



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS ERECHIM**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**JULIO CESAR VITTORELLO**

**FUNGICIDA BIOLÓGICO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae* NO  
CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E RENDIMENTO DA SOJA**

**ERECHIM**

**2022**

**JULIO CESAR VITTORELLO**

**FUNGICIDA BIOLÓGICO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae* NO  
CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E RENDIMENTO DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para a obtenção de grau Bacharel em Agronomia.

ORIENTADORA: Prof. Dra. Paola Mendes Milanesi

**ERECHIM**

**2022**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Vittorello, Julio Cesar

FUNGICIDA BIOLÓGICO A BASE DE PAREDE CELULAR DE  
LEVEDURA NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E RENDIMENTO  
DA SOJA / Julio Cesar Vittorello. -- 2022.

23 f.

Orientadora: Doutora Paola Mendes Milanesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2022.

1. Glycine max (L.) Merrill. 2. Phakopsora  
pachyrhizi. 3. Saccharomyces cerevisiae. 4. Biocontrole.  
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).

**FUNGICIDA BIOLÓGICO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae* NO  
CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E RENDIMENTO DA SOJA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi– UFFS (Orientadora)

UFFS – Erechim

---

Prof. Dr. Bernardo Berenchein – UFFS

UFFS – Erechim

---

Prof. Me. Daiani Brandler – UFFS

UFFS – Erechim

Erechim/RS, 2022

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço...*

Primeiramente a Deus, por estar sempre me guiando e me dando forças para vencer as dificuldades da vida.

A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), pelo comprometimento com a pesquisa e desenvolvimento regional.

A professora Doutora Paola Mendes Milanesi, pela paciência, coerência, clareza e dedicação em seus ensinamentos, acompanhamento e pela orientação deste trabalho de conclusão de curso.

A professora Mestra Daiani Brandler, pela paciência, por todo o apoio e incentivo, pela orientação neste trabalho de conclusão de curso.

Aos demais professores que participaram do processo de minha formação acadêmica. A todos os colegas de curso pelos bons momentos vividos, pela nossa grande amizade e pelo apoio dado durante esta jornada acadêmica, em especial aos colegas do Laboratório de Fitopatologia da UFFS – Campus Erechim, que me ajudaram no desenvolvimento prático deste trabalho.

Aos funcionários da UFFS - *campus* Erechim, pelo auxílio prestado, o que possibilitou a boa condução do trabalho no campo.

A empresa 3 Tentos Agroindustrial S/A por disponibilizar o produto para a realização do experimento.

Aos meus pais Elio João Vittorello e Marli Chiodelli Vittorello, minha irmã Carina Vittorello e a minha namorada, Paloma Menegaz, por terem me incentivado, apoiado e acreditado no meu potencial, não medindo esforços para que eu chegasse ao fim desse curso superior.

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4 CONCLUSÃO .....	20
REFERÊNCIAS .....	21

## Lista de figuras

Figura 1: Escala Diagramática de severidade da ferrugem asiática da soja.....	13
Figura 2 A: Parcela que recebeu a aplicação de bixafem, protioconazol, trifloxistrobina e cerevisane; epoxiconazol, fluxapirroxade, piraclostrobina e cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol e cerevisane.....	16
Figura 2 B: Parcela do tratamento testemunha.....	16

## Lista de gráficos

Gráfico 1: Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante os meses em que o experimento foi conduzido.....10

## **Lista de quadros**

Quadro 1: Fungicidas utilizados e respectivas datas de aplicação para o controle de ferrugem asiática em soja. ....	11
---	----

## **Lista de tabelas**

Tabela 1: Controle da ferrugem asiática. ....	15
Tabela 2: Número de grãos por vagens e número de vagens por planta. ....	17
Tabela 3: Peso de mil grãos e produtividade. ....	18

## FUNGICIDA BIOLÓGICO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae* NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA E RENDIMENTO DA SOJA

**RESUMO:** A ferrugem asiática da soja é atualmente a principal doença da cultura no Brasil. Seu agente causal é o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, e o principal método de controle da doença baseia-se no uso de fungicidas. Para se ter um manejo mais assertivo e assegurar a produtividade da cultura, é muito importante utilizar fungicidas que combatam a doença com eficiência. A indução de resistência das plantas a doenças é uma importante estratégia no manejo integrado. Teve-se por objetivo avaliar a eficiência do fungicida biológico a base de parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, no controle da ferrugem asiática da soja e seus efeitos sobre os componentes de rendimento e produtividade da cultura. O experimento foi realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Erechim, na safra 2021/22, com a cv. BMX Zeus IPRO (55i57 RSF IPRO). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com 4 repetições e 7 tratamentos, sendo: (T - 1 testemunha, sem nenhuma aplicação de fungicida; T2, T3, T4, T5 e T6 com aplicação de fungicidas conforme programas de aplicação acrescidos do fungicida cerevisane; e T7 - programa de aplicação convencional). Foram quantificadas a incidência e severidade da ferrugem asiática, o peso de mil grãos e a produtividade. Todos os tratamentos que receberam a aplicação de fungicida obtiveram produtividade numericamente maior que a testemunha, porém somente T6 diferiu estatisticamente dos demais, sendo que este tratamento recebeu três aplicações de cerevisane, e obteve uma produtividade 10,12% maior que a testemunha. Similarmente, comparado com a testemunha, todos os tratamentos apresentaram uma melhor eficiência de controle da ferrugem asiática, com T6 se destacando em relação aos demais. Com isso, pode-se concluir que o programa de aplicação realizado em T6 proporciona maior eficiência no controle da ferrugem asiática, assim como a maior produtividade para a soja cv. BMX Zeus IPRO (55i57 RSF IPRO).

