

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

GUSTAVO FELIPE RUCH

**FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES DE CONTROLE
BIOLÓGICO E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA
DA SOJA**

ERECHIM

2024

GUSTAVO FELIPE RUCH

**FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES DE CONTROLE
BIOLÓGICO E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA
DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado, como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade
Federal da Fronteira Sul

Orientadora: Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi

ERECHIM

2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

, Gustavo Felipe Ruch
FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES DE
CONTROLE BIOLÓGICO E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA / Gustavo Felipe Ruch . --
2024.
33 f.:il.

Orientadora: Prof^o Dra. Paola Mendes Milanesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2024.

1. Manejo fitossanitário. 2. Biofungicidas. 3.
Fitopatologia. 4. Agronomia. I. , Paola Mendes Milanesi,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

GUSTAVO FELIPE RUCH

**FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES DE CONTROLE
BIOLÓGICO E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA
DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado, como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 27/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a Paola Mendes Milanesi - UFFS

Orientadora

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin - UFFS

Avaliador

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta - UFFS

Avaliador

Erechim/RS, 2024

AGRADECIMENTOS

Venho em sincera humildade agradecer, primeiramente a Deus, pela vida, e por toda a graça dispensada até o presente momento.

Minha singela gratidão a todos que estiveram presentes durante esta trajetória, em especial:

Meus pais e familiares, por todo o apoio e suporte que me deram.

Minha orientadora, por todos os conselhos e auxílio, nunca medindo esforços, refletindo assim o amor que tem pelo que faz.

Ao Laboratório de Fitopatologia e sua equipe, onde pude ampliar meus horizontes de conhecimento e onde fiz diversas amizades, que levarei para a vida.

A banca examinadora, pelas arguições e apontamentos.

E a todos que de uma forma ou outra fizeram parte desta trajetória.

FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

RESUMO

Diversos são os fatores limitantes ao cultivo da soja no Brasil, destacando-se doenças, tais como a ferrugem asiática que possui um potencial altamente destrutivo. Devido ao constante uso de fungicidas sistêmicos para seu controle, nota-se uma regressão na eficiência dos mesmos pelo desenvolvimento de insensibilidade por parte do patógeno. A aplicação de fungicidas antecipadamente (aplicação V0), é uma técnica que vem sendo usada para maximizar o controle dessa e de outras doenças. Foi avaliado o uso de agentes de controle biológico, combinados a aplicação V0, no controle de ferrugem asiática e rendimento da cultura da soja. O experimento foi conduzido na área experimental da UFFS - Campus Erechim, na safra 2023/24, em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2 + 1, sendo: tratamentos x com e sem aplicação zero (V0) + testemunha (sem aplicação de fungicidas), com 4 repetições e 13 tratamentos. A cultivar utilizada foi BMX Ativa RR. Os tratamentos consistiam em uma testemunha sem aplicação (T1); tratamentos somente com o uso de fungicidas sistêmicos, sem e com V0 (T2 e T3, respectivamente); agentes de controle biológico combinados a fungicidas sistêmicos sem V0 (T4, T5, T6, T7, T8) e com V0 (T9, T10, T11, T12, T13). Avaliou-se a severidade e controle (%) da doença; desfolha; número de vagens por planta (NVP); número de grãos por planta (NGP); peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha⁻¹) da cultura. O maior controle foi observado nos tratamentos T12 e T13 diferindo somente da testemunha. Para NVP e NGP não se obteve diferença estatística significativa. O uso de V0 no tratamento T3 acresceu o PMG diante de T2. Em relação a desfolha, os menores níveis ocorreram nos tratamentos combinados aos agentes de controle biológico, seguido daqueles contendo apenas fungicidas sistêmicos, diferindo entre si e da testemunha. Quanto a produtividade, qualquer agente de controle biológico testado, associado a fungicidas sistêmicos sem V0, resulta em incremento médio de 340 kg ha⁻¹ (5,6 sacas) frente a T2 (31,4 sacas), na cv. BMX Ativa RR.

Palavras-chave: *Bacillus pumilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, manejo fitossanitário, biofungicidas, proteção de plantas.

SYSTEMIC FUNGICIDES COMBINED WITH BIOLOGICAL CONTROL AGENTS AND ZERO APPLICATION IN ASIAN SOYBEAN RUST CONTROL

ABSTRACT

There are several factors limiting the soybeans cultivation in Brazil, highlighting diseases such as Asian rust, which has a highly destructive potential. Due to the constant use of systemic fungicides for its control, a regression in their efficiency is noted due to the development of insensitivity on the part of the pathogen. The application of fungicides in advance (V0 application) is a technique that has been used to maximize the control of this and other diseases. The use of biological control agents, combined with V0 application, in the control of Asian rust and soybean yield were evaluated. The experiment was conducted in UFFS - Campus Erechim experimental area, in the 2023/24 crop season, in a randomized block design, with a 6 x 2 + 1 factorial scheme, being: treatments x with and without zero application (V0) + control (without application of fungicides), with 4 repetitions and 13 treatments. The treatments consisted of a control without application (T1); treatments only with the use of systemic fungicides, without and with V0 (T2 and T3, respectively); biological control agents combined with systemic fungicides without V0 (T4, T5, T6, T7, T8) and with V0 (T9, T10, T11, T12, T13). The disease severity and control (%), and defoliates were evaluated; number of pods per plant (NPP); number of grains per plant (NGP); thousand grains weight (TGW, g) and crop productivity (kg ha⁻¹). The greatest control was observed in T12 and T13 treatments, differing only from the control. For NPP and NGP, no statistically significant difference was found. The use of V0 in T3 treatment increased the TGW compared to T2. In relation to defoliation, the lowest levels occurred in treatments combined with biological control agents, followed by those containing only systemic fungicides, differing from each other and from the control. As for productivity, any biological control agent tested, associated with systemic fungicides without V0, results in an average increase of 340 kg ha⁻¹ (5.6 bags) compared to T2 (31.4 bags), in BMX Ativa RR cultivar.

Keywords: *Bacillus pumilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, phytosanitary management, biofungicides, plant protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados meteorológicos de Precipitação pluviométrica (mm), Temperatura do ar (°C) e Umidade relativa do ar (%), no período entre 01/12/2023 e 30/04/2024, durante a condução do experimento com soja (cv. BMX Ativa RR) na safra 2023/24. Erechim-RS.....	14
Figura 2 - Escala diagramática para avaliação de severidade (%) de ferrugem asiática da soja..	17
Figura 3 - Escala diagramática para avaliação de desfolha (%) provocada por doenças em soja.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Programa de aplicação de fungicidas conforme estágio fenológico de soja, cv. BMX Ativa RR, para controle de ferrugem asiática, combinados ou não a diferentes agentes biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero (V0), safra 2023/24, UFFS - Campus Erechim, RS.....	15
Tabela 2 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e controle (%) de ferrugem asiática, em soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.....	19
Tabela 3 - Número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) em soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero para o controle de ferrugem asiática, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.....	21
Tabela 4 - Peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha^{-1}) de soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero para o controle de ferrugem asiática, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.....	22
Tabela 5 - Desfolha (%) provocada pela ferrugem asiática, em soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.....	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	25
ANEXO I- <i>Normas para publicação de artigos na Revista de Ciências Agroveterinárias</i>	29

FUNGICIDAS SISTÊMICOS COMBINADOS A AGENTES BIOLÓGICOS E APLICAÇÃO ZERO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA¹

Systemic fungicides combined with biological agents and zero application in Asian soybean rust control

INTRODUÇÃO

Dentre as culturas produzidas no segmento agrícola nacional, a soja (*Glycine max* L. Merrill) destaca-se como a espécie vegetal mais cultivada. Caracteriza-se como de ciclo anual pertencente à família *Fabaceae*, possuindo uma área cultivada no Brasil de 45.733,2 mil hectares e com a produção na safra 2022/23 de 147.684,8 mil toneladas, o que confere ao país o título de maior produtor mundial da oleaginosa (CONAB 2024).

