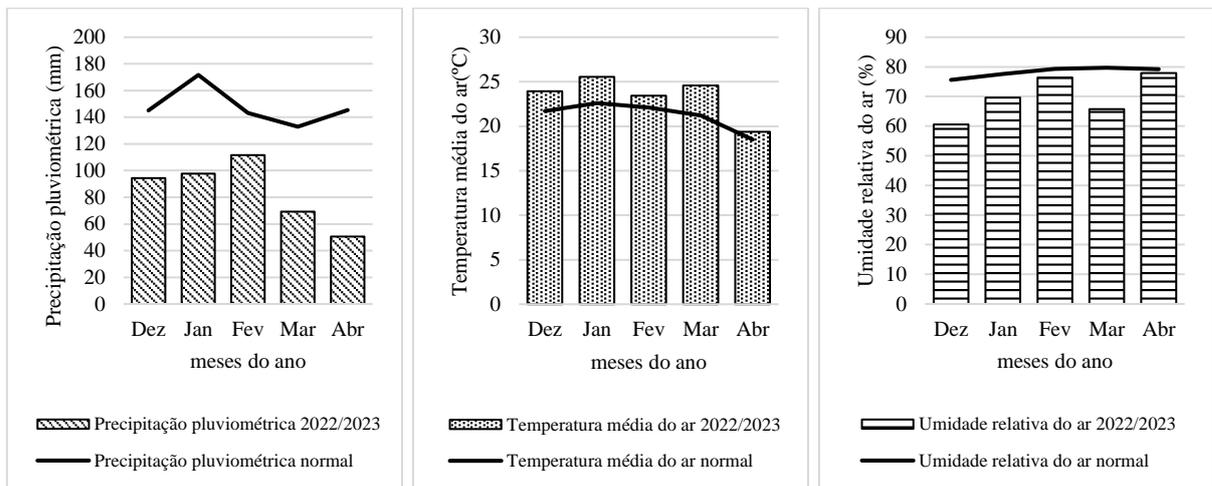
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental e no Laboratório de Fitopatologia, ambos localizados na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, na safra 2022/23.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (*Oxisol*), unidade de mapeamento Erechim (EMBRAPA, 2018). As características químicas do solo, coletada previamente (profundidade 0 -10 cm) indicou: pH: 5,6; matéria orgânica (MO): 5,0% (teor médio); P: 20,8 mg dm⁻³; K: 393,6 mg dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca: 9,5 cmol_c dm⁻³; Mg: 4,7 cmol_c dm⁻³; e CTC: 15,2 cmol_c dm⁻³. Em relação ao clima, com base na classificação de

Köppen, classifica-se como Cfa (clima temperado úmido com verão quente), apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CEMETRS, 2012). As condições meteorológicas vigentes durante a condução do experimento constam na figura 1.

Figura 1 – Condição normal e dados meteorológicos de Precipitação pluviométrica (mm), Temperatura do ar (°C) e Umidade relativa do ar (%) entre 01/12/2022 a 24/04/2023, durante a condução do experimento com a cultura da soja (cv. BMX Ativa) na safra 2022/23. Erechim/RS.



Fonte: Estação Meteorológica da UFFS – Campus Erechim (2023), Inmet, 2023 e Matznauer *et al.* 2011.

A cultivar escolhida para a condução do experimento foi a BMX Ativa RR, com hábito de crescimento determinado, ciclo de maturação 5.6 e suscetível a ferrugem asiática. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto na palha, tendo a cultura do trigo como antecessora, durante o inverno. As plantas daninhas da área foram manejadas com dessecação em pré-plantio utilizando herbicidas glifosato ($620 \text{ g i.a. L}^{-1}$; $1,5 \text{ L ha}^{-1}$), saflufenacil (700 g i.a. kg ; 45 g ha^{-1}) e cletodin ($240 \text{ g i.a. L}^{-1}$; $0,45 \text{ L ha}^{-1}$), conforme as orientações técnicas das bulas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. As unidades experimentais (parcelas) apresentavam dimensões de 4 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando 20 m^2 .

Objetivando respeitar as recomendações do zoneamento agrícola para a cultura da soja na região de Erechim, a cultura foi semeada em 08 de dezembro de 2022. A semeadura foi realizada com um conjunto de semeadora/adubadora de precisão em espaçamento de 0,50 m entrelinhas e densidade de semeadura de 19 sementes por metro linear, visando obter uma população final de $350.000 \text{ plantas ha}^{-1}$. A adubação de base foi feita com fertilizante mineral

N-P-K, fórmula 05-30-15, na proporção de 227 kg ha⁻¹, conforme recomendação baseada na análise de solo (SBCS, 2016).