Palavras chave: *Glycine max* (L.) Merrill. *Phakopsora pachyrhizi*. *Saccharomyces cerevisiae*. AACPD. Biocontrole.

## BIOLOGICAL FUNGICIDE BASED ON *Saccharomyces cerevisiae* IN THE CONTROL OF ASIAN RUST AND SOYBEAN YIELD

**ABSTRACT:** Asian soybean rust is currently the main crop disease in Brazil. Its causal agent is the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, and the main method of this disease control is based on the use of fungicides. To have a more assertive management and ensure crop productivity, it is very important to use fungicides that oppose the disease efficiently. The induction of plant resistance to diseases is an important strategy in integrated management. The objective was to evaluate the efficiency of the biological fungicide based on the cell wall of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, in the control of Asian soybean rust and its effects on the yield and productivity components of the crop. The experiment was carried out at the Federal University of Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim, in the 2021/22 crop season, with BMX Zeus IPRO (55i57 RSF IPRO) cultivar. The design used was randomized blocks (DBC) with 4 replications and 7 treatments, as follows: T1) control, without any fungicide application; T2, T3, T4, T5 and T6) with application of fungicides according to application programs plus the fungicide cerevisane; and T7) conventional application program. The incidence and severity of Asian rust, the thousand-grain weight and yield were quantified. All treatments that received the fungicide application obtained numerically higher productivity than the control, but only T6 differed statistically from the others, being that this treatment received three applications of cerevisane, and obtained a productivity 10.12% higher than the control. Similarly, compared to the control, all treatments showed a better efficiency to control Asian rust, with T6 standing out in relation to the others. With this, it can be concluded that the application program carried out in T6 provides greater efficiency in the control of Asian rust, as well as greater productivity for soybean, cv. Zeus IPRO (55i57 RSF IPRO).

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. *Phakopsora pachyrhizi*. *Saccharomyces cerevisiae*. AUDPC. Biocontrol.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, com uma produção de 124.268 milhões de toneladas em uma área plantada de 40.988,5 milhões de hectares (CONAB, 2022).

Dentre os problemas que acometem essa cultura, pode-se destacar o ataque de fitopatógenos, os quais quando expostos a condições favoráveis de desenvolvimento, afetam significativamente a cultura, gerando queda de produtividade (RIBEIRO et al., 2017).

Das doenças que afetam a soja, a ferrugem asiática é considerada uma das mais destrutivas e que causa danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae, dentre elas a soja (RIBEIRO et al., 2019). O agente etiológico da ferrugem asiática é o fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (Basidiomycota) (MYCOBANK, 2022), um parasita biotrófico (FIALLOS, 2011).

Estima-se que a ferrugem asiática pode ocasionar até 100% de dano, dependendo do momento em que ela incide na cultura e das condições ambientais favoráveis (SILVA et al. 2020). Para o melhor controle da ferrugem asiática, deve-se utilizar diferentes estratégias de manejo, a fim de evitar reduções de produtividade, tais como: vazios sanitários; uso de cultivares resistentes; semeadura antecipada, em abertura de janela de plantio; uso de cultivares com ciclos de maturação mais precoces; monitoramento da incidência da doença durante a safra; e aplicações de fungicidas (EMBRAPA 2013; DALLA LANA et al., 2018; BERUSKI et al., 2020).

A escolha dos fungicidas, qual dose utilizar e o número de aplicações, dependerá muito da realidade de cada talhão. Um posicionamento que tem trazido bons resultados é o uso intercalado de fungicidas curativos e preventivos nas primeiras aplicações. Já para as últimas aplicações, os fungicidas escolhidos dependerão das condições ambientais vigentes, pelo fato de serem mais ou menos favoráveis para algumas doenças (PLACIDO, 2021).

Nesse viés da escolha de fungicidas, outros produtos com resultados satisfatórios vêm sendo utilizados, aumentando a eficácia no manejo de doenças na soja (MENEGETTI et al., 2010; IORIS JUNIOR, 2019). Isso justifica-se pelo aumento nos casos de resistência de fungos a fungicidas, sendo necessário buscar novas estratégias de controle.