Contudo, constantes são os desafios para a produção desta cultura, estando à mercê das condições climáticas e de solo muitas vezes desfavoráveis, além da predisposição ao ataque de pragas e doenças - fatores esses que limitam significativamente a produtividade da soja.

No manejo fitossanitário da cultura da soja, impõe-se uma maior importância para o controle de doenças, visto que as mesmas possuem maior capacidade de causar impacto negativo no rendimento da cultura, se favorecidas pelas condições necessárias. Dentre as doenças ocorrentes na soja, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow (Basidiomycotina, MYCOBANK 2024), é considerada uma das mais destrutivas, podendo comprometer mais de dois terços da sua produtividade.

A sintomatologia da ferrugem asiática, em fases iniciais, caracteriza-se pelo aparecimento de lesões marrom-escuro nas folhas, apresentando também urédias na face abaxial das mesmas, que liberam uredósporos. Plantas com maior severidade de ataque, apresentam desfolha precoce, o que compromete negativamente a formação, enchimento de vagens e peso final dos grãos (GODOY et al. 2022).

Uma das principais ferramentas destinadas ao controle da ferrugem asiática da soja é baseada no uso do controle químico com fungicidas sistêmicos, com um uso crescente desde o surgimento da doença, visto que é necessário assegurar a proteção da lavoura. Entretanto, o emprego recorrente dos mesmos grupos químicos de fungicidas – triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, tem impactado negativamente o desempenho dos produtos comerciais em relação ao controle da ferrugem asiática, visto que há seleção de isolados de *P. pachyrhizi* que apresentam sensibilidade reduzida aos ingredientes ativos utilizados (MÜLLER et al. 2021).

¹ Trabalho de Conclusão de Curso formatado conforme as normas da Revista de Ciências Agroveterinárias.

A fim de evitar esta situação, faz-se necessário o uso de algumas estratégias nos programas de controle de doenças, tais como o uso combinado de diferentes ingredientes ativos fungicidas, aliados a boas práticas agrícolas. Deste modo, busca-se maximizar a efetividade de controle e a longevidade desses produtos no mercado.

Dentre os métodos de controle de doenças, um dos que vem sendo difundido entre os produtores, em vista de uma alternativa de produção mais sustentável – é o controle biológico, que possui aplicabilidade crescente na cultura da soja. Em sua ampla maioria, os fungicidas microbiológicos, popularmente denominados como “produtos biológicos”, são elaborados a partir de microrganismos benéficos, encontrados no meio ambiente e analisados em laboratório e a campo, a fim de que se possa conhecer quais possuem melhor eficiência no controle de doenças (SOUZA et al. 2021).

O emprego de agentes de controle biológico tem sido uma alternativa bastante promissora, visto que diminui a chance de selecionar linhagens insensíveis do patógeno, devido a utilização de diversos mecanismos de interação antagônica para atingi-lo, além de não possuir grandes especificidades ao patógeno (SOUZA et al. 2014).

Os agentes de controle biológico, atuam sobre os fitopatógenos por meio de uma variedade de mecanismos, diretos e indiretos. Na forma *direta*, é realizado um efeito antagônico contra o patógeno, em sua maioria por antibiose, parasitismo ou competição; enquanto na forma *indireta* tem-se a indução de resistência da planta e a supressão do solo como formas de controle (LAHLALI et al. 2022).

Bactérias do gênero *Bacillus* possuem notáveis características para uso como agentes de biocontrole, entre eles pode-se destacar a adaptabilidade em diversas condições, formação de biofilme e capacidade de produzir uma gama de substâncias antimicrobianas (PÉREZ-PIZÁ et al. 2024). Da mesma forma, espécies isoladas de *Pseudomonas* tem se mostrado eficientes no controle de ferrugem asiática da soja (TWIZEYIMANA et al., 2023).

Em geral, os agentes de controle biológico - no momento em que entram em contato com a planta doente ou patógeno, podem atuar também estimulando a planta a se defender do patógeno (LEVANDOSKI 2018). Nesse espectro observa-se o recente lançamento de um indutor de resistência à base de Cerevisane (parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*), com indicação para o controle de *P. pachyrhizi* (AGROFIT 2024).

Outra técnica de manejo vem sendo utilizada, visando a obtenção de uma melhor sanidade da cultura, é a aplicação de fungicida no estágio vegetativo das plantas, popularmente conhecida como “aplicação zero” ou “V0”, sendo esta realizada no momento em que as plantas estiverem no estágio fenológico de V3 ou V4. Este manejo vem sendo realizado geralmente

próximo à primeira aplicação de herbicida para limpeza da cultura, entre 25 e 30 dias após a emergência da soja (FARIAS et al. 2021).

Diante do exposto, teve-se como objetivo avaliar o desempenho de um programa de aplicações de fungicidas químicos em associação a diferentes agentes de controle biológico, posicionados com e sem a aplicação em estágio vegetativo (V0), e seus efeitos sobre a doença e rendimento da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim (RS), durante o período de novembro a abril, safra 2023/24. O solo do local trata-se de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (*Oxisol*), da unidade de mapeamento Erechim (SANTOS et al. 2018). As características químicas do solo, coletado previamente (profundidade 0,00-0,10 m) indicaram: pH: 5,5; matéria orgânica (MO): 4,2% (teor médio); P: 12,3 mg dm⁻³; K: 180 mg dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca: 7,7 cmol_c dm⁻³; Mg: 3,7 cmol_c dm⁻³; e CTC: 19,2 cmol_c dm⁻³.

A caracterização climática do local, segundo a classificação proposta por Köppen, é do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente), apresentando boa distribuição pluviométrica ao longo do ano (CEMETRS, 2012). As condições meteorológicas ocorridas durante a condução do referido experimento, são apresentadas na Figura 1.

A cultivar utilizada foi a BMX Ativa RR, que se caracteriza por ter hábito de crescimento determinado, com um grupo de maturação 5.6 e possuindo susceptibilidade à ferrugem asiática. Além disso, a cultivar se destaca pelo potencial produtivo, com indicação para ambientes de alta tecnologia e é resistente ao acamamento (BRASMAX, 2023).