Para o monitoramento da chegada de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* na região, foi instalado um coletor de esporos confeccionado pela equipe do Laboratório de Fitopatologia da UFFS - Campus Erechim em 2019, seguindo os moldes do coletor elaborado pela EMATER-PR. Essa ferramenta (Figura 2) foi posicionada em local de fluxo intenso de vento e distante de estradas a fim de evitar o acúmulo de poeira. Dentro do coletor, inseriu-se uma lâmina de microscopia contendo um pedaço de 4-5 cm de fita adesiva dupla face. Em uma das bordas, colocava-se uma etiqueta para identificação de data. A lâmina foi colocada em um suporte para que, posteriormente, fosse adaptado ao bocal do coletor; por fim retirava-se o papel que protegia a fita dupla face.

Figura 2 - Coletor de esporos utilizado para o monitoramento de entrada de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* na área onde o experimento foi conduzido, safra 2022/23. Erechim/RS.



Fonte: Paola Mendes Milanesi, 2020.

O monitoramento iniciou no dia da semeadura do experimento e foi realizado semanalmente. Em cada leitura foram inseridas novas lâminas e, após a troca, realizou-se a análise no Laboratório de Fitopatologia da UFFS - Campus Erechim. Nisso, com o auxílio de microscópio óptico, foi possível realizar a identificação dos primeiros uredósporos do patógeno (Figura 3), observados em 28 de dezembro de 2022. Após a primeira identificação, continuou-se o monitoramento para verificar a intensidade de chegada dos uredósporos do patógeno na região.

Figura 3 - Uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* obtidos na lâmina inserida no coletor de esporos e observados em microscópio óptico com aumento de 40x, safra 2022/23. As setas indicam esporos que emitiram tubo germinativo. Erechim/RS.



Fonte: Autor.

O experimento contou com um sistema de irrigação por aspersão convencional, utilizado em momentos que não houve precipitações frequentes (Figura 1) no decorrer do ciclo da cultura, visando para uma melhor produtividade, pois a soja demanda em todo o seu ciclo um volume entre 450 mm a 800 mm total de água (NEUMAIER *et al.* 2020). Além disso, com a irrigação buscou-se contribuir com um ambiente propício para o patógeno causador de FAS, aliado com a temperatura considerada ideal para que houvesse desenvolvimento da doença.

Os tratamentos utilizados neste trabalho estão descritos na (Tabela 1). Todos os fungicidas utilizados nesta pesquisa encontram-se devidamente regulamentados para a cultura da soja (AGROFIT, 2022).

Tabela 1 - Tratamentos e respectivas aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), posicionadas conforme os estádios fenológicos da soja, na cv. BMX Ativa RR, safra 2022/23.

Trat.	Estádio fenológico da soja					
	V0	V6	R2	R4	R6	R6-R7
T1	Testemunha					
T2	difenoconazol + ciproconazol (0,3 L/ha) glifosato potássico (1,5 L/ha)	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha)*	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha) clorotalonil (1,4 L/ha)
T3	-	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha) fenpropimorfe (0,3 L/ha)*	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha) clorotalonil (1,4 L/ha)
T4	-	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) mancozebe (1,5 kg/ha)*	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha) fenpropimorfe (0,3 L/ha) clorotalonil (1,4 L/ha)	metominostrobinab + tebuconazol (580 mL/ha) fenpropimorfe (0,3 L/ha) clorotalonil (1,4 L/ha)	mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (2500 mL/ha) clorotalonil (1,4 L/ha)

*Adicionado 0,25 % v/v de adjuvante à base de óleo vegetal.

As aplicações de fungicidas foram realizadas com auxílio de pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com pontas leque, com um espaçamento de 0,5 m entre pontas, regulado para obter uma vazão constante de 150 L ha⁻¹, em uma velocidade de 1 m s⁻¹. As aplicações de fungicidas foram realizadas conforme as melhores condições meteorológicas, com umidade relativa acima dos 70%, temperaturas amenas e com a velocidade do vento entre 3 a 10 km/h. O intervalo mínimo entre as aplicações foi de 14 dias.

A aplicação com fungicidas em T2 (aplicação zero) foi iniciada aos 27 dias após a semeadura da cultura, visando proteger a planta de inóculos iniciais de doenças. Já a primeira aplicação verdadeira (T2, T3 e T4) teve início no estágio V6 (fase vegetativa), quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida). As aplicações foram repetidas a cada 15 dias, até a

quinta aplicação. O tratamento T1 (testemunha) não recebeu aplicações de fungicidas. As datas das aplicações, bem como os respectivos estádios fenológicos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Datas de aplicação de fungicidas e dias após semeadura (DAS) em função dos tratamentos e estádios fenológicos da cultura da soja (cv. BMX Ativa RR), para o controle de ferrugem asiática da soja, safra 2022/23. Erechim/RS.

Tratamentos	Aplicações de fungicidas e respectivos estádios fenológicos e dias após semeadura					
	V0 ¹	V6	R2	R4	R6	R7
T2	04/01/2023 27 DAS ²					
T3	-	30/01/2023 53 DAS	14/02/2023 68 DAS	01/03/2023 83 DAS	16/03/2023 98 DAS	31/03/2023 113 DAS
T4	-					

¹ Estádio fenológico da cultura no momento da aplicação de fungicidas. ² DAS: dias após a semeadura.