Em 2021, foi lançado no mercado brasileiro um fungicida biológico para indução de resistência da planta ao fungo *P. pachyrhizi* em soja. Trata-se de um novo elicitor à base de Cerevisane (parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*). É classificado como de baixo risco ambiental (Classe IV) (MAPA 2021), sendo, portanto, uma alternativa sustentável para o manejo da ferrugem asiática, pois é um fungicida biológico inovador, que otimiza o manejo de doenças de forma preventiva.

Seu mecanismo de ação é elicitor microbiano, de ação preventiva, e que ativa as defesas naturais da planta, podendo controlar os patógenos de forma indireta, através da indução de resistência, ou diretamente, pela produção de metabólitos tóxicos aos patógenos, maximizando assim a proteção contra a ferrugem asiática (DE PAULA et al., 2021). Esse fungicida pode ser misturado com outros fungicidas químicos e, até mesmo, biológicos, ampliando a performance dos produtos para, assim, melhor proteger as plantas contra as doenças.

Além de ser uma importante estratégia para controlar doenças, a indução de resistência vem ganhando cada vez mais espaço na agricultura, pois oferece uma grande vantagem aos produtores que, motivados pela demanda global por alimentos mais saudáveis, vem buscando a redução do uso de agrotóxicos.

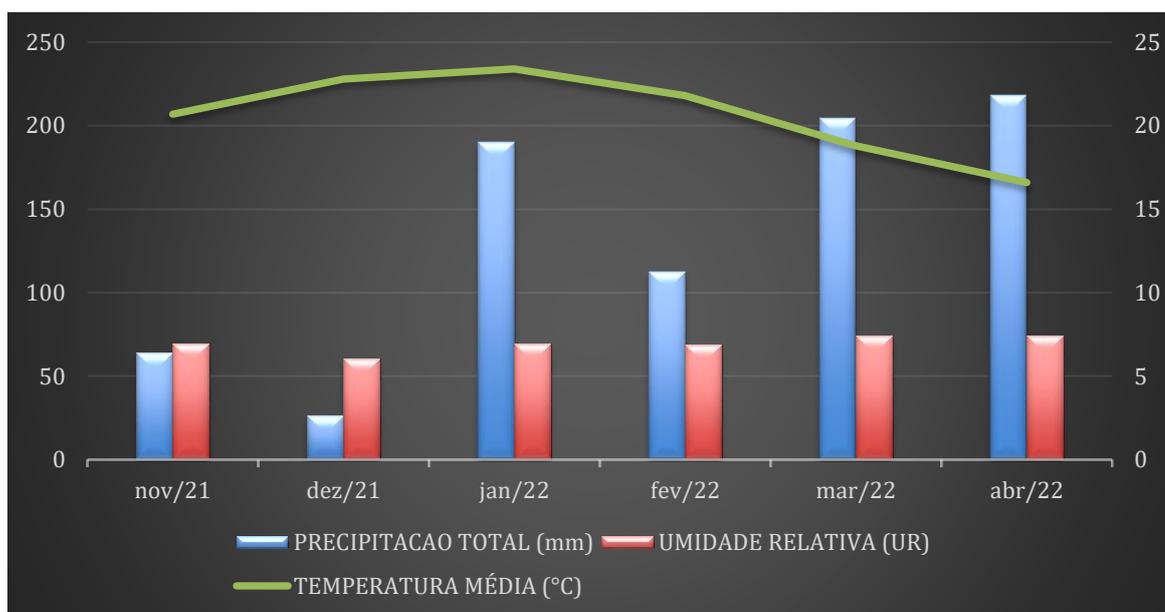
Sendo assim, teve-se como objetivo avaliar a eficiência de fungicida biológico, combinado a fungicidas sistêmicos, no controle da ferrugem asiática da soja e os seus efeitos sobre o rendimento e a produtividade da cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental e no Laboratório de Fitopatologia, da UFFS – Campus Erechim, na safra 2021/22. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (*Oxisol*), unidade de mapeamento Erechim (EMBRAPA, 2013). As características químicas do solo, coletado anteriormente à realização da semeadura (profundidade 0,00-0,10 m) indicou: pH: 5,2; matéria orgânica (MO): 3,1%; P: 10,2 mg dm<sup>-3</sup>; K: 139,9 mg dm<sup>-3</sup>; Al: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 4,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 2,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e CTC: 7,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O clima do local é classificado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) conforme classificação estabelecida por Köppen, apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CEMETRS, 2012).

**Gráfico 1:** Precipitação (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa (%) do período entre 21/11/2021 e 22/04/2022, durante a condução do experimento com soja, cv. BMX Zeus, no município de Erechim/RS.



Fonte: INMET 2022, AGROCONNECT,2021/2022.

A área onde foi realizado o experimento é de plantio direto consolidado, cuja cultura antecessora foi um mix de plantas de cobertura composto por aveia, nabo e ervilhaca. Em pré-semeadura da soja, essa cobertura foi rolada, com auxílio de rolo-faca e, em seguida, procedeu-se a dessecação da palhada com herbicida glifosato (577 g.i.a/L), na dose de 3,6 L ha<sup>-1</sup>.

