

Estratégias de manejo de doenças na soja: análise da aplicação de fungicidas nos estádios vegetativos iniciais

Eduardo Tinoco^{1*}; Jorge Alberto Gheller¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}tinoco0112@hotmail.com

Resumo: As doenças fúngicas podem afetar drasticamente a produtividade das lavouras. Assim, o objetivo deste experimento foi avaliar a eficácia da aplicação de fungicidas em estágio vegetativo inicial da cultura da soja em relação ao manejo convencional de doenças. O experimento foi conduzido em área experimental no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, no Paraná, no período de outubro de 2023 a março de 2024. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), contendo seis tratamentos: T1 - Testemunha (sem aplicação de fungicidas); T2 - Aplicação Zero Cypress® + Fox® Xpro + Ativum® + Fusão®; T3 - Aplicação Zero Bravengis® + Fox® xPro + Ativum® + Fusão®; T4 - Aplicação zero Nativo® + Fox® xPro + Ativum® + Fusão®; T5 - Manejo convencional (sem aplicação zero) Fox Xpro® + Ativum® + Fusão®; T6 - Manejo convencional (sem aplicação zero) Sugoy® + Excalia Max® + Fusão®. Cada parcela foi composta por 5 linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m e com 5 metros de comprimento, totalizando 11,25 m², com 4 repetições de cada tratamento. Os parâmetros avaliados foram produtividade, massa de mil grãos, percentual de desfolhamento e severidade das doenças fúngicas, cujas médias foram expressas em Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD) e, também, calculou-se a a viabilidade econômica para cada programa de aplicação de fungicidas. A análise de produtividade mostrou que todos os tratamentos com fungicidas superaram a testemunha, mas não houve diferença estatística entre eles. Para massa de mil grãos, os tratamentos somente se diferenciaram da testemunha. Independente do uso de aplicação V0 não ocorreu diferença estatística para a AACPD e desfolha entre os tratamentos com aplicação de fungicidas. Economicamente, o T5, com três aplicações de fungicida (sem aplicação V0), mostrou-se o mais lucrativo.

Palavras-chave: *Glycine max*; Aplicação zero; Produtividade

Disease management strategies in soybean: analysis of fungicide application in early vegetative stages

Abstract: Fungal diseases can drastically affect crop productivity. Therefore, the objective of this experiment was to evaluate the effectiveness of fungicide application at the early vegetative stage of soybean cultivation compared to conventional disease management. The experiment was conducted at an experimental area at the Center for Development and Diffusion of Technologies (CEDETEC), located at the Assis Gurgacz University Center in Cascavel, Paraná, from October 2023 to March 2024. The experimental design used was a randomized complete block design (RCBD) with six treatments: T1 - Control (no fungicide application); T2 - Zero Cypress® + Fox® Xpro + Ativum® + Fusion®; T3 - Zero Bravengis® + Fox® Xpro + Ativum® + Fusion®; T4 - Zero Nativo® + Fox® Xpro + Ativum® + Fusion®; T5 - Conventional management (without zero application) Fox Xpro® + Ativum® + Fusion®; T6 - Conventional management (without zero application) Sugoy® + Excalia Max® + Fusion®. Each plot consisted of 5 planting rows, spaced 0.45 m apart and 5 m in length, totaling 11.25 m², with 4 replicates of each treatment. The parameters evaluated included yield, thousand grain weight, percentage of defoliation, and severity of fungal diseases, with means expressed as Area Under Disease Progress Curve (AUDPC). Economic viability was also assessed for each fungicide application program. Yield analysis showed that all fungicide treatments outperformed the control, but there was no statistical difference among them. For thousand grain weight, treatments differed only from the control. Regardless of V0 application, there was no statistical difference in AUDPC and defoliation among treatments with fungicide application. Economically, T5, with three fungicide applications (without V0 application), proved to be the most profitable.