Os demais tratamentos culturais como o controle de plantas daninhas com o herbicida glifosato (1,5 L ha⁻¹) e insetos praga com inseticidas imidacloprido + beta-ciflutrina (500 mL ha⁻¹), tiametoxam + lambda-cialotrina (150 mL ha⁻¹) e teflubenzurom (80 mL ha⁻¹), foram realizados nas parcelas uniformemente para todos os tratamentos, quando necessário, seguindo as recomendações técnicas das bulas.

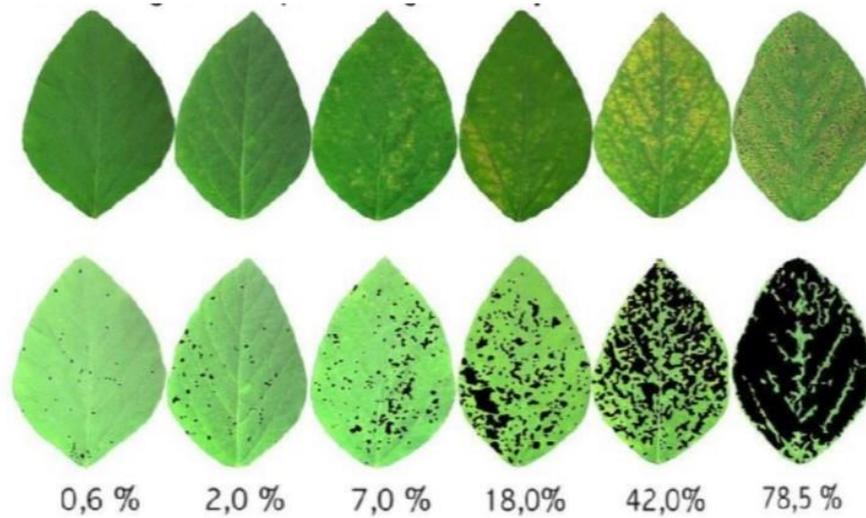
No decorrer do experimento realizou-se avaliações de severidade de ferrugem asiática da soja nas parcelas. Para tal, foram observadas cinco amostras foliares (trifólios), localizadas no terço médio de plantas que estavam mais ao centro de cada parcela. As avaliações eram feitas semanalmente e antes da aplicação de fungicida. Os trifólios avaliados foram comparados com a escala diagramática (Figura 4) de Godoy; Koga; Canteri (2006) para avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja.

A partir dos dados obtidos, com base na escala de severidade, foi possível determinar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os tratamentos utilizados. Os valores de AACPD foram calculados conforme a equação composta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum \left\{ \left[\frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} \right] x (t_{i+1} - t_i) \right\}, \text{ em que:}$$

Y_i e Y_{i+1}: valores de duas leituras consecutivas de severidade; e t_i e t_{i+1}: datas das duas leituras.

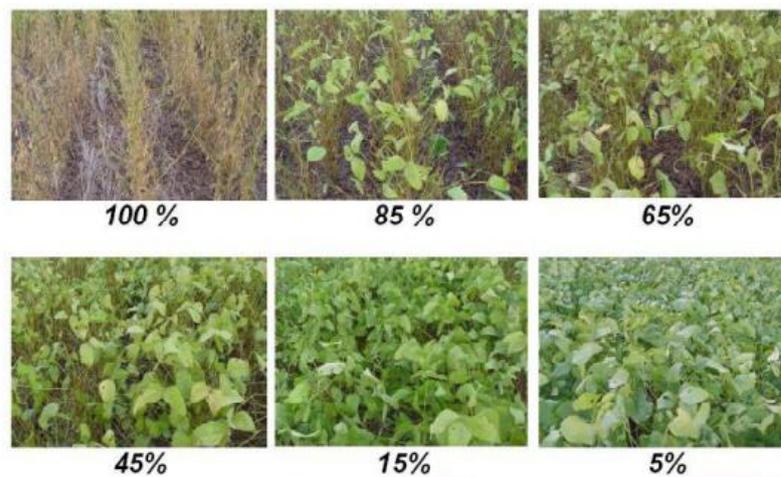
Figura 4 - Escala diagramática para a avaliação de severidade (%) de ferrugem asiática da soja.



Fonte: Godoy; Koga; Canteri (2006).

Foram avaliados em plantas amostradas aleatoriamente 5 trifólios posicionados no terço médio das plantas, dentro da área útil de cada parcela. Nestes atribui-se uma nota relacionada a escala de severidade da doença. Nos estádios finais da cultura, não havendo mais possibilidade de avaliação de severidade de ferrugem asiática, procedeu-se a avaliação de desfolha. Para isso, cada parcela foi observada separadamente e comparada com a escala diagramática (Figura 5) de Hirano *et al.* (2010).