Foi utilizada a cv. BMX Zeus IPRO (55i57RSF IPRO), cujo *grupo de maturação* é 5.5 e seu *hábito de crescimento* é indeterminado. Essa cultivar tem como pontos fortes um alto potencial produtivo, precocidade, excelente adaptação em regiões com maior altitude, porte controlado e resistência ao acamamento; a média do peso de mil sementes é de 209 g (BRASMAX, 2018). As sementes continham tratamento industrial, feito com piraclostrobina; tiofanato metílico; fipronil.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DBC), com 4 repetições e 7 tratamentos, totalizando 28 unidades experimentais. Os blocos apresentavam dimensões de 3 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi feita no dia 22 de novembro de 2021, com semeadora de precisão (marca KF, modelo 4.200), espaçada em 0,50 m entrelinhas A densidade de

semeadura utilizada foi de 17,5 sementes por metro linear, visando à obtenção de uma população final de 350.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de base foi feita com fertilizante mineral N-P-K, fórmula 02-20-20, na proporção de 350 kg ha<sup>-1</sup>, conforme interpretação da análise de solo.

O quadro 1 sumariza a informação relacionada aos tratamentos avaliados, e respectivas datas de aplicação. Os tratamentos fungicidas avaliados foram aplicados com auxílio de pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com pontas cônicas TXA 8002 VK, com um espaçamento de 0,5 m entre pontas, regulado para obter uma vazão constante de 150 L ha<sup>-1</sup> em uma velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>. Em todas as aplicações foram utilizados adjuvantes conforme a orientação da bula dos produtos.

**Quadro 1:** Programas de aplicação de fungicidas, estádios fenológicos e respectivas datas de aplicação para o controle de ferrugem asiática em soja, cv BMX Zeus IPRO (55i57RSF IPRO) na safra 2021/2022.

Tratamentos	Aplicações		
	1 <sup>a</sup> – estágio V4 (20/01/22)	2 <sup>a</sup> – estágio R3 (04/02/22)	3 <sup>a</sup> – estágio R5 (22/02/22)
T1	Testemunha - sem aplicação de fungicidas		
T2	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol + fluxapiraxade + piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> )
T3	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol+ fluxapiraxade+ piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> )
T4	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol + fluxapiraxade + piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )
T5	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol + fluxapiraxade + piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> )

<b>T6</b>	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol + fluxapirroxade + piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> ) + cerevisane (1 L ha <sup>-1</sup> )
<b>T7</b>	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,5 L ha <sup>-1</sup> )	epoxiconazol + fluxapirroxade + piraclostrobina (1 L ha <sup>-1</sup> )	picoxistrobina + ciproconazol (1 L ha <sup>-1</sup> )

As aplicações de fungicidas foram realizadas buscando as melhores condições meteorológicas, com umidade relativa acima dos 70%, temperaturas amenas, sendo aplicadas sempre no final do dia e com a velocidade do vento entre 3 a 10 km/h. Todos os fungicidas, herbicidas e inseticidas utilizados para a pesquisa estão devidamente regulamentados para a cultura da soja, conforme informações disponíveis no Sistema AGROFIT (2022).

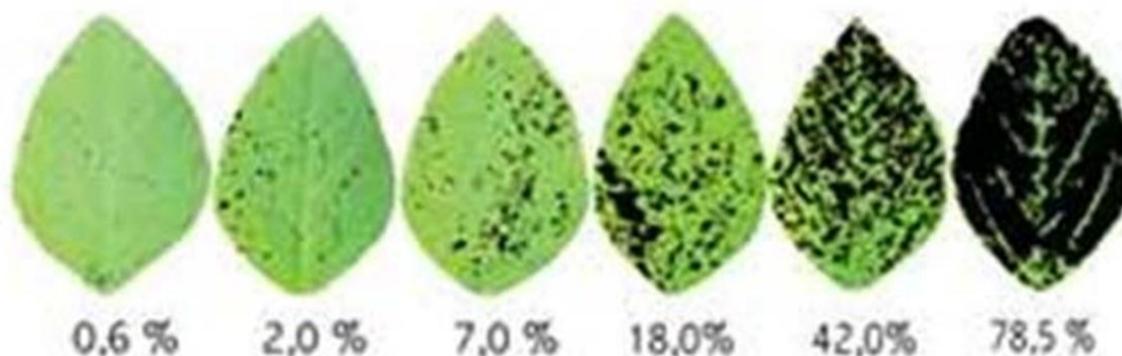
A dessecação pós-emergência da soja, foi realizada no dia 15 de dezembro de 2021, pois o ambiente estava muito seco, não tendo as condições necessárias (Figura 1) para um bom controle das plantas daninhas antes desta data. Foi utilizado o herbicida glifosato (577 g. i.a/L), na dose de 3,6 L ha<sup>-1</sup>. A primeira aplicação de inseticida, visando o controle de ácaros e vaquinhas, foi realizada em 20/01/2022 com acaricida abamectina (18,0 g/L) e inseticida tiametoxan (141 g. i.a/L) + lambda-cialotrina (106 g.i.a/L). Já a segunda aplicação de inseticida foi feita em 01/02/2022 com os mesmos produtos, tendo em vista o controle dos insetos-praga ácaros e vaquinhas. A dose de ambos os produtos foi de 200 mL ha<sup>-1</sup>, sendo as aplicações feitas separadamente das aplicações com fungicidas.