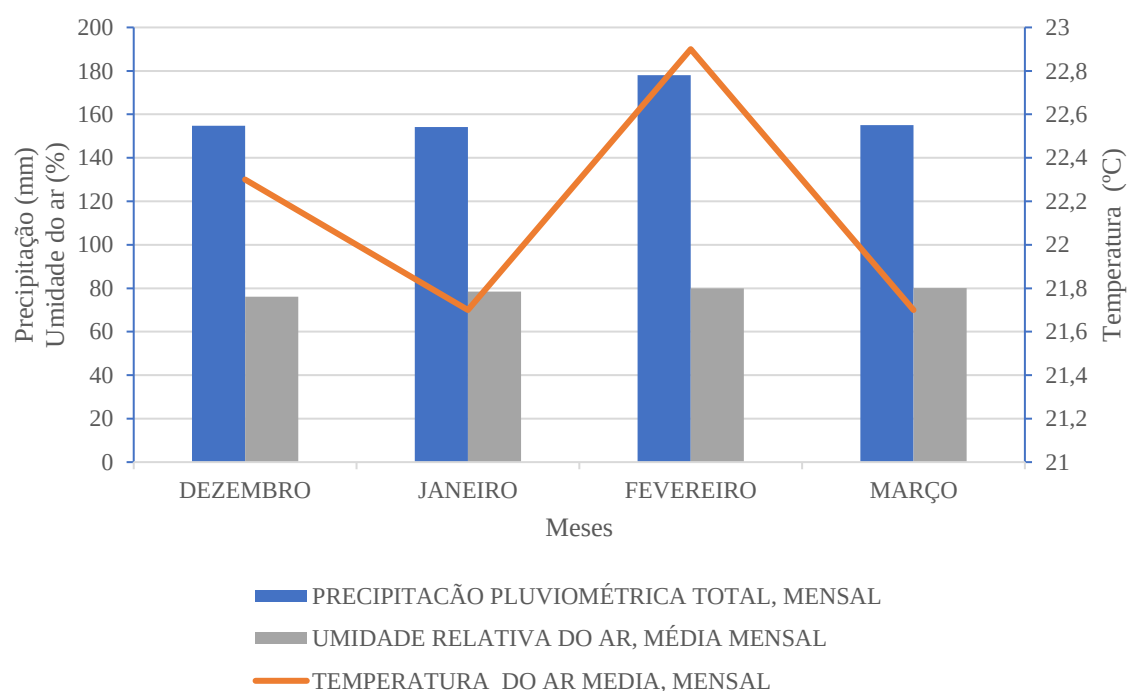
Realizou-se a semeadura do experimento em 30/11/2023, em sistema de planto direto na palha, antecedido no inverno por um mix de plantas de cobertura. O manejo de plantas daninhas em pré-semeadura da cultura foi realizado por meio da dessecação com glifosato (620 g i.a. L⁻¹; dose: 2,5 L ha⁻¹), cletodim (120 g i.a. L⁻¹; dose: 0,9 L ha⁻¹) e 2,4-D (840 g i.a. L⁻¹; dose: 1,5 L ha⁻¹), em conformidade com as recomendações constantes na bula dos herbicidas.

As sementes utilizadas já estavam previamente revestidas de tratamento, o qual foi feita pela empresa cedente do material. Utilizou-se para a semeadura uma semeadora de precisão com espaçamento de 0,5 m entrelinhas, ajustando a densidade de semeadura para 19 sementes por metro linear, visando a obtenção de 300.000 plantas ha⁻¹ na população final. A adubação realizada na base foi feita por meio do fertilizante mineral N-P-K, fórmula 05-20-20, na

quantidade de 240 kg ha⁻¹, ajustada em função dos dados da análise de solo da área (SBCS, 2016).

Figura 1- Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica (mm), temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), no período entre 01/12/2023 e 30/04/2024, durante a condução do experimento com soja (cv. BMX Ativa RR) na safra 2023/24. Erechim-RS, Brasil.

Figure 1- Meteorological data on rainfall (mm), air temperature (°C) and relative humidity (%), between 12/01/2023 and 04/30/2024, during the experiment with soybeans (BMX Ativa RR cultivar) in 2023/24 crop season. Erechim-RS, Brazil.



Fonte: Inmet (2024).

A condução do experimento foi feita no delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 6 x 2 + 1, sendo: 6 tratamentos (fungicidas sistêmicos e biológicos) x com e sem aplicação zero (V0) + testemunha (sem aplicação de fungicidas), com 4 repetições, gerando assim 13 tratamentos, totalizando 52 unidades experimentais. Cada unidade experimental tinha as proporções de 4 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando 20 m².

Na aplicação dos tratamentos, buscou-se a realização das aplicações em intervalos de 15 em 15 dias até a quarta aplicação. No Tabela 1 consta a descrição dos tratamentos, posicionados conforme os estádios fenológicos da cultura.

Tabela 1 - Programa de aplicação de fungicidas conforme estágio fenológico de soja, cv. BMX Ativa RR, para controle de ferrugem asiática, combinados ou não a diferentes agentes de controle biológico, com e sem posicionamento em aplicação zero (V0), safra 2023/24, UFFS - Campus Erechim, RS, Brasil.

Table 1 - Fungicide application program according to soybean phenological stage, BMX Ativa RR cultivar, to Asian rust control, combined or not with different biological control agents, with and without positioning in zero application (V0), 2023/24 crop season, UFFS - Campus Erechim, RS, Brazil.

Tratamento	1ª aplicação	2ª aplicação	3ª aplicação	4ª aplicação
	V6	R1	R3	R5
T1		Sem aplicação		
T2		Químico ¹		
T3		Químico + V0 ²		
T4		Químico + <i>Azospirillum brasiliense</i>		
T5		Químico + <i>Bacillus subtilis</i>		
T6		Químico + <i>Pseudomonas fluorescens</i>		
T7		Químico + <i>Bacillus pumilus</i>		
T8		Químico + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
T9		Químico + V0 + <i>Azospirillum brasiliense</i>		
T10		Químico + V0 + <i>Bacillus subtilis</i>		
T11		Químico + V0 + <i>Pseudomonas fluorescens</i>		
T12		Químico + V0 + <i>Bacillus pumilus</i>		
T13		Químico + V0 + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>		

¹Protocolo químico: 1ª aplicação (trifloxistrobina + proclorazoxiprol + bixafen); 2ª aplicação (improspirina + proclorazoxiprol); 3ª e 4ª aplicação (trifloxistrobina + ciproconazol). ²Aplicação V0 (trifloxistrobina + tebuconazol).

Os fungicidas foram aplicados com auxílio de pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com pontas tipo leque (modelo 110:02), com um espaçamento de 0,5 m entre pontas, regulado para obter um volume de calda de 150 L ha⁻¹ em uma velocidade de aplicação de, aproximadamente, 1,0 m s⁻¹. Em todas as aplicações foram utilizados adjuvantes conforme a orientação da bula dos produtos.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas considerando as condições ambientais favoráveis e recomendadas, no período do entardecer com ausência de ventos. Nos tratamentos com o uso dos agentes de controle biológico, fez-se o uso destes em mistura aos fungicidas. Os

herbicidas, fungicidas e inseticidas químicos utilizados neste trabalho estão devidamente registrados e aprovados para uso na cultura da soja (AGROFIT, 2024).

Dentre os agentes de controle biológico que foram avaliados no estudo, somente o *Bacillus subtilis* (Cepa QST 713), utilizado em T5 e T10, é uma cepa constituinte de um produto comercial registrado (concentração 1×10^9 UFC g^{-1} e $13,68 \text{ g L}^{-1}$ do produto comercial). O *Saccharomyces cerevisiae* utilizado nos tratamentos T8 e T13 é um subproduto advindo do processo fermentativo na produção cervejeira, obtido em uma cervejaria localizada na região de Erechim - RS. Os demais microrganismos utilizados tratam-se de cepas registradas no MAPA para uso em processos de multiplicação *on-farm*, sendo estes: *Azospirillum brasiliense* (Cepas AbV5 e AbV6); *Bacillus pumilus* (Cepa QST 2808); e *Pseudomonas fluorescens* (Cepa CCTB03).

Os demais tratos culturais necessários foram padronizados para todos os tratamentos. O controle de plantas daninhas infestantes foi realizado com o uso de glifosato ($620 \text{ g i.a. L}^{-1}$; dose: 2 L ha^{-1}), aplicado no estágio fenológico V4 da cultura, dois dias após a aplicação zero (V0) de fungicida. Os inseticidas utilizados no decorrer do desenvolvimento da cultura foram: imidacloprido + beta-ciflutrina ($100 \text{ g i.a. L}^{-1} + 12,5 \text{ g i.a. L}^{-1}$; dose: 1 L ha^{-1}) e teflubenzon ($150 \text{ g i.a. ha}^{-1}$; dose: 150 mL ha^{-1}). Todos os manejos referentes ao controle de plantas daninhas e insetos-praga foram realizados conforme as indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MARTIN et al. 2022).