Figura 5 – Escala diagramática para avaliação de desfolha (%) provocada por doenças em soja.



Fonte: Hirano *et al.* (2010).

A colheita foi realizada de forma manual, em 24/04/2023, no momento em que todas as plantas de cada parcela não apresentavam mais folhas verdes, considerando-se uma área útil de

parcela equivalente a 4,0 m². As amostras foram trilhadas com o auxílio de uma trilhadora estacionária de parcelas e, após devidamente identificadas, foram encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia da UFFS - Campus Erechim, para a determinação de umidade (%), peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha⁻¹), para cada tratamento.

No momento da colheita foram coletadas 5 plantas aleatoriamente por parcela dentro da área útil, onde foi realizada a determinação do número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP). Em seguida, os grãos de cada planta compuseram o total de grãos colhidos na área útil de cada parcela, sendo pesados para estabelecer os resultados da produtividade.

Para determinação da umidade dos grãos foi utilizado um medidor de umidades de grãos portátil (marca Gehaka Agri, modelo G600) e ao final a umidade de cada amostra foi corrigida para 13%. O peso de mil grãos foi aferido por contagens de oito amostras de 100 grãos cada, pesando as mesmas em balança analítica (BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e, quando significativos, realizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparação de médias. As análises foram efetuadas com o auxílio do *software* estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as análises das lâminas presentes no coletor de esporos, verificou-se que alguns uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* já haviam emitido o tubo germinativo (Figura 3) e isso foi devido a presença de umidade na superfície da fita dupla face e tal fato vinha ocorrendo desde os primeiros esporos observados no coletor, em 28/12/2022.

Na safra 2022/23 a ferrugem asiática se instalou mais tardiamente na cultura, sendo que nas primeiras seis avaliações semanais (até os 88 DAS) não houve incidência da doença nas plantas. O primeiro foco da doença no referido experimento foi observado em 16/03/2023, o que denota a configuração de condições ambientais favorecedoras a ferrugem asiática nesse período, entre elas precipitação, umidade relativa, molhamento foliar, temperatura, direção e velocidade do vento (DEL PONTE *et al.* 2006; WEN *et al.* 2017; MILANESI *et al.* 2023).

No local onde o presente estudo foi conduzido, na safra 2022/23 verificou-se entre dezembro/2022 e abril/2023 um acumulado de precipitação igual a 423,45 mm, sendo que em fevereiro do corrente foi registrado 111,63 mm de chuva. Além disso, a média de temperatura durante o período em que a soja foi cultivada foi 23,4 °C (Figura 1). Contudo, a demanda hídrica

tida como ideal para a cultura é de 120 a 300 mm de precipitação sendo estes bem distribuídos ao longo dos períodos considerados críticos, ou seja, entre R1 e R6 (NEUMAIER; NEPOMUCENO; FARIAS, 2021). Assim, observou-se que durante a condução desse estudo, o volume de precipitação pluviométrica natural, foi atingido, porém mal distribuído (Figura 1).

Fatores como época de semeadura, distribuição de chuvas ao longo do ciclo da cultura e manejo da irrigação tendo em vista o esgotamento de água no solo conforme as fases do ciclo da soja, tornam variável a implementação de irrigação suplementar em soja (OLIVEIRA *et al.* 2020). Dessa forma, no referido experimento fez-se utilização de irrigação por aspersão, nos dias em que não houve precipitação. O acionamento da irrigação, em cada dia que a mesma foi necessária, durou em torno de 2 a 3 horas, o que proporcionou a aplicação de lâmina de aproximadamente 2 a 3 mm dia⁻¹. Satisfazendo assim, as condições necessárias para o desenvolvimento de ferrugem asiática a partir de março/2023.

Na sétima avaliação (após a terceira aplicação; aos 98 DAS) foi possível observar os primeiros sintomas de FAS nas plantas. O período de tempo em que ocorre o molhamento foliar considera-se o mais importante, pois afeta a infecção do patógeno e a taxa de seu crescimento (JIAN *et al.* 2020). A infecção necessita de condições meteorológicas, resultando na germinação dos uredósporos, formação do tubo germinativo e da estrutura de penetração (SENTELHAS *et al.* 2006; SILVA, 2018).

Em relação a testemunha (T1), para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e o controle (%) de ferrugem asiática da soja e desfolha, denotou-se diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle (%) de ferrugem asiática da soja e níveis de desfolha na cv. BMX Ativa RR, após utilização de fungicidas em programas posicionados com ou sem a aplicação zero (V0), safra 2022/23.