Keywords: *Glycine max*; V-stage fungicide application; Productivity

Introdução

A produção agrícola é um dos pilares da economia global, responsável por fornecer alimentos, matérias-primas e inclusive ditar a velocidade de crescimento de muitos países. Nesse contexto, a soja desempenha um papel importante na segurança alimentar e no comércio internacional. Para que as produtividades se mantenham em uma crescente, são necessárias abordagens inovadoras para um manejo eficaz das culturas, conhecendo os fatores que afetam de forma significativa o sucesso da produção. Dentre os fatores, as doenças fúngicas representam uma ameaça constante, justificando a necessidade de estratégias de controle aprimoradas, visando principalmente o aumento de produtividade aliado a viabilidade econômica para o produtor rural.

Nesse contexto, o Brasil se destaca como o maior produtor de soja (*Glycine max*) do mundo, desempenhando um papel relevante na oferta global deste importante grão, principalmente por se tratar também do maior exportador, nota-se que as safras atuais têm consolidado sua influência na dinâmica do comércio agrícola, com uma produção total de soja estimada em 153,6 milhões de toneladas, resultado de uma produtividade de aproximadamente 3.527 kg ha⁻¹ de grãos, semeando cerca de 43,2 milhões de hectares em todo país (CONAB, 2023).

No âmbito da produção nacional, o Estado do Paraná possui como principal atividade econômica a agricultura, atualmente com uma área total plantada de aproximadamente 5.799,2 milhões de hectares (CONAB, 2023), se tornando o segundo maior estado produtor de soja do Brasil, com produção de mais de 20 milhões de toneladas, algo próximo a 14% do total nacional (DERAL, 2023).

Para obter altas produtividades, é obrigatório que haja mínima interferência de doenças durante todo o ciclo da cultura, ou seja, no cenário do produtor rural é fundamental o controle das mesmas (CERUTTI, MULLER e BRUSTOLIN, 2021).

A cultura da soja enfrenta desafios fitossanitários que podem limitar a exploração máxima do potencial produtivo da cultura e a qualidade da commodity (SOUZA, 2021). Atualmente, os danos por doenças variam em média de 15 a 20% anualmente, em casos críticos podem chegar até 100% (ALVES e JULIATTI, 2018; REIS, ZANATTA e REIS, 2019).

A mancha parda (*Septoria glycines*) e mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o oídio (*Erysiphe diffusa*) e o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) são patologias comumente identificadas na cultura da soja.

A mancha parda, causada por *Septoria glycines*, forma lesões marrom-avermelhadas nas folhas inferiores da soja, podendo levar à desfolha prematura e reduzir a produtividade. Desenvolve-se em condições de alta umidade e temperaturas moderadas (WRATHER, KOENNING e ANDERSON, 1997). O manejo envolve rotação de culturas, variedades resistentes e fungicidas preventivos (NAVARRO, JULIATTI e HAMAWAKI, 2011).

O crestamento foliar de cercospora, ou mancha púrpura, é caracterizado por pontuações escuras de cor castanho avermelhado e com bordas difusas que se tornam grandes manchas escuras que podem causar desfolha, enquanto nas vagens, causa manchas avermelhadas que atingem a semente deixando-a com uma coloração púrpura (HENNING *et al.*, 2014).

O oídio é uma doença que se manifesta como manchas brancas pulverulentas nas folhas da soja, levando à clorose, necrose e queda prematura das folhas. Favorecido por baixa umidade e temperaturas moderadas, o oídio pode reduzir a produtividade da soja ao comprometer a fotossíntese (HARTMAN, 2015).

Causado por *Pseudomonas savastanoi pv. glycinea*, o crestamento bacteriano é uma doença significativa na cultura da soja, manifestando-se através de manchas angulares escuras com halos amarelados nas folhas, que podem evoluir para necrose, causando a queda das folhas afetadas (GOULART; KIMATI, 1995). Esta doença é favorecida por condições de alta umidade e temperaturas amenas, preferencialmente de 20°C a 26°C, sendo disseminada por respingos de água e vento (GODOY *et al.*, 2014).

A ferrugem asiática, causa prejuízos bilionários anualmente, com danos que comprometem de 10% a 90% da produtividade, consequência da desfolha precoce, prejudicial a formação de grãos. (GODOY *et al.*, 2020). Os sintomas iniciais apresentam-se como lesões escuras de coloração marrom nas folhas, acompanhadas pela presença de urédias na parte inferior das folhas, que liberam uredósporos. Plantas gravemente infectadas experimentam desfolhamento prematuro, afetando a formação, o enchimento das vagens e o peso final dos grãos (GODOY *et al.*, 2020).