No decorrer do desenvolvimento da cultura foram realizadas avaliações de severidade da ferrugem asiática em cada parcela do experimento. Para isso realizou-se, aleatoriamente, a avaliação de 5 trifólios localizados no terço médio de plantas localizadas na área central da parcela. Os trifólios foram comparados com a escala diagramática da doença (Figura 2) proposta por Godoy, Koga e Canteri (2006), atribuindo-se assim uma nota de severidade (%) a cada parcela.

Ao final do ciclo da cultura, quando já não mais possível a realização de avaliações foliares de severidade, fez-se a quantificação da desfolha (%) em cada parcela. Para tal, foi utilizada a escala diagramática de desfolha proposta por Hirano et al. (2010) (Figura 3), analisando-se comparativamente a mesma com cada parcela do experimento.

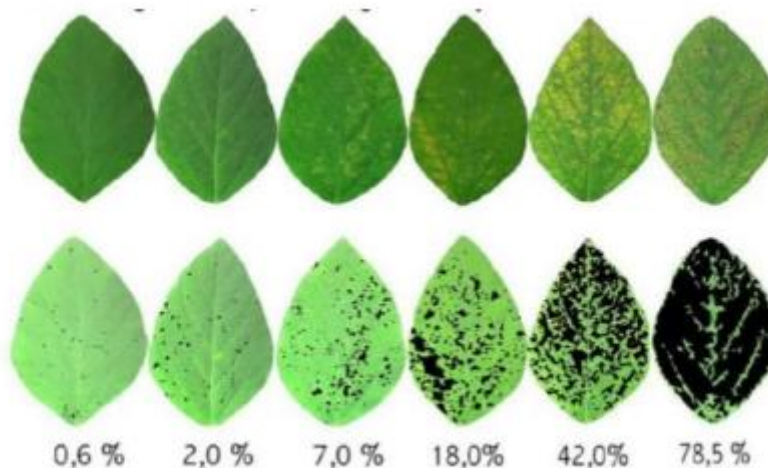
A partir dos dados obtidos, com base na escala de severidade, foi possível determinar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os tratamentos utilizados. Os valores de AACPD foram calculados conforme a equação composta por Campbell e Madden (1990):

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

Yi e Yi+1: valores de duas leituras consecutivas de severidade; e ti e ti+1: datas das duas leituras.

Figura 2 - Escala diagramática para avaliação de severidade (%) de ferrugem asiática da soja.

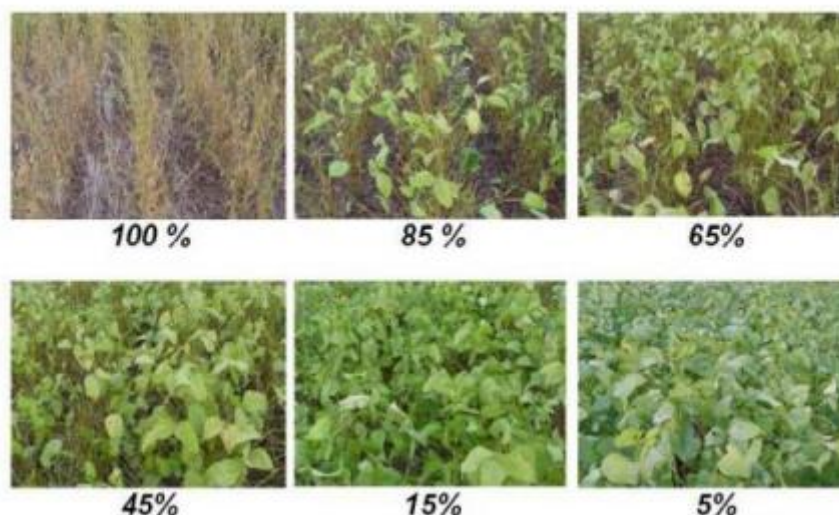
Figure 2 - Diagrammatic scale for assessing the soybean Asian rust severity (%).



Fonte: Godoy; Koga; Canteri (2006)

Figura 3 - Escala diagramática para avaliação de desfolha (%) provocada por doenças em soja.

Figure 3 - Diagrammatic scale for evaluating defoliation (%) caused by soybean diseases.



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

Realizou-se a colheita em 28/03/2024, considerando-se uma área útil da parcela equivalente a 4 m². As amostras, previamente cortadas e identificadas, foram trilhadas com o auxílio de uma trilhadora estacionária de parcelas.

Foi também realizada, aleatoriamente, a coleta de cinco plantas da área útil de cada parcela a fim de quantificar os componentes de rendimento: número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP).

Em seguida as amostras foram levadas ao laboratório onde foram então limpas, seguindo após isso para pesagem a fim de determinar a produtividade (kg ha^{-1}) em cada tratamento o teor de umidade (%) dos grãos, obtido com o auxílio de uma balança de precisão e um medidor de umidade portátil (marca Gehaka Agri, modelo G600). Após a determinação, a umidade dos grãos foi ajustada para 13% para fins de cálculos de produtividade (kg ha^{-1}) e peso de mil grãos (PMG, g).

O peso de mil grãos (PMG, g) de cada parcela foi determinado por meio da contagem de oito amostras de 100 grãos, posteriormente pesadas em uma balança analítica, conforme preconizado pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Todos os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$); quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para os tratamentos, e pelo teste de t-LSD ($p \leq 0,05$) para a aplicação V0 (com ou sem). As análises foram realizadas com o auxílio do *software* estatístico SISVAR v. 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferrugem asiática da soja (FAS), bem como qualquer outra doença incidente em plantas, necessita de três pilares básicos para ser desencadeada: patógeno virulento, hospedeiro suscetível e condições ambientais favoráveis. Este último, em muitos casos, é o fator determinante para o desenvolvimento ou não da doença, visto que não é possível ter-se o controle do ambiente. A presença de condições favoráveis, tais como precipitação, umidade relativa, temperatura e molhamento foliar (WEN et al. 2017), ocorrentes na presente safra, permitiram que a doença pudesse se desenvolver em níveis ótimos. A primeira detecção de ferrugem asiática, no referido experimento, ocorreu em 08/02/2024, a aproximadamente 60 dias após a emergência da cultura.

Em suma, a precipitação acumulada no período da realização do experimento foi de 642 mm (Figura 1), valor este que supriu adequadamente as necessidades da cultura. Na primeira quinzena de fevereiro, quando se observou a incidência da doença a campo, a condição ambiental era ideal ao patógeno, com umidade relativa do ar elevada, e temperaturas médias em torno de 22 °C (Figura 1).

Nas avaliações de severidade de ferrugem asiática na soja, denota-se que a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), diferiu estatisticamente entre a testemunha (T1) e os demais tratamentos (Tabela 2). Os valores de AACPD foram maiores na testemunha (T1), o que reflete a maior severidade da doença ocorrente nas parcelas onde não foi feito uso de nenhum método de controle, indicando a importância do uso das ferramentas de manejo da doença a fim de assegurar a sanidade das plantas.

No quesito controle, observa-se de igual forma, diferença estatística entre a testemunha e os programas de aplicação sem o uso de aplicação V0, com destaque para o tratamento Químico + *B. pumilus* que, embora não tenha diferido estatisticamente dos demais (exceto da testemunha), obteve controle de 63,7% da doença (Tabela 2).

Tabela 2 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e controle (%) de ferrugem asiática em soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero (V0), safra 2023/2024. UFFS - Campus Erechim, RS, Brasil.