Tratamento	AACPD ¹	Controle	Desfolha
		----- (%)-----	
T1	129,53 a ²	0,00 b	98,13 a
T2	9,92 b	93,86 a	78,40 b
T3	13,56 b	91,62 a	77,66 b
T4	10,29 b	93,63 a	78,93 b
Média geral	40,83	69,78	83,28
C.V. (%) [*]	19,25	5,10	9,62

¹ Dados transformados em $\ln(x)$. ² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *C.V. (%): coeficiente de variação. **T1**) Testemunha, sem aplicação de fungicidas; **T2**) difenoconazol + ciproconazol + glifosato potássico (V0); bixafem + protioconazol + trifloxistrobina + mancozebe (1ª aplicação - V6); metominostrobin + tebuconazol + mancozebe (2ª aplicação - R2); mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (3ª aplicação - R4); metominostrobin + tebuconazol + mancozebe (4ª aplicação - R6); e mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + clorotalonil (5ª aplicação - R6-R7); **T3**) sem V0 e 1ª (V6), 2ª (R2), 4ª (R6) e 5ª (R6-R7) aplicações idem T2; 3ª aplicação (R4) com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + fenpropimorfe; **T4**) sem V0 e 1ª (V6), 2ª (R2) e 5ª (R6-R7) aplicações idem T2; 3ª (R4) e 4ª (R6) aplicações com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + fenpropimorfe + clorotalonil.

Os tratamentos com fungicidas tiveram valores de AACPD menores que a testemunha e isso se deve ao uso dos fungicidas sítios específicos com multissítio mancozebe. Para o controle da ferrugem, o mancozebe associado aos fungicidas sítio-específicos misturas fluxapiraxade + piraclostrobina, azoxistrobina + benzovindiflupir, trifloxistrobina + protioconazol e tebuconazol + picoxistrobina aumenta o controle da doença (ALVES; JULIATTI, 2018). Aplicações feitas no estágio vegetativo resultam em menores valores de AACPD em relação aos tratamentos sem aplicação nesse estágio, reduzindo a severidade de manchas foliares (FERNANDES *et al.* 2020).

Os resultados de controle foram satisfatórios para todos os tratamentos, com porcentagens mais elevadas que o valor mínimo de 80%, diferindo somente de T1 (Tabela 3). Considerando o patossistema soja x ferrugem asiática, é aceitável que o percentual de controle da doença, por um fungicida, corresponda a valores maiores ou iguais a 80%, assegurando que os custos de aplicação desse fungicida sejam compensados pelo lucro obtido com a mesma (REIS *et al.* 2018).

Em T2 (com aplicação V0) houve discreto aumento de controle da doença em relação aos demais, mas isso não foi suficiente para que o mesmo diferisse dos outros tratamentos (Tabela 3). Observação similar a essa foi relatada, sendo a maior severidade de ferrugem asiática na testemunha (média de 73,25), no tratamento sem aplicação zero (média de 41,98) e aplicações no estágio V4 (média de 23,45), com isso apresentaram numericamente menor severidade da doença (MUTTA *et al.* 2018).

Referente a variável desfolha (Tabela 3), os tratamentos com aplicação de fungicidas não diferem entre si, mas somente da testemunha. Porém, uma ligeira redução foi observada em T3 quando comparado a T2, com 0,74%; e T4, com 1,27%. Quanto maior a intensidade de desfolha, mais severamente a doença atingiu a planta (SOUZA, 2017).

Analisando os resultados, em T2 e T3 houve mais aplicações sequenciais em que o fungicida mancozebe associado com sítios-específicos, trouxe resultados superiores ao tratamento 4, em que foram realizadas aplicações com clorotalonil.

Ditiocarbamatos, grupo químico do mancozebe, propiciam para a planta efeito verde assegurando melhor desempenho reprodutivo, favorecendo a concentração de clorofilas a e b, além de nutrir as plantas com os micronutrientes zinco e manganês (JULIATTI; JULIATTI; FIGUEIRÓ, 2015). Mancozebe em mistura com azoxistrobina + tebuconazol + difenoconazol mostrou capacidade de alteração na concentração de clorofila b, se comparado com os mesmos sítio-específicos junto ao multissítio clorotalonil. Desse modo, demonstra-se que a eficácia dos fungicidas protetores está diretamente relacionada à sua interação com outros fungicidas sítio-específicos presentes na mistura (ALVES, 2016).

Aplicações realizadas no estágio vegetativo, quando o patógeno pode infectar a planta precocemente, constituem importante medida auxiliar no controle de doenças foliares (FERNANDES *et al.* 2020). Essa prática demonstra resultados satisfatórios principalmente em safras com alta pressão de doenças, pois nesse momento ainda não houve o fechamento das entrelinhas do dossel, sendo mais ampla a área de contato do fungicida na planta e isso facilita atingir o alvo biológico que se deseja controlar. Aplicações mais tardias, indicam que das gotas que atingem o terço superior das plantas, somente 32,3% conseguem penetrar no dossel e chegar até a parte inferior do mesmo (WEBER *et al.* 2017).