O manejo de aplicação de fungicidas na cultura da soja envolve a pulverização de produtos químicos específicos para controlar doenças fúngicas que podem afetar a planta, e consequentemente sua produtividade, sendo uma medida que na maioria dos casos é eficiente e economicamente viável (AMORIM, REZENDE e BERGAMIN, 2011). A escolha dos fungicidas e o momento correto de aplicação dependem das condições climáticas, do estágio de desenvolvimento da cultura e das doenças presentes na região, o uso de fungicidas preventivos e a calendarização das aplicações a partir do florescimento são as práticas consideradas padrão, possuindo grande adesão do produtor (ZANATTA e REIS, 2018a).

Recentemente, tem havido discussões entre agricultores e os responsáveis por prestar assistência às lavouras, a respeito da viabilidade de realizar a primeira aplicação de fungicidas de forma antecipada no desenvolvimento das culturas (no estágio vegetativo, geralmente em V3 ou V4), cerca de 25 a 30 dias após a emergência das plantas, manejo popularmente denominado “Aplicação zero” ou “V zero” (TOCHETTO, 2023). Essa prática é fundamentada na intenção de proporcionar uma cobertura mais eficaz na porção inferior da folhagem, que se tornará futuramente o baixeiro da planta (LIBERATO *et al.*, 2019; ZANATTA e REIS, 2018; TORBEN *et al.*, 2012; WEBBER *et al.*, 2017).

É necessário levar em consideração o custo de uma aplicação a mais, para que seja definida a viabilidade desse manejo inovador, considerando que na literatura encontra-se uma divergência da eficácia da aplicação V0 em relação ao seu custo-benefício (ANDRADE, 2019; TOCHETTO, 2023).

Além desse fator, é importante obter informações a respeito das moléculas fungicidas que podem ser utilizadas para aplicações nesse diferente manejo, elencando as melhores opções para esse tratamento inovador. Diante do exposto, o objetivo deste experimento foi avaliar a eficácia técnica e econômica da aplicação de fungicidas no estágio vegetativo inicial da cultura da soja quando comparada ao manejo convencional de doenças fúngicas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área experimental no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, no Paraná, no período de outubro de 2023 a março de 2024. O Município está situado em uma altitude de 700 metros, com solo predominante Latossolo Vermelho Distroférrico Típico, de textura argilosa (78,2 % de argila, 16,40 % silte e 5,40 % de areia) com níveis de fertilidade presentes satisfatórios para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013), conforme apresentado na Tabela 1, segundo Aparecido *et al.* (2016), de acordo com a classificação de Koppen, o local se enquadra como clima do tipo Cfa - Clima subtropical.

Tabela 1 - Características químicas do solo na área do experimento, Cascavel/PR, 2023.

P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	CTC	V	MO	pH
(mg.dm ³)	-----	(Cmol/dm ³)	-----			(T)	(t)	(%)	(g.dm ³)	(CaCl ₂)
8,96	0,19	5,06	1,28	0,09	13,53	20,07	6,63	32,59	47,58	4,84

Analisado no SBS - Laboratório de Análises Agronômicas e Veterinárias, Cascavel/ PR, em 16/02/2024

As condições meteorológicas vigentes durante a condução do referido experimento, na safra 2023/24, estão apresentadas pelas figuras a seguir, onde a Figura 1 se refere ao volume total de precipitação em cada mês da pesquisa, Figura 2 trata das médias de temperatura (máxima, média e mínima) e a Figura 3 da média de umidade relativa do ar.

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (mm) durante o período de condução do experimento.
Fonte: Estação Meteorológica da Syngenta, Cascavel/PR.