Os demais tratamentos culturais foram padronizados para todos os tratamentos, como o controle de plantas daninhas e insetos-praga na pós-emergência, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja (SALVADORI et al., 2016), com intuito de diminuir os danos que possam ocorrer.

Durante a condução do experimento, em cada avaliação de severidade de ferrugem asiática, foram observadas cinco amostras foliares (trifólios) por parcela, sendo os trifólios localizados no terço médio de plantas que estavam mais ao centro de cada parcela. A primeira avaliação foi feita antes da primeira aplicação e, as demais, sete dias após cada aplicação de fungicida até a maturação fisiológica da cultura. Os trifólios avaliados foram comparados com a escala diagramática de

Godoy, Koga e Canteri (2006) para avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja.

**Figura 1:** Escala Diagramática de severidade da ferrugem asiática da soja.



Fonte: Godoy, Koga e Canteri (2006).

A partir dos dados obtidos, com base na escala de severidade, foi possível determinar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de AACPD foram calculados conforme a equação proposta 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.

As variáveis avaliadas na pré-colheita da cultura da soja foram número de vagens por planta e de grãos por vagens, foram feitas por contagens manuais, após a colheita aleatória de 5 plantas de soja na área útil de cada unidade experimental.

Para a colheita, foi considerada uma área útil de parcela equivalente a 4,0 m<sup>2</sup>, que foi realizada no momento em que todas as plantas de cada parcela não apresentavam mais folhas verdes e atingiram sua maturidade fisiológica, a colheita foi feita de forma manual no dia 26/04/2022 e as amostras foram trilhadas com o auxílio de uma trilhadora estacionária de parcelas. Em seguida, após as amostras estarem devidamente identificadas, foram encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia da UFFS – Campus Erechim, para a determinação de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e componentes de rendimento: número de vagens por planta (NVP), número de

grãos por planta (NGP) e peso de mil grãos (PMG, g), para cada unidade experimental.

Para a determinação do número de vagens por planta e número de grãos por planta foi utilizada uma amostra de 5 plantas por parcela, coletadas aleatoriamente antes da colheita. Para a determinação de produtividade pesou-se o total de grãos colhidos na área útil de cada parcela.

Antes da determinação do peso de mil grãos, foi realizada a determinação de umidade com auxílio do medidor de umidade de grãos portátil (marca Gehaka Agri, modelo G600), e ajustada para 13%. O peso de mil grãos foi determinado por contagens de oito amostras de 100 grãos cada, pesando as mesmas em balança analítica, conforme preconizado nas Regras para Análise de Sementes - RAS (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).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores porcentagens de controle da ferrugem asiática da soja foram observadas nos tratamentos T6 e T4, que apresentaram 81,67% e 77,17%, respectivamente (Tabela 1). Em T6 foram aplicados os seguintes fungicidas: bixafem, protioconazol, trifloxistrobina e cerevisane; epoxiconazol, fluxaproxade, piraclostrobina e cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol e cerevisane; já para o T4 os produtos aplicados foram, bixafem, protioconazol, trifloxistrobina, epoxiconazol, fluxaproxade, piraclostrobina e picoxistrobina, ciproconazol e cerevisane (Quadro 1).

Entre os meses de novembro a fevereiro houve uma estiagem, com chuvas muito mal distribuídas (Gráfico 1), o que afetou o desenvolvimento inicial da cultura. Além de não haver condições favoráveis para o desenvolvimento da ferrugem asiática, a intensidade dessa doença é influenciada pela frequência de chuvas ao longo do ciclo da cultura (GALLOTI et al., 2006; GODOY et al., 2009). O fungo *P. pachyrhizi* tem a capacidade de infectar a soja em temperaturas de 15 a 28 °C, com 6 a 12 horas de molhamento na superfície das folhas (FIALLOS, 2011).

**Tabela 1:** Controle (%) de ferrugem asiática da soja, na cv BMX Zeus IPRO (55i57 RSF IPRO), após tratamento com o fungicida biológico em diferentes em diferentes estádios da cultura, na safra 2021/22.

<b>Tratamento</b>	<b>Controle (%)</b>
<b>T1</b> - sem aplicação de fungicidas	0,00
<b>T2</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	49,02 e
<b>T3</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol	57,52 d
<b>T4</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol + cerevisane	77,17 b
<b>T5</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol	73,30 b
<b>T6</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol + cerevisane	81,67 a
<b>T7</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	64,92 c
Média Geral	57,65
C.V. (%) <sup>*</sup>	3,17

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). \*C.V. (%): coeficiente de variação.