Para a variável número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) (Tabela 4) não houve significância entre os tratamentos. Nos tratamentos 1 (testemunha) e 4 (programa de aplicação, sem posicionamento em V0), em termos de números absolutos, verificou-se os piores resultados nessas variáveis. Isso pode ter ocorrido em função de desfolha mais pronunciada em T1; já, em T4, se comparado aos demais tratamentos com aplicações de

fungicidas, percebe-se que, numericamente, houve desfolha mais pronunciada (78,9%) (Tabela 3). É importante destacar que desfolha prematura, abortamento das flores e vagens e comprometimento na granação são efeitos diretos nas plantas causados pela ferrugem asiática, levando à queda de produtividade (YASSUE, 2018).

A média dos tratamentos com aplicação de fungicida (T2, T3 e T4) resulta em 78,3% de desfolha e ao comparar esse dado com a desfolha do tratamento testemunha (T1), obtém-se 19,8% de diferença. Com isso, nota-se a importância do uso de fungicidas para minimizar o efeito negativo da desfolha sobre um estágio que é crítico para a cultura, no caso, o enchimento de grãos (Tabela 4).

Para variável peso de mil grãos (Tabela 4), os tratamentos que receberam aplicação de fungicidas diferiram somente da testemunha, independentemente de aplicação em V0. Entretanto é observado que em T4 houve incremento de 2,13 g em comparação a T1; esse tratamento também conferiu um discreto aumento em PMG se comparado a T2 e T3 e o que os diferencia é que em T4 houve a aplicação de mancozebe, fenpropimorfe e clorotalonil, junto aos fungicidas sítio-específicos, em 3ª (R4) e 4ª (R6) aplicações (Tabela 1), períodos críticos para a cultura em que se deu o enchimento de grãos. Esses fungicidas asseguraram melhor proteção contra outras doenças foliares, como oídio, cercosporiose, antracnose e que tem potencial para comprometer esse componente de rendimento.

Tabela 4 – Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha⁻¹) em soja, cv. BMX Ativa RR, após utilização de fungicidas em programas posicionados com ou sem a aplicação zero (V0), safra 2022/23.

Tratamento	NVP	NGP	PMG (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	38,40 ^{ns}	87,88 ^{ns}	134,6 b ¹	3.421,67 b
T2	38,52	91,20	153,6 a	4.203,48 a
T3	39,84	93,76	153,0 a	4.005,78 a
T4	37,12	87,04	155,9 a	4.094,45 a
Média geral	38,47	89,97	149,3	3.931,35
C.V. (%) [*]	17,93	19,36	1,90	5,41

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns} não significativo ($p \leq 0,05$). *C.V. (%): coeficiente de variação. **T1**) Testemunha, sem aplicação de fungicidas; **T2**) difenoconazol + ciproconazol + glifosato potássico (V0); bixafem + protriocanazol + trifloxistrobina + mancozebe (1ª aplicação - V6); metominostrobin + tebuconazol + mancozebe (2ª aplicação - R2); mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (3ª aplicação - R4); metominostrobin + tebuconazol + mancozebe (4ª aplicação - R6); e mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + clorotalonil (5ª aplicação - R6-R7); **T3**) sem V0 e 1ª (V6), 2ª (R2), 4ª (R6) e 5ª (R6-R7) aplicações idem T2; 3ª aplicação (R4) com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + fenpropimorfe; **T4**) sem V0 e 1ª (V6), 2ª (R2) e 5ª (R6-R7) aplicações idem T2; 3ª (R4) e 4ª (R6) aplicações com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol + fenpropimorfe + clorotalonil.

Quanto a produtividade (Tabela 4) os tratamentos com fungicidas diferiram da testemunha. Em T2 (com aplicação zero) houve incremento de 781,81 kg ha⁻¹ quando comparado com a testemunha e isso representa 13 sc ha⁻¹ a mais na produtividade. Já quando T2 é comparado a T3 e T4, ambos sem aplicação em V0, obteve-se 3,3 e 2 sc ha⁻¹ a mais e isso confere uma diferença pequena, já que esses tratamentos atingiram percentuais de controle de ferrugem asiática acima de 90% (Tabela 3).

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com Mutta *et al.* (2018), que verificaram que o uso de fungicidas posicionados em V4 corresponderam a uma produtividade de 67 sc ha⁻¹, enquanto que no tratamento cujos fungicidas foram aplicados a partir de V7, obteve-se 61 sc ha⁻¹, implicando em uma diferença de 6 sc ha⁻¹ entre com a realização da aplicação V0 e sem.

Apesar do uso de irrigação durante a condução do experimento, verificou-se que o tratamento T2, cuja produtividade resultou em 70 sc ha⁻¹ e isso pode ter sido influenciado por: competições interespecíficas com papuã (*Urochloa plantaginea*), que quando não controlado em meio a cultura, promove perdas de produtividade de grãos em até 35,71%, por competir por

recursos com a cultura de interesse agrônomo (KONZEN, 2021); e o acamamento de algumas parcelas ocasionado por intempéries durante a condução do experimento, tais como ventos fortes. Plantas que são condicionadas ao acamamento, recebem menos interação com a radiação solar pelo fato de algumas folhas estarem sombreadas, e isso ocasiona diminuição de produtividade (BUZZELLO *et al.* 2017).