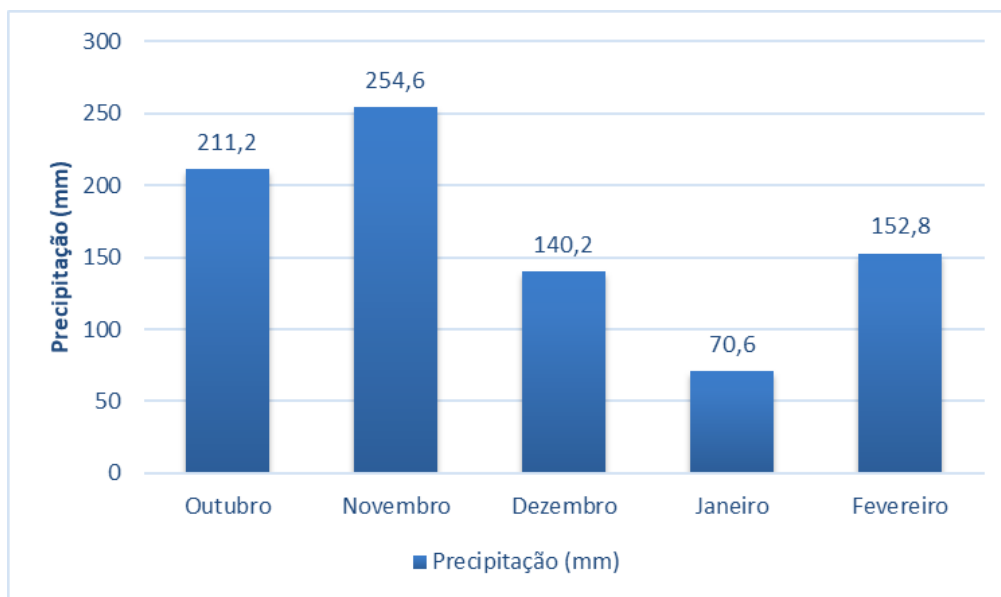


Figura 2 – Médias de temperatura do ar (°C) durante o período de condução do experimento.
Fonte: Estação Meteorológica da Syngenta, Cascavel/PR.

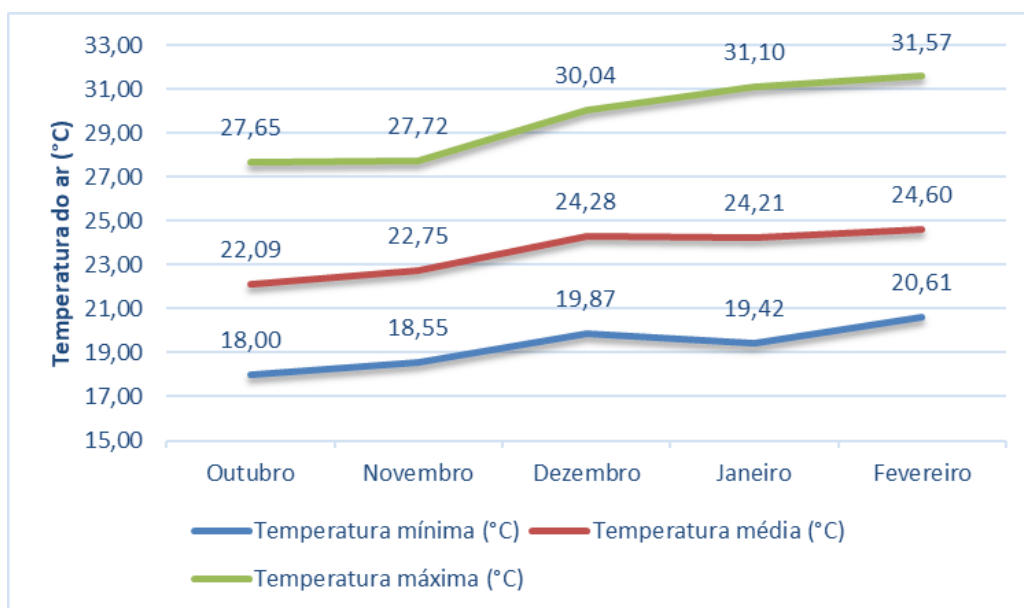
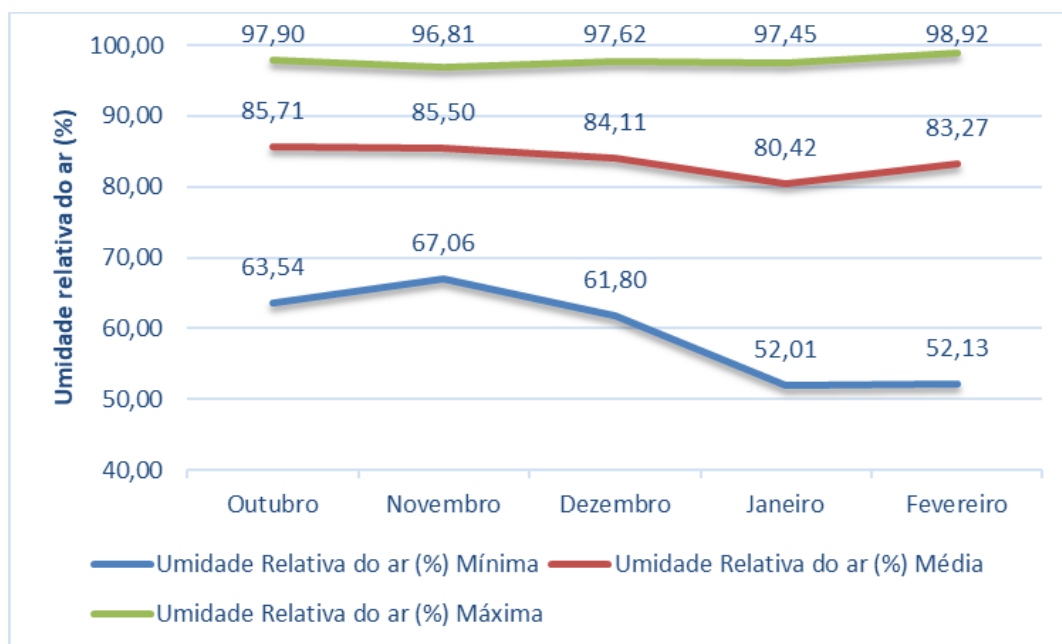