Table 2 - Area under the disease progress curve (AACPD) and control (%) of soybean Asian rust, BMX Ativa RR cultivar, after chemical fungicides application combined or not with biological fungicides, with and without zero application (V0), 2023/2024 crop season. UFFS - Campus Erechim, RS, Brazil.

Tratamentos	AACPD		Controle (%)	
	Aplicação zero (V0)		Com	Sem
	Com ²	Sem	Com	Sem
Testemunha	-	823,5 b ³	-	0,0 b
Químico ¹	358,7 ^{nsNS}	509,2 a	56,4 ^{nsA} ⁴	38,1 aB
Químico + <i>Azospirillum brasiliense</i>	317,5	395,5 a	61,4	51,9 a
Químico + <i>Bacillus subtilis</i>	259,2	354,8 a	68,5	56,9 a
Químico + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	285,6	349,8 a	65,3	57,5 a
Químico + <i>Bacillus pumilus</i>	249,8	298,7 a	69,6	63,7 a
Químico + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	249,8	373,5 a	69,6	54,6 a
Média geral	371,2		54,9	
C.V. (%) ⁵	31,8		21,7	

¹1ª aplicação - V6 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem); 2ª aplicação - R2 (trifloxistrobina + protioconazol + impirfluxam); 3ª e 4ª aplicação - R4 e R5, respectivamente (trifloxistrobina + ciproconazol). ²Aplicação V0 (trifloxistrobina + tebuconazol). ³Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). ⁴Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t-LSD ($p \leq 0,05$). ⁵Coefficiente de variação. ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) na coluna. ^{NS}Não significativo pelo teste t-LSD ($p \leq 0,05$) na linha ($p \leq 0,05$).

Já com a adoção da aplicação zero, cabe destacar que, apesar de não ter havido diferença estatística entre os tratamentos em relação ao controle da doença, as maiores médias foram observadas quando o controle químico foi combinado a *B. pumilus* e *S. cerevisiae*, resultando em 69,6% (Tabela 2).

Espécies do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* isoladas do filoplano e rizoplano de milho, aveia, soja e trigo são eficientes na diminuição da severidade de ferrugem asiática da soja causada por *P. pachyrhizi* (TWIZEYIAMANA et al. 2023). Em alface, o uso de extrato de levedura (*S. cerevisiae*) em aplicações aéreas, possui efeito elicitor nas plantas, elevando o teor de clorofila e as atividades antioxidantes (ZŁOTEK & ŚWIECA 2016). Em cultura de tecidos de *Carica papaya* L., o uso de *S. cerevisiae* como elicitor implica em maior desenvolvimento dos tecidos (ARIJANTI et al. 2021).

A aplicação zero demonstrou maior eficiência de controle da ferrugem asiática quando se utilizou apenas o programa de aplicação contendo fungicidas químicos, diferindo estatisticamente da aplicação do mesmo tratamento, porém sem a aplicação V0 (Tabela 2).

Devido à forte pressão de inóculo de *P. pachyrhizi* presente no ambiente durante a safra 2023/2024, a média geral de controle dos tratamentos ficou em 54,9% (Tabela 2), porém nota-se que nas aplicações sem o uso de V0, a média de controle foi de 55,1%, enquanto que, com o uso da aplicação zero, o controle foi ampliado para 66% (Tabela 2). Isso prefigura uma vantagem de controle com o uso dessa aplicação, que é feita de forma antecipada. A aplicação em estágio vegetativo da cultura (V4) auxilia no controle de diversas doenças foliares, tais como a ferrugem asiática, que podem infectar a planta precocemente (FERNANDES et al. 2020).

Em relação aos componentes de rendimento, número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP), não houve diferenças estatísticas significativas (Tabela 3). Porém, para o número de vagens por planta (NVP) nota-se uma discreta superioridade de valores nos tratamentos em que foi realizada a aplicação V0 em combinação aos agentes de controle biológico utilizados (média: 43,3), contrapondo-se aos valores encontrados quando a aplicação V0 não foi utilizada (média: 38,9).

Analisando o manejo químico com aplicação V0, observa-se que este possui o menor valor de NVP (34,7), frente a sua aplicação combinada aos agentes de controle biológico utilizados (média: 43,3) (Tabela 3).

Para o componente de rendimento número de grãos por planta (NGP), apesar da diferença não significativa, observa-se o mesmo comportamento que em NVP, ou seja, no manejo com aplicação zero, os maiores valores foram obtidos com o uso de agentes de controle biológico associados ao fungicida químico (média: 95,9) (Tabela 3). Isso se deve ao fato de que

o número de grãos por planta é dependente do número de vagens por planta. Do ponto de vista linear e espacial, o número de vagens por planta e o peso de mil grãos por planta correlacionam-se diretamente com a produtividade da soja (DALCHIAVON & CARVALHO 2012).

Tabela 3 - Número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) em soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero para o controle de ferrugem asiática, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.

Table 3 - Number of pods per plant (NPP) and number of grains per plant (NGP) in soybean, BMX Ativa RR cultivar, after chemical fungicides application combined or not with biological fungicides, with and without zero application (V0) for soybean Asian rust control, 2023/2024 crop season. UFFS - Campus Erechim, RS, Brazil.

Tratamentos	NVP		NGP	
	Aplicação V0			
	Com ²	Sem	Com	Sem
Testemunha	-	40,1 ^{ns}	-	87,9 ^{ns}
Químico ¹	34,7 ^{ns NS}	42,3	77,1 ^{nsNS}	95,9
Químico + <i>Azospirillum brasiliense</i>	44,1	39,2	92,9	89,0
Químico + <i>Bacillus subtilis</i>	44,2	43,3	99,5	98,3
Químico + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	42,9	41,7	97,2	91,6
Químico + <i>Bacillus pumilus</i>	42,9	35,2	94,1	78,8
Químico + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	42,4	35,2	95,8	78,9
Média geral	40,6		90,5	
C.V. (%) ³	15,3		16,3	

¹1ª aplicação - V6 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem); 2ª aplicação - R2 (trifloxistrobina + protioconazol + impirfluxam); 3ª e 4ª aplicação - R4 e R5, respectivamente (trifloxistrobina + ciproconazol). ²aplicação V0 (trifloxistrobina + tebuconazol). ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) na coluna. ^{NS}Não significativo pelo teste t-LSD ($p \leq 0,05$) na linha ($p \leq 0,05$). ³Coefficiente de variação.

Em relação ao peso de mil grãos (PMG) não houve diferença significativa entre a testemunha e os programas de aplicação com e sem V0 (Tabela 4). Entretanto pode-se observar certa superioridade nos valores de PMG de todos os tratamentos (média: 115,6 g com V0; e 112,5 g sem V0) frente a testemunha (107,6 g).

Contudo, ao se comparar apenas com e sem aplicação zero - em cada tratamento, houve diferença estatística para o tratamento cujo programa de aplicação envolvia somente fungicidas químicos, de forma que com a aplicação V0 houve um incremento de 9,9 g em relação ao mesmo tratamento, sem a V0 (Tabela 4). A aplicação de fungicidas na cultura da soja infere em um maior número de vagens por planta (NVP) e incremento no peso de mil grãos (PMG) (MILANESI et al. 2023).

Tabela 4 - Peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade (kg ha⁻¹) de soja, cv. BMX Ativa RR, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero para o controle de ferrugem asiática, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.

Table 4 - Thousand-grain weight (TGW, g) and yield (kg ha⁻¹) in soybean, BMX Ativa RR cultivar, after chemical fungicides application combined or not with biological fungicides, with and without zero application (V0) for soybean Asian rust control, 2023/2024 crop season. UFFS - Campus Erechim, RS, Brazil.