Denotou-se menor controle da doença no tratamento T2 (Tabela 1), em que o programa de aplicação utilizado continha: bixafem, protioconazol, trifloxistrobina e cerevisane; epoxiconazol, fluxapiroxade e piraclostrobina; picoxistrobina e, ciproconazol (Quadro 1). Esse tratamento, quando comparado ao T6 apresentou 40% menos controle e, em relação ao T4, 36,5% a menos. Tal resultado se justifica pelo ataque do patógeno no final do ciclo da cultura, quando somente uma aplicação do produto cerevisane, não foi suficiente para assegurar um bom controle da doença.

Aos 112 dias após a emergência da cultura, pode-se observar que nas parcelas que receberam a aplicação de bixafem, protioconazol, trifloxistrobina e

cerevisane; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina e cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol e cerevisane, as plantas ainda estavam com folhas (Figura 2A); por outro lado, no mesmo período, no tratamento em que não foi aplicado fungicida (testemunha), as plantas não tinham mais folhas (Figura 2B).

**Figura 2.** Comparação entre plantas de soja, cv. BMX Zeus, com aplicação de fungicidas combinados a cerevisane (A) e sem aplicação - testemunha (B), aos 112 dias após a emergência.



Fonte: Julio Cesar Vittorello (2022).



Fonte: Julio Cesar Vittorello (2022).

Tal redução na área foliar da soja ocorre não só devido à área lesionada pelo agente causal da ferrugem asiática, mas, também, pela desfolha precoce provocada por outras doenças, reduzindo a produtividade da cultura (GODOY; CANTERI, 2004; GABARDO et al., 2020).

Müller et al. (2019), trabalhando com a aplicação de diferentes doses de *Bacillus thuringiensis* observaram que as plantas de soja apresentaram bom índice de sanidade, porém esses autores não notaram aumento de produtividade. Schott et al. (2021), avaliando a indução de resistência associada a fungicidas para o controle de doenças em soja, constataram que a aplicação de *Bacillus subtilis*, na fase inicial da cultura contribuiu para manter a sanidade nas folhas e, quando aplicado também na fase reprodutiva, assegurou maior produtividade, dados esses que corroboram parcialmente os resultados encontrados no presente trabalho.

Para o número de vagens por planta (NVP), o tratamento T4 foi o que obteve o melhor resultado, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2). Este fato pode estar atrelado ao tratamento, que manteve a área fotossintética da planta ativa por

mais tempo, fazendo com que ela conseguisse acumular maior quantidade de fotoassimilados. Segundo estudos realizados por Calixto (2020) a levedura *Saccharomyces cerevisiae* favorece a produção de um maior número de vagens por planta, devido à redução da incidência de doenças no estágio de florescimento.

Quanto ao número de grãos por vagem (NGV), observou-se que todos os tratamentos que receberam o fungicida biológico a base de levedura (*cerevisiae*), obtiveram maior NGV (Tabela 2), exceto no tratamento T5, resultado que poderia ser explicado pela maior incidência do patógeno ter ocorrido no final do ciclo da cultura, sendo que o produto *cerevisiae* não fazia parte da terceira aplicação neste tratamento. Com isso, sem a proteção conferida pelo *cerevisane* para fortalecer a mistura de fungicida, as plantas ficaram mais suscetíveis a incidência do patógeno, afetando diretamente o número de grãos por vagem. Tal resultado se relacionam com os encontrados por Godoy e Canteri, (2004), os quais destacaram que as doenças de final de ciclo na soja estão diretamente associadas à desfolha da cultura, reduzindo a capacidade fotossintética e encurtando o ciclo o que prejudica o enchimento dos grãos e, conseqüentemente, resulta em menor peso de grãos.

**Tabela 2:** Número de vagens por planta (NVP) e de grãos por vagem (NGV) em soja, cv. BMX Zeus IPRO, após tratamento com o fungicida biológico em diferentes em diferentes estádios da cultura, na safra 2021/22.

<b>Tratamento</b>	<b>NVP</b>	<b>NGV</b>
<b>T1</b> - sem aplicação de fungicida	39,50 c <sup>1</sup>	83,00 ab
<b>T2</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + <i>cerevisane</i> ; epoxiconazol, fluxapiróxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	39,40 c	85,20 a
<b>T3</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiróxade, piraclostrobina + <i>cerevisane</i> ; picoxistrobina, ciproconazol	40,15 b	86,50 a
<b>T4</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiróxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol + <i>cerevisane</i>	43,40 a	87,70 a
<b>T5</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + <i>cerevisane</i> ; epoxiconazol, fluxapiróxade, piraclostrobina + <i>cerevisane</i> ; picoxistrobina, ciproconazol	36,65 c	78,45 b
<b>T6</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + <i>cerevisane</i> ; epoxiconazol, fluxapiróxade, piraclostrobina + <i>cerevisane</i> ; picoxistrobina, ciproconazol + <i>cerevisane</i>	42,40 b	87,20 a

<b>T7</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	40,05 b	83,75 ab
Média Geral	40,22	84,52
C.V. (%) <sup>*</sup>	3,27	2,88

<sup>1</sup> 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.