Figura 3 – Médias de umidade relativa do ar (%) durante o período de condução do experimento. Fonte: Estação Meteorológica da Syngenta, Cascavel/PR.



O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), contendo seis tratamentos (Tabela 2), sendo cada parcela composta por 5 linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m e com 5 metros de comprimento, totalizando uma área de 11,25 m², com 4 repetições de cada tratamento, totalizando vinte e quatro unidades experimentais, separadas por corredores de 1 metro de largura.

A cultivar escolhida foi a BRASMAX Zeus IPRO, sendo a semeadura realizada no dia 19 de outubro de 2023, com a utilização de trator e um conjunto semeadora/adubadora experimental existente na Fazenda Escola, com densidade de semeadura de 14 sementes por metro linear, visando obter uma população final de 260.000 plantas por hectare, sendo as sementes tratadas industrialmente. A adubação de base foi feita com fertilizante mineral superfosfato simples (SSP), na dosagem de 580 kg ha⁻¹, com complementação em cobertura com cloreto de potássio (KCl) na quantia de 100 kg ha⁻¹.

Sendo assim, os tratamentos foram constituídos em aplicações de diferentes fungicidas em fase vegetativa inicial, além de dois tratamentos sem aplicação no vegetativo inicial e outro como controle (sem aplicação de fungicida ao longo do cultivo), conforme descrito na Tabela 2:

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos e respectivos fungicidas conforme época de aplicação.

Tratamento	Aplicação zero	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação
	30 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
T1	Controle	Controle	Controle	Controle
T2	Cypress 400 EC® (Difenoconazol + Ciproconazol)	Fox® Xpro (Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina)	Ativum® (Epoxiconazol + Fluxapirroxade + Piraclostrobina)	Fusão® (Metominostrobin + Tebuconazol)
T3	Bravengis® (Tebuconazol + Clorotalonil)	Fox® Xpro (Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina)	Ativum® (Epoxiconazol + Fluxapirroxade + Piraclostrobina)	Fusão® (Metominostrobin + Tebuconazol)
T4	Nativo® (Trifloxistrobina + Tebuconazol)	Fox® Xpro (Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina)	Ativum® (Epoxiconazol + Fluxapirroxade + Piraclostrobina)	Fusão® (Metominostrobin + Tebuconazol)
T5	-	Fox® Xpro (Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina)	Ativum® (Epoxiconazol + Fluxapirroxade + Piraclostrobina)	Fusão® (Metominostrobin + Tebuconazol)
T6	-	Sugoy BR® (Metominostrobin) + Impirfluxam + Clorotalonil)	Excalia Max® (Tebuconazol + Impirfluxan)	Fusão® (Metominostrobin + Tebuconazol)

Fonte: o autor, 2023.