Portanto, é perceptível que fungicidas protetores contribuem ao reduzir a pressão de seleção em *Phakopsora pachyrhizi* quando aliados a fungicidas sítio-específicos, evitando resistência do patógeno a tais ingredientes ativos. Também é possível observar que aplicações no estágio vegetativo (V0) são favoráveis ao controle de doenças foliares que comprometem o rendimento e a produtividade de soja, pois o fungicida atinge toda a planta contribuindo para uma melhor sanidade. Estudos que demonstrem os benefícios da aplicação zero em soja são ainda incipientes e a geração de informações sobre isso é importante para auxiliar na tomada de decisão quanto ao seu uso.

CONCLUSÃO

- Independentemente do uso de aplicação em V0, os fungicidas posicionados em diferentes programas proporcionam redução no progresso de ferrugem asiática da soja, com percentual de controle superior a 91%, bem como redução na desfolha (19,8% menor que a testemunha).

- O uso de aplicação V0 (T2) em relação ao programa de aplicação descrito em T3 permite acréscimo de 3,3 sc ha⁻¹.

- Os tratamentos 2 e 3, que receberam aplicação de mancozebe, garantem um incremento na produtividade de 11 sc ha⁻¹ em relação a testemunha e 1,87g na variável PMG.

- O fungicida clorotalonil em mistura no final do ciclo da cultura assegura incremento no peso de mil grãos de 2,13 g a mais quando comparado à testemunha.

- Nas condições desta pesquisa não é possível inferir que há benefício no uso da aplicação em V0 visto a não diferenciação desse tratamento (T2) em relação aos demais tanto para o controle de ferrugem asiática, quanto para desfolha e rendimento.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 04 maio 2023.

ALVES, S. A. M. et al. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. **Ferrugem asiática da soja**, p. 37-59, 2006.

ALVES, V. M. **Fungicidas protetores no manejo de ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) -Curso de Pós graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicides in the management of soybean rust, physiological processes and crop productivity. **Summa Phytopathologica**. v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.

BALARDIN, R. S. et al. **Mancozebe: muito além de um fungicida**. ed. 1. Bookman, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 395 p.

BUZZELLO, G. L. et al. Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 10, n. 37, p. 225-233, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3584/4293>. Acesso em: 03 maio 2023.

CEMETRS - Centro Estadual de Meteorologia. 2012. Caracterização das condições climáticas, meteorológicas e da produção agrícola da região de Santa Rosa. Nota Técnica n. 06. Porto Alegre, Brasil: Fepagro; p. 12.

CERUTTI, F. C.; MULLER, A. L.; BRUSTOLIN, D. B.; Manejo químico da ferrugem asiática da soja. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 11, p. 244- 256, 2021.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Aumento de 20,6% na produção de soja impulsiona safra de grãos, estimada em 309,9 milhões de toneladas**. mar. 2023.

DALLA LANA, F. et al. Meta-analytic modeling of the decline in performance of fungicides for managing soybean rust after a decade of use in Brazil. **Plant Disease**, v. 102, p. 432 807-817, 2018.

DEL PONTE, E.M. et al. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopatholog**, v. 96, n. 7, p. 797–803, 2006.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, L. A.; NEUMAIER, N. **Soja: Estádios Vegetativos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/estadios-de-desenvolvimento/estadios-vegetativos>. Acesso em: 16 jun. 2023.

FERNANDES, R. H. et al. Aplicação de fungicidas em fase vegetativa em cultivares de soja de ciclo precoce e tardio. In: NETO, A.E.F. et al. (eds.). **Anuário de pesquisas agricultura: resultados 2020**. Rio Verde: Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO. 2020. pp. 132 - 142. Disponível online em: https://www.researchgate.net/profile/H-Nascimento/publication/360365314_ANUARIO_DE_PESQUISAS_AGRICULTURA_-_RESULTADOS_2020/links/62728e16b1ad9f66c8a11a6e/ANUARIO-DE-PESQUISAS-AGRICULTURA-RESULTADOS-2020.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2021/2022**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2022. (Circular Técnica, 187).

HIRANO M. et al. Validation of diagrammatic scale for estimating defoliation caused by the Asian rust in soybeans. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.3, p.248-250, 2010.

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Meteorológicos. 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 15 maio 2023.

JIAN, L. I. U. et al. Estimation Model of Cucumber Leaf Wetness Duration Considering the Spatial Heterogeneity of Solar Greenhouse. **Smart Agriculture**, v. 2, n. 2, p. 135, 2020.