Tratamentos	PMG (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Aplicação zero (V0)			
	Com ²	Sem	Com	Sem
Testemunha	-	107,6 ^{ns}	-	1851,1 b ³
Químico ¹	119,0 ^{nsA} ⁴	109,1 B	2203,4 ^{nsNS}	1884,0 b
Químico + <i>Azospirillum brasiliense</i>	117,6 ^{NS}	111,1 ^{NS}	2483,0	2287,9 a
Químico + <i>Bacillus subtilis</i>	115,6	112,1	2190,9	2282,1 a
Químico + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	113,6	114,5	2345,1	2169,7 a
Químico + <i>Bacillus pumilus</i>	114,8	116,3	2142,2	2288,7 a
Químico + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	113,0	112,1	2207,5	2096,2 a
	113,6		2187,1	
C.V. (%) ⁵	4,6		10,4	

¹1ª aplicação - V6 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem); 2ª aplicação - R2 (trifloxistrobina + protioconazol + impirfluxam); 3ª e 4ª aplicação - R4 e R5, respectivamente (trifloxistrobina + ciproconazol). ²Aplicação V0 (trifloxistrobina + tebuconazol). ³Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05). ⁴Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t-LSD (p≤0,05). ⁵Coeficiente de variação. ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05) na coluna. ^{NS}Não significativo pelo teste t-LSD (p≤0,05) na linha (p≤0,05).

Para a produtividade, observa-se que a testemunha (1851,1 kg ha⁻¹) e o tratamento químico (1884 kg ha⁻¹) - sem o uso de V0, diferiram estatisticamente dos tratamentos em que os fungicidas químicos foram combinados aos agentes de controle biológico (média: 2224,9 kg ha⁻¹) (Tabela 4). Nesse caso, o maior valor de produtividade foi observado no tratamento com o uso de *B. pumilus*, alcançando 2288,7 kg ha⁻¹, embora este não tenha diferido dos demais com aplicação dos microrganismos (média: 2209 kg ha⁻¹). *Bacillus pumilus* possui diversas características benéficas para o biocontrole de um amplo espectro de fitopatógenos (DOBRZYŃSKI et al. 2023).

Com o uso da aplicação zero, apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos avaliados, pode-se destacar que, numericamente, a melhor produtividade foi obtida pelo uso de fungicida químico combinado com a bactéria *A. brasiliense* (2483 kg ha⁻¹), enquanto a média dos demais tratamentos foi de 2221,4 kg ha⁻¹ (Tabela 4).

Cabe destacar que os tratamentos sem o uso de aplicação zero (exceto para a testemunha), as produtividades obtidas quando se combinou o fungicida químico a qualquer um dos agentes de controle biológico utilizados, tiveram um incremento médio de produtividade frente ao uso isolado do controle químico de 340 kg ha⁻¹ (5,6 sacas).

A utilização de biofungicida em aplicação aérea impacta positivamente no controle de diversos fitopatógenos ocorrentes na cultura da soja, resultando em incremento de 10,4% na produtividade (REZVYAKOVA et al. 2021).

As aplicações alternadas de fungicidas com *Bacillus subtilis* infere em melhor desempenho no controle da ferrugem asiática da soja, gerando um incremento de 32% no rendimento da cultura frente ao tratamento controle (sem aplicação) (DORIGHELLO, 2020). Da mesma forma, SANTOS et al. 2022 observaram um rendimento superior à testemunha em 25% quando se utiliza *B. subtilis* em combinação ao fungicida.

Quanto a desfolha, os menores valores foram obtidos no tratamento químico em associação a biológicos em ambas situações - com e sem a aplicação zero (Tabela 5).

Tabela 5 - Desfolha (%) provocada pela ferrugem asiática em soja, cv. BMX Ativa, frente a aplicação de fungicidas químicos combinados ou não a biológicos, com e sem posicionamento em aplicação zero, safra 2023/24. UFFS - Campus Erechim.

Table 5 - Defoliation (%) caused by soybean Asian rust in BMX Ativa cultivar, after chemical fungicides application combined or not with biological fungicides, with and without positioning in zero application (V0), 2023/2024 crop season. UFFS - Campus Erechim, RS, Brazil.

Tratamentos	Desfolha (%)	
	Aplicação zero (V0)	
	Com ²	Sem
Testemunha	-	76,2 c ³
Químico ¹	47,5 b ^{NS}	56,2 b
Químico + <i>Azospirillum brasiliense</i>	32,5 a	40,0 a
Químico + <i>Bacillus subtilis</i>	33,7 a	37,5 a
Químico + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	31,2 a A ⁴	45,0 a B
Químico + <i>Bacillus pumilus</i>	26,2 a	28,7 a
Químico + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	32,5 a	40,0 a
Média geral	40,5	
C.V. (%) ⁵	20,5	

¹1ª aplicação - V6 (trifloxistrobina + protriocanazol + bixafem); 2ª aplicação - R2 (trifloxistrobina + protriocanazol + impirfluxam); 3ª e 4ª aplicação - R4 e R5, respectivamente (trifloxistrobina + ciproconazol). ²Aplicação V0 (trifloxistrobina + tebuconazol). ³Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05). ⁴Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t-LSD (p≤0,05). ⁵Coeficiente de variação. ^{NS}Não significativo pelo teste t-LSD (p≤0,05) na linha (p≤0,05).

Como esperado, devido a maior severidade da doença, a maior desfolha ocorreu na testemunha (76,2%), seguido do programa de aplicação feito exclusivamente com fungicidas químicos (47,5% - com V0; e 56,2% - sem V0), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos em que foi feita a combinação entre fungicidas químicos e agentes de controle biológico.

Numericamente, em ambos os manejos (com e sem V0), o menor nível de desfolha foi obtido com o uso de *B. pumilus* (26,2% e 28,7%, respectivamente), embora não tenha diferido estatisticamente dos demais tratamentos combinando o fungicida químico aos outros agentes de controle biológico utilizados. A desfolha precoce da lavoura impacta negativamente na produção, devido a redução da área fotossintética da planta, gerando assim vagens mal formadas, menos grãos por vagem e grãos mais leves (SOTO et al. 2020).

Na comparação do percentual de desfolha com e sem a aplicação zero para cada tratamento, denotou-se diferença estatística para o uso da bactéria *P. fluorescens* combinada ao fungicida químico e com a aplicação V0 (31,2%), frente ao seu não uso (45,0%) (Tabela 5). Há uma diversidade de antibióticos produzidos por *P. fluorescens*. Um composto bioativo denominado composto FD, é originado de bactérias do gênero *Pseudomonas* e atua retardando a evolução da ferrugem asiática da soja, podendo reduzir em 17% a sua severidade (SIMÕES et al. 2015).

Com base nisto, pode-se afirmar que o uso de fungicidas químicos associados ao manejo de aplicação V0, possui relevância no que tange impedir o desenvolvimento do patógeno. Uma abordagem integrada, misturando microrganismos utilizados no controle biológico de doenças aos fungicidas foi proposta como ferramenta para ampliar a performance de controle dos fungicidas utilizados, minimizando os resíduos nas culturas, a pressão de seleção do patógeno e, também, diminuindo as chances de desenvolvimento de resistência (ONS et al. 2020). Estas medidas associadas colaboram a fim de evitar o surgimento de insensibilidade do patógeno a ingredientes ativos presentes em fungicidas químicos.

A aplicação zero, apesar de ainda haver carência de estudos de pesquisa científica relacionados com a sua viabilidade, tem se demonstrado como uma promissora prática para auxiliar no controle da ferrugem asiática, além de outras doenças incidentes em soja.