Durante o preparo da área para semeadura, bem como, durante todo período experimental, foi realizado o manejo de ervas daninhas com aplicação de herbicidas de acordo com produtos devidamente registrados e liberados para uso pela ADAPAR/PR (Agência de Defesa Agropecuária do Paraná), de acordo com a demanda, e, quando necessário, complementação por catação manual ou capina de plantas escapes.

Da mesma forma, quando observado a existência de insetos praga, durante as avaliações semanais, foram controlados com inseticidas recomendados para o alvo encontrado, sempre que o nível de dano foi atingido, observando a liberação da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná.

As aplicações de defensivos, tanto fungicidas quanto inseticidas, foram realizadas conforme as melhores condições meteorológicas, com o auxílio de pulverizador costal elétrico com 20 litros de capacidade, com vazão constante de 160 L ha⁻¹.

Quando constatado o ponto ideal para colheita, no final do ciclo da cultura, foi realizada a colheita manual, das três linhas centrais de cada unidade experimental, por quatro metros de extensão de cada parcela, descartando as duas linhas laterais em razão do efeito bordadura. Posteriormente, foi realizada a debulha mecânica e limpeza do material colhido, utilizando uma trilhadeira experimental estacionária, alocando os grãos obtidos em sacas de papel devidamente identificadas de acordo com sua unidade experimental, sendo após determinada a umidade respectiva.

A fim de analisar os parâmetros experimentais, os volumes de grãos foram levados até o Laboratório de Sementes do Centro Universitário FAG, em Cascavel-PR, para serem pesados com o auxílio de uma balança de precisão. Determinada a massa de cada parcela, a mesma foi padronizada para umidade de 13%, utilizando a metodologia proposta por Silva (2009), por meio da Equação 1:

$$Q_{aj} = \frac{100 - \text{teor de água atual}}{100 - \text{teor de água desejado}} \times \text{quantidade de produto atual} \quad (1)$$

A seguir os valores foram inseridos em uma planilha para realizar a conversão para kg ha⁻¹.

A massa de mil grãos foi determinada através da metodologia da RAS - Regras de Análise de Sementes - (BRASIL, 2009), qual seja, contagem de cem grãos com a utilização de amostrador de cem orifícios, pesagem destes grãos com o uso de uma balança de precisão, repetindo o processo 8 vezes e finalizando com uma média entre os pesos e transformando para média de mil grãos utilizando regra de três, também padronizados a 13% de umidade utilizando a metodologia supracitada.

Para averiguar a severidade das doenças foliares em geral, foram coletados cinco trifólios situados no terço médio de plantas aleatórias nas 3 linhas centrais de cada unidade experimental, que depois foram levados ao laboratório e analisados com lupa estereoscópica, para estimar a intensidade das doenças foliares de acordo com a escalas diagramáticas (Figuras 4,5,6 e 7) específicas para ferrugem da soja, oídio, cretamento bacteriano e manchas foliares (CANTERI e GODOY, 2003). Tal análise foi realizada cinco vezes, durante o desenvolvimento da cultura, sempre precedendo a aplicação dos fungicidas.

Figura 4 - Escala diagramática para a avaliação de severidade (%) de ferrugem asiática da soja. (GODOY, KOGA e CANTERI, 2003).