JULIATTI, F. C.; JULIATTI, B. C. M.; FIGUEIRÓ, A. de A. Resistência de fungos aos fungicidas na cultura da soja e do milho: evolução do problema no Brasil, aspectos moleculares e estratégias para o seu manejo correto e seguro. In: Núcleo de Estudos em Fitopatologia (NEFIT). **Avanços da fitopatologia no agronegócio**. Lavras: NEFIT, 2015. p. 204

KONZEN, Alessandro. **Habilidade competitiva, períodos de interferência e nível de dano econômico de plantas daninhas na cultura da soja**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental) Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2021.

LANGENBACH, C. et al. Fighting Asian Soybean Rust. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1-13, 2016.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, R. D. **Atlas Climático**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO. 2011. p. 185.

MILANESI, P.M.; STEFFEN, P.R.; HUZAR-NOVAKOWISKI, J.; MEZOMO, M.P.; STEFANSKI, F.S.; TONIN, R.J.; GALLINA, A.; FOCHESSATTO, M. Temporal dynamics of Asian soybean rust according to sowing date and fungicide application, and its effects on soybean yield in the Northwest Mesoregion, Rio Grande do Sul, Brazil. **Indian Phytopathology**, v. 76, p. 1, 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Agrofit**: Produtos indicados. [S.l.], 2021. Disponível em:

https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 20 maio 2023.

MUTTA, F. T. T. et al. Efeito da aplicação de fungicidas em estádios vegetativos da soja para controles da ferrugem asiática na safra 2016/2017. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA*, 8., 2017, Goiânia, **Anais** [...]. Goiânia: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2018.

NASCIMENTO, J. N. et al. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Revista Agrarian**. v.11, n.39, p. 42-49, Dourados, 2018.

NEUMAIER, N. et al. (2020). Ecofisiologia da soja *In: SEIXAS, C. D. S. et al. (Ed.). Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 33-54. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Soja: Necessidades de água**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigencias-climaticas/agua/necessidades-de-agua>. Acesso em: 18 jun. 2023.

OLIVEIRA, Z. B. et al. **ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA DA SOJA UTILIZANDO MODELO DE BALANÇO HÍDRICO DO SOLO E DADOS DA PREVISÃO DO TEMPO**. *IRRIGA*, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 492–507, 2020.

OLIVEIRA, M. L. de. **O que é aplicação zero na soja e quando fazer?** 2021. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/76>. Acesso em: 23 maio 2023.

REIS, E. M. et al. **Cálculo da eficiência do controle da ferrugem da soja para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida**. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/calculo-da-eficiencia-do-controle-da-ferrugem-da-soja-para-igualar-ao-custo-da-aplicacao-terrestre-de-fungicida/>. Acesso em: 25 mai. 2023.

REIS, D. A soja. *APROSOJA*, 2018. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 23 mai. 2023.

SBCS- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação**: para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed.: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 354 p.

SEIXAS, C. D. S. et al. Manejo de doenças. *In: SEIXAS, C. D. S. et al. (Ed.). Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 228-263. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

SENTELHAS, P. C. et al. Evaluation of a Penman-Monteith approach to provide “reference” and crop canopy leaf wetness duration estimates. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 141, n. 2, p. 105-117, dez. 2006.

SILVA, A. M. da. **Variável meteorológicas relacionadas ao início da epidemia causada por *Phakopsora pachyrhizi* em soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-

Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade de Santa Maria, 2018.

SILVA, E. et al. Unraveling Asian Soybean Rust metabolomics using mass spectrometry and Molecular Networking approach. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020.

SOUZA, P. H. N. **Associação de Mancozebe com formulações comerciais mistas de fungicidas no controle de ferrugem asiática de soja**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

TORMEN, N. R et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 16, n. 7, p. 802-808, jul. 2012.

UMBURANAS, R. C. et al. 2022. Changes in soybean cultivars released over the past 50 years in southern Brazil. **Scientific Reports**, v. 12, p. 1-14, mar. 2022.

WEBER, N. C.; SANTOS, E.M. dos; RUSSINI, A.; SILVA, F. F. da. Deposição de calda ao longo do dossel na cultura da soja utilizando pulverizador equipado com controlador de fluxo. **Revista Engenharia na Agricultura**. n.05, p.459-468, 2017.

WEN, L, BOWEN, C. R.; HARTMAN, G. L. Prediction of short-distance aerial movement of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores using machine learning. **Phytopathology**, v.10, n.10, p.1187–1198, 2017.

YASSUE, R. M. **Tolerância da soja à ferrugem asiática em dialelo multivariado e ambientes contrastantes de fungicidas**. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

APÊNDICE

Aspecto de desfolha nos diferentes tratamentos para controle de ferrugem asiática da soja, safra 2022/23. Erechim, RS.



Legenda:

- T1-Testemunha
- T2- Programa de aplicação com V0
- T3- Programa de aplicação 1 (sem V0)
- T4- Programa de aplicação 2 (sem V0)