Outro aspecto importante é a realização desse tipo de pesquisa sob condições ambientais diferentes, ou seja, entre as safras, a fim de que se possa observar o comportamento dos tratamentos mediante pressões maiores e menores de inóculo de *P. pachyrhizi*.

Desta forma, a busca incessante pelo conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de métodos e geração de informações precisas, o que facilita a tomada de decisão à campo, trazendo mais segurança e lucratividade aos produtores.

CONCLUSÕES

1. O programa de aplicação de fungicida, tanto com, quanto sem aplicação zero (V0), retarda o progresso da ferrugem asiática em soja, cv. BMX Ativa RR e, consequentemente, reduz a desfolha.
2. O uso de fungicidas químicos em associação a agentes de controle biológico, independentemente do uso ou não da aplicação zero, impacta positivamente no controle de *P. pachyrhizi*, assegurando incremento de controle em 18,4% (com aplicação zero) e 49,3% (sem aplicação zero).
3. O uso de *B. pumilus* ou de *S. cerevisiae* combinados com fungicidas químicos e aplicação V0 asseguram até 69,6% de controle da ferrugem asiática da soja, sugerindo potencial para uso em programas de aplicação que visem o controle da doença.
4. A aplicação de fungicidas químicos sem o uso de V0, combinados a qualquer agente de controle biológico testado resulta em incremento de 340,9 kg ha⁻¹ na produtividade da soja, quando comparado ao uso do fungicida químico isolado.
5. O uso de agentes de controle biológico mostra-se como ferramenta a auxiliar na redução da pressão de seleção do patógeno, contribuindo para evitar o desenvolvimento de resistência a fungicidas químicos.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 18 mai. 2024.
- ARIJANTI S et al. 2021. Discussion of growth and content of papain in papaya callus (*Carica papaya* L.) by tissue culture technique with elicitor *Saccharomyces cerevisiae* treatment in MS and VW. Agricultural Science 2(1): 18–27.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. MAPA: Brasília, 395 p.

- BRASMAX. 2024. Catálogo de cultivares. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=1080>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- CAMPBELL CL & MADDEN LV. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. Raleigh: John Wiley & Sons.
- 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.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2024. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Monitoramento Agrícola. Safra 2023/24. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- DALCHIAVON FC & CARVALHO MP. 2012. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. Semina: Ciências Agrárias 33(2): 541-552.
- DORIGHELLO DV et al. 2020. Management of Asian soybean rust with *Bacillus subtilis* in sequential and alternating fungicide application. Australasian Plant Pathology 49: 79-86.
- DOBRZYŃSKI J et al. 2023. Biocontrol of fungal phytopathogens by *Bacillus pumilus*. Frontiers in Microbiology 14: 1194606.
- FARIAS JRB et al. 2021. Soja: Estádios Vegetativos. 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: 18 mai. 2024.
- FERNANDES RH et al. 2020. 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. pp. 132 - 142. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/HNascimento/publication/360365314_ANUARIO_DE_PESQUISAS_AGRICULTURA_-_RESULTADOS_2020/links/62728e16b1ad9f66c8a11a6e/ANUARIO-DE-PESQUISAS507_AGRICULTURA-RESULTADOS-2020.pdf. Acesso em: 22 mai. 2024.
- FERREIRA DF. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia 35: 1039-1042.
- GODOY CV et al. 2022. 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. 2010. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa Phytopathologica* 36: 248-250.
- INMET. 2024 Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Meteorológicos. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 25 mai. 2024.
- LAHLALI R. et al. 2022. Biological control of plant pathogens: a global perspective. *Microorganisms* 10: 596
- LEVANDOSKI, ORJ. 2018. Uso da quitosana no controle de fitopatógenos. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso). Laranjeiras do Sul: UFFS. 12-14p.
- MARTIN TN et al. 2022. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024. 43ª reunião de pesquisa da soja da região sul, Santa Maria, RS: editora GR
- MILANESI, PM et al. 2023. 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* 76(2): 483-495.
- MÜLLER, MA et al. 2021. Multiple resistance to DMI, QoI and SDHI fungicides in field isolates of *Phakopsora pachyrhizi*. *Crop Protection* 145: 105618.
- MYCOBANK (2024). *Phakopsora pachyrhizi*. <https://www.mycobank.org/page/Simple%20names%20search>. Acesso em: 25 mai. 2024.
- PÉREZ-PIZÁ MC et al. 2024. New tools for the management of fungal pathogens in extensive cropping systems for friendly environments. *Critical Reviews in Plant Sciences* 43:2, 63-93.
- ONS L et al. 2020. Combining biocontrol agents with chemical fungicides for integrated plant fungal disease control. *Microorganisms* 8:1930.
- SANTOS HG et al. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Passo Fundo: Embrapa.
- SANTOS FM et al. 2022. Integrating a *Bacillus*-based product with fungicides by foliar application to protect soybean: a sustainable approach to avoid exclusive use of chemicals. *Pest Management Science* 78: 4832-4840.
- 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.
- SIMÕES, GC et al. 2015. Metabólitos bacterianos no controle da ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*. *Blucher Biochemistry Proceedings*. p. 394. In: Anais do V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia - VSIMBBTEC [Blucher Biochemistry Proceedings]. São Paulo: Blucher, 2015.

- 500 SOTO N et al. 2020. Field Resistance to *Phakopsora pachyrhizi* and *Colletotrichum truncatum*
501 of transgenic soybean expressing the NmDef02 plant defensin gene. *Frontiers in Plant*
502 *Science* 11:562.
- 503 SOUZA AR. et al. 2021. Biofungicidas. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em
504 Biotecnologia). Franca: Centro Paula Souza. 19p. 2021.
- 505 SOUZA JR et al. 2014. Potencialidade de fungicidas biológicos no controle de requeima do
506 tomateiro. *Horticultura Brasileira* 32: 115-119
- 507 REZVYAKOVA S et al. 2021. The influence of biofungicide and chemical fungicides on the
508 manifestation of diseases and the yield of soybeans. *E3S Web of Conferences* 247: 01046.
- 509 TWIZEYIMANA M et al. 2023. Diverse environmental bacteria displaying activity against
510 *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. *Frontiers in Plant Science* 14: 1080116.
- 511 WEN L et al. 2017. Prediction of short-distance aerial movement of *Phakopsora pachyrhizi*
512 urediniospores using machine learning. *Phytopathology* 10: 1187–1198.
- 513 ZŁOTEK U & ŚWIECA M. 2016. Elicitation effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast extract
514 on main health-promoting compounds and antioxidant and anti-inflammatory potential of
515 butter lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96 (7):
516 2565-2572.

ANEXO I

Normas para a publicação de artigos na Revista de Ciências Agroveterinárias

Revista de Ciências Agroveterinárias (ISSN 2238-1171) destina-se à publicação de trabalhos técnico-científicos originais, inéditos, resultantes de pesquisas em Ciências Agrárias e Veterinárias e suas áreas correlatas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento. Não há cobranças de taxas para submissão e/ou publicação.

O cadastro no sistema e posterior acesso, por meio de login e senha, são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso, por meio do endereço eletrônico <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/>.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito apresenta uma contribuição original e inédita e não está sendo avaliado concomitantemente por outro periódico.
2. Dois arquivos separados, redigidos de acordo com todas as exigências deste periódico, estão sendo anexados ao sistema: (i) Carta de Apresentação e (ii) Manuscrito Completo.
3. Todas as informações dos autores (Nome completo, E-mail, Filiação, ORCID e País) estão sendo informadas durante o processo de submissão, e estão preenchidas de acordo com as normas deste periódico.
4. O autor correspondente declara, quando for o caso, que todos os coautores concordam com as políticas de direito autoral e de declaração de privacidade, e estão de acordo e concordam com a submissão do manuscrito. Que os mesmos também declaram que, todos os princípios éticos e fontes de financiamento, quando aplicáveis, foram devidamente endereçados na carta de apresentação.