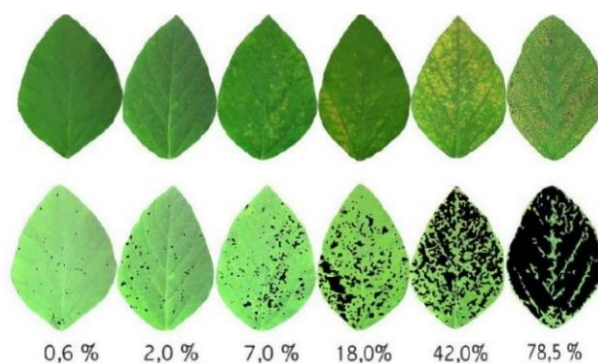


Figura 5 - Escala diagramática para a avaliação de severidade (%) de oídio em soja (MACIEL *et al.*, 2019.).

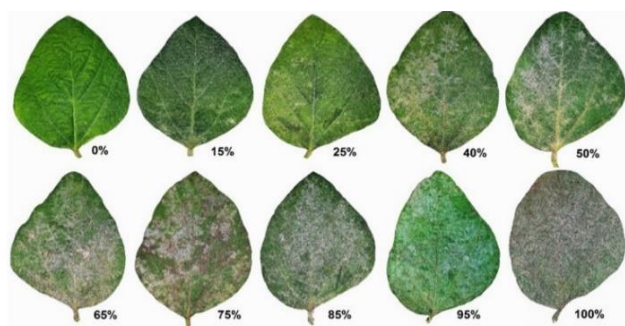


Figura 6 - Escala diagramática para a avaliação de severidade (%) de pústula bacteriana da soja (ACCO *et al.*, 2020).

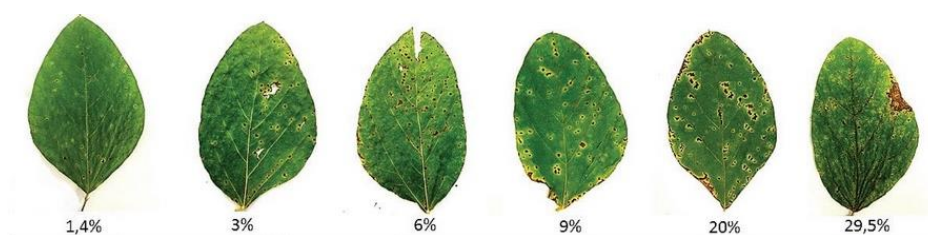
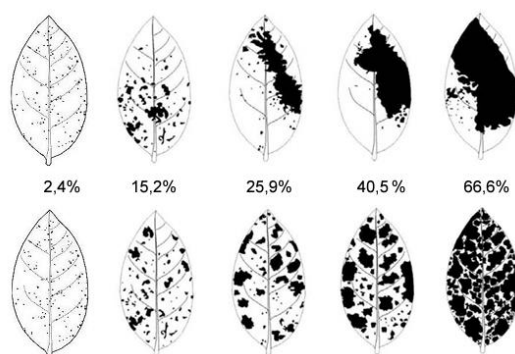


Figura 7 - Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças de final de ciclo em soja (MARTINS *et al.*, 2004).



Os dados médios de severidade, após tabulados foram utilizados para o cálculo da Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD) (CAMPBELL e MADDEN, 1990), conforme a Equação 2:

$$AACPD = \sum \{[(Y_i + Y_{i+1}) \times 2] \times (t_{i+1} - t_i)\} \quad (2)$$

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

A Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD) é uma medida integral que considera a intensidade da doença em diferentes momentos durante o desenvolvimento das plantas, ou seja, dimensiona o progresso das doenças foliares durante um intervalo de tempo.

Na fase final do ciclo da cultura, no dia 05 de fevereiro, foi realizada de forma visual a análise de desfolha das plantas, momento em que se quantificou a desfolha de cada parcela experimental. Para esta análise, cada parcela foi examinada individualmente, e a porcentagem de desfolha foi estimada para cada uma. Esta avaliação foi conduzida no momento em que todas as parcelas testemunhas (controle) já apresentavam 100% de desfolha.

Após a coleta, os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$, e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

Ao final do experimento, também foi analisada a viabilidade econômica dos tratamentos, através do levantamento de custos por operação de aplicação, e preços dos fungicidas utilizados no tratamento, relacionados a produtividade das parcelas, obtendo a receita líquida, quando realizada a dedução dos