O peso de mil grãos (PMG) não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 3). Isso pode se relacionar ao fato das plantas, que obtiveram um menor número de grãos por vagem, conseguirem fazer uma melhor distribuição de fotoassimilados entre os grãos que se desenvolveram na vagem, resultando em mais matéria seca nos grãos. Com isso, as plantas apresentaram o mesmo PMG em todos os tratamentos. Resultados semelhantes também foram observados por Basso et al. (2018), quando trabalharam com o manejo de plantas daninhas em milho utilizando diferentes herbicidas. No caso, as espigas que possuíam menor número de grãos, apresentavam um maior peso de mil grãos. Além de que o PMG é um fator genético, sendo o PMG da cv. BMX Zeus IPRO 209 g (BRASMAX, 2018).

**Tabela 3:** Peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja, cv. BMX Zeus IPRO, após tratamento com o fungicida biológico em diferentes em diferentes estádios da cultura, na safra 2021/22.

Tratamento	PMG (g)	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
<b>T1</b> – sem aplicação de fungicidas	235,43 a <sup>1</sup>	4902,50 b
<b>T2</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	246,53 a	5012,64 b
<b>T3</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol	238,89 a	5188,19 ab
<b>T4</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol + cerevisane	235,29 a	5065,72 b
<b>T5</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol	237,81 a	5061,79 b
<b>T6</b> - bixafem, protioconazol, trifloxistrobina + cerevisane; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina + cerevisane; picoxistrobina, ciproconazol + cerevisane	235,79 a	5454,34 a

<b>T7</b> - bixafem, proclonazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiroxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol	235,48 a	5069,04 b
Média Geral	237,89	5107,74
C.V. (%) <sup>*</sup>	2,17	3,12

<sup>1</sup> 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.

Apesar de o tratamento T6 apresentar um menor NVP e NGP que o tratamento T4, denota-se que esse obteve a melhor produtividade, atingindo 5454,34 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, com um aumento de 10,12% em relação ao tratamento T1 (testemunha), 7,12% em relação ao T4 e 7,06% em relação ao tratamento T7 (programa de aplicação convencional), pois as plantas que tiveram um menor número de grãos por planta conseguiram acumular mais fotoassimilados em seus grãos, aumentando a matéria seca.

Schott et al. (2021) observaram que associando o fungicida biológico a base de *Bacillus subtilis* com o programa de aplicação de fungicidas, a cultura da soja atinge maior produtividade, além de melhor controle de oídio, principalmente quando o fungicida biológico é aplicado nas fases reprodutivas da cultura. Os autores ainda destacam que quanto mais aplicações realizadas, melhores foram os resultados obtidos, corroborando em partes com os resultados encontrados no presente trabalho.

Os resultados encontrados em T6 comprovam a eficiência do fungicida a base de levedura de *S. cerevisiae* tanto em relação ao controle da doença, quanto para as variáveis relacionadas aos componentes de rendimento. Dados esses que se assemelham aos encontrados por Gouvea et al. (2009), que observaram em morango, após tratamento com diferentes preparações de *S. cerevisiae*, menor incidência do patógeno *Colletotrichum acutatum*, agente causal de antracnose nas infrutescências, em relação à testemunha, além de maior produção por planta. CALIXTO (2020) observou que as maiores produtividades em soja foram alcançadas com a levedura *S. cerevisiae*, cuja utilização em tratamento sem fungicidas químicos, implicou em aumento de 41,5% em relação a testemunha.

A testemunha obteve a menor produtividade (Tabela 3). Essa diferença ocorreu devido a maior incidência da doença, que fez com que sua área fotossintética ativa ficasse reduzida em função da incidência do patógeno, fazendo com que as

plantas entrassem em senescência antes, afetando a produção de fotoassimilados, o que tem grande contribuição para o enchimento de grãos (TSIALTAS et al., 2018).

As doenças são um dos principais fatores que impedem que a soja atinja seu potencial máximo de produção, com destaque para a ferrugem asiática, que é uma doença bastante agressiva. Segundo Andrade e Andrade (2002) a doença pode ocasionar até 100% de danos dependendo do momento em que ela incide na cultura e se as condições ambientais vigentes forem favoráveis ao patógeno.

Sendo assim a aplicação de fungicidas a base de levedura de *Saccharomyces cerevisiae* (Cerevisane) aliadas a um bom programa de aplicação de fungicidas, é muito importante para se ter um melhor controle de ferrugem asiática da soja e para que a cultura consiga expressar seu máximo potencial produtivo.

#### **4 CONCLUSÃO**

- A aplicação de fungicidas bixafem, proclonazol, trifloxistrobina; epoxiconazol, fluxapiraxade, piraclostrobina; picoxistrobina, ciproconazol, representado pelo tratamento T6, quando combinada a três aplicações de cerevisane, assegura melhor controle da ferrugem asiática.
- O tratamento T4, com o cerevisane posicionado apenas em terceira aplicação, assegura maior número de vagens por planta.
- A aplicação de cerevisane, combinada a fungicidas sistêmicos (T6), posicionada em V4, R3 e R5 proporciona maior produtividade em soja, cv. BMX Zeus IPRO, e indica a importância do uso desse fungicida microbiológico para ampliar a performance dos fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem asiática da soja.