Informações preliminares

Artigos redigidos em inglês acompanhados do certificado de revisão do idioma terão prioridade na publicação. Uma simples declaração de um autor cujo idioma nativo é o inglês pode substituir o certificado.

Artigos de Revisão devem ser submetidos exclusivamente em inglês.

Submissões fora das normas serão arquivadas.

Revista de Ciências Agroveterinárias publica Artigo de Pesquisa (artigo completo), Nota de Pesquisa (nota científica) e Artigo de Revisão (revisão de literatura), incluídos em quatro grandes seções: Ciência de Plantas e Produtos Derivados, Ciência de Animais e Produtos Derivados, Ciência do Solo e do Ambiente e Multiseções e Áreas Correlatas.

Os manuscritos podem ser redigidos em idioma Português ou Inglês (exceto Artigos de Revisão que devem ser submetidos exclusivamente em inglês). Para artigos em português, há exigência da versão em inglês do título, do resumo, das palavras-chave e do título de figuras e tabelas.

O manuscrito deve ser redigido no editor de texto MS-Word (.doc, preferencialmente), folha em formato A4 (21,0 x 29,5 cm), margens de 2,5 cm, em espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, tamanho 12, com parágrafo automático e justificado. As páginas devem ser numeradas de forma progressiva no canto superior direito e as linhas numeradas sequencialmente.

Carta de Apresentação é obrigatória para todos os manuscritos e é de fundamental importância para a avaliação inicial do manuscrito. A Carta de Apresentação deve ser redigida em um arquivo separado, com no máximo 2 (duas) páginas, e conter: (i) Tipo de Artigo e Seção da Revista (de acordo com o item 1); (ii) Área do Conhecimento (informar a área do conhecimento que está inserido o artigo - subáreas podem ser incluídas); (iii) Título do Artigo (em dois idiomas, conforme o item 2, primeira letra maiúscula, e em negrito); (iv) Autores (nomes e afiliações e e-mail do autor para correspondência); (v) Descrição da Importância do Artigo para Publicação (um breve resumo sobre o estado da arte antes da pesquisa e os avanços no conhecimento com o desenvolvimento da pesquisa); e (vi) Potenciais Revisores (nome, instituição e e-mail de dois potenciais revisores para o artigo). OBS.: Carta de Apresentação deve ser anexada ao sistema como um arquivo PDF intitulado "carta-apresentação".

Artigos de Pesquisa e Artigos de Revisão não têm limite de páginas (recomenda-se até 25 páginas). Notas de Pesquisa devem conter no máximo 10 páginas. Tabelas e

figuras são 34 contabilizadas no limite de páginas. OBS.: Manuscrito Completo deve ser anexado ao sistema como um arquivo de TEXTO intitulado "manuscrito".

Estrutura dos artigos

Artigos de Pesquisa devem conter os seguintes tópicos: Título, conciso e objetivo (em dois idiomas); Resumo, com no máximo 300 palavras (em dois idiomas); Palavras-chave, no máximo 6 (em dois idiomas); Introdução; Material e Métodos; Resultados; Discussão (pode ser incluída em uma única seção Resultados e Discussão); Conclusão; Agradecimentos (elemento opcional); e Referências. O título dos tópicos do artigo deve ser escrito em letras maiúsculas e em negrito.

Para textos em inglês, usar os seguintes títulos de tópico: Title, Abstract, Keywords, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements e References.

Elementos gráficos

Elementos gráficos (gráficos, fotografias e desenhos são designados como Figuras, e Tabelas) devem ser incluídos imediatamente após serem citados no texto e numerados sequencialmente (por. ex. Figura 1. Título...; ou Tabela 1. Título...). Figuras devem ser inseridas no corpo do texto a partir de arquivos JPG (300 dpi ou mais). Figuras coloridas são aceitas.

Tabelas e figuras devem estar em orientação de retrato, não excedendo os limites da página. Título de tabelas e figuras de manuscritos em português deve também ser fornecido em inglês. Manuscritos em inglês não necessitam da versão em português do título das tabelas e figuras.

Recomendações gerais

O nome dos autores não deve ser incluído no manuscrito, somente no processo de submissão on-line.

Citações no texto

a) (MOULTON 1978), (DUBEY & PORTERFIELD 1990) ou (MARSH et al. 1998) para três ou mais autores. Esta forma é preferida pela revista.

b) De acordo com TENDER (2000), SANTOS & BARROS (1999) ou MARSH et al. (1998) para três ou mais autores. Esta forma deve ser usada apenas em situações específicas, optando geralmente pela forma acima.

Referências

a) CARVALHO LB, CARVALHO LB & BIANCO MS ou CARVALHO LB et al. para três ou mais autores.

b) O título dos periódicos deve ser completo (não abreviar). A cidade de publicação do periódico e o número da edição não devem ser citados (veja abaixo).

c) Modelos de referências:

Artigos Completos

CARMO M et al. 2017. Portuguese cropland in the 1950s: The transition from organic to Chemical fertilization. Scientific Reports 7: 8111.

CHEN Y et al. 2017. Changes in bacterial community of soil induced by long-term straw returning. Scientia Agricola 74: 349-356.

Livros e Capítulos de Livros (devem ser evitados)

DENTON GW. 1990. Iodophors: disinfection, sterilization and preservation. 4.ed. Philadelphia: Lea & Febiger.

CONCANNON PW & DIGREGORIO GB. 1986. Canine vaginal cytology. In: BURKE TJ. (Ed.). Small animal reproduction and infertility: a clinical approach to diagnosis and treatment. Philadelphia: Lea & Febiger. p.96-111.

Resumos em Anais de Eventos (devem ser evitados)

GROLI PR et al. 1993. Propagação “in vitro” de Limonium latifolium Kuntze 15/O. Kuntze. In: 1 Encontro Brasileiro de Biotecnologia Vegetal. Resumos... Brasília: EMBRAPA. p.79.

Teses, Dissertações (devem ser evitadas)

RADUNZ NETO J. 1981. Desenvolvimento de técnicas de reprodução e manejo de larvas e alevinos de jundiá (*Ramalia quelen*). Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Santa Maria: UFSM. 77p. Boletim, Circular Técnica,

Manual (devem ser evitados)

BECK AAH. 1983. Eficácia dos anti-helmínticos nos nematódeos dos ruminantes. Florianópolis: EMPASC. 10p. (Boletim Técnico 60).

Documentos Eletrônicos (devem ser evitados)

RIBEIRO PSG. 1998. Adoção à brasileira: uma análise sócio-jurídica. São Paulo: Datavenia. Disponível em: <http://www.datavenia.inf.br/frameartrig.html>. Acesso em: 10 set. 1999.

GARDNER AL. 1986. Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Rio de Janeiro: UFRRJ. (CD-Rom).

Unidades de medida devem ser descritas de acordo com o Sistema Internacional [porcentagem deve vir junto ao número (10%), enquanto as demais unidades devem vir separadas (10 cm, 30 C, 2 m s etc.)].

Contato:

Revista de Ciências Agroveterinárias.

Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC.

Direção de Pesquisa e Pós-graduação.

Av. Luiz de Camões, 2090 - Bairro Conta Dinheiro.

Lages - Santa Catarina – Brasil.

CEP 88.520-000.

Editorial Management Team Universidade do Estado de Santa Catarina:

rca.cav@udesc.br

Technical Support Team:

portal.periodicos@udesc.br