## REFERÊNCIAS

- AGROCONNECT. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<https://www.agroconnect.com.br/>>. Acesso em: 06/07/2022.
- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários [Internet]. **Recomendações técnicas de produtos fitossanitários**. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> [Google Scholar]. Acesso em 26 de fev. de 2022.
- BASSO, F. J. M. et al. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018.
- BERTOLDO, E.; MAZARO, S. M.  $\beta$ -1, 3 Glucanases: uma revisão sob a ótica da defesa vegetal. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 1, p. 1-13, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009.
- BERUSKI, G. C. et al. Performance and profitability of rain-based thresholds for timing fungicide applications in soybean rust control. **Plant disease**, v. 104, n. 10, p. 2704-2712, 2020.
- BRASMAX. Brasmax Zeus IPRO: **o poder do máximo rendimento de soja**. Cambé – Paraná, 2018. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/brasmax-zeus/>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- CALIXTO, G. B. "**Leveduras no controle de Colletotrichum truncatum e seu efeito na produtividade da soja**." 2020. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/4821>>. Acesso em 24 de jun. 2022.
- CAMPBELL, C. L; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology 1st ed. New York: **Wiley-Blackwell**, 1990. p. 560
- CARVALHO, N.L. **Resistência genética induzida em plantas cultivadas**. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 7, n. 7, p.1379 - 1390, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/5930/3603>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA CEMETRS: **Atlas climático do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110034-atlas-climatico-rs.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Monitoramento Agrícola. Safra 2021/22. 2022.
- DALLA, L. 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** 102, p. 807-817, 2018.
- DE PAULA, S. et al. Potential of resistance inducers for soybean rust management. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 43, n. sup2, p. S298-S307, 2021.

DO VALE, N. K. A. et al. Caracterização de estudos de impacto ambiental relacionados ao cultivo e expansão da cultura da soja no mundo. **Revista em** n.6, p. 1039-1042, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA '**Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014.**' (Londrina: Embrapa Soja), 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIALLOS, F. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. **Revista Ciencia y Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 45-60, 2011.

GABARDO, G. et al. Respostas fisiológicas das cultivares de soja NA5909 e TMG7062 submetidas a diferentes produtos para controle de doenças fúngicas em campo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15673-15689, 2020.

GALLOTI, G. J. M; JUNIOR, A. A. B; BACKES, R. L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 2, p. 87-93, 2005.

GODOY, C. V. et al. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 56-61, 2009.

GODOY, C.V., KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 063-068, 2006.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeito da severidade de oídio e crestamento foliar de cercóspora na produtividade da cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, pág. 526-531, 2004.

GOUVEA, A. D., et al. Controle de doenças foliares e de flores e qualidade pós-colheita do morangueiro tratado com *Saccharomyces cerevisiae*. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p,7, 2009.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**. 2022.

Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

IORIS J., M. A. **Proteção de plantas de soja com tratamentos fungicidas associados à indução de resistência: efeitos no rendimento da cultura e qualidade de grãos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. p,41.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit: Produtos indicados**. [S.l.], 2021. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MENEGHETTI, R. C. et al. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 823-829, 2010.

MÜLLER, M. A. et al. *Bacillus thuringiensis* Combined With Fungicide Applications in the Management of Soybean Leaf Diseases. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 13, p. 14, 2019.

MYCOBANK. *Phakopsora pachyrhizi*. [Online] Disponível em: <<https://www.mycobank.org/page/Simple%20names%20search>> . Acesso em: 15 de julho de 2022.

PLACIDO, H. F. **O que você precisa saber para fazer aplicação de fungicidas na soja no momento ideal**. 2021. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/aplicacao-de-fungicidas-na-soja/>>. Acesso em: 04 fev. 2022.

SALVADORI, J. R. et al. (Org.). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018**. 41<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. 1. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2016, 128 p.

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.

SCHOTT, A. D. et al. Indutor de resistência associado à fungicidas para controle de doenças na cultura da soja Resistance inducer associated with fungicides for disease control in soybean crops. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 56300-56311, 2021.

RIBEIRO, F. C. et al. **Controle químico de mancha - alvo da soja (*Corynespora cassicola*) no cerrado tocantinense** – Brasil. Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, p. 26 - 36, 2017.

RIBEIRO, L. A. E. et al. Viabilidade econômica do uso de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 2, p. 35-43, 2019.

TSIALTAS, J. T.; THEOLOGIDOU, G. S.; KARAOGLANIDIS, G. S. Effects of pyraclostrobin on leaf diseases, leaf physiology, yield and quality of durum wheat under Mediterranean conditions. **Crop Protection**, v. 113, p. 48-55, 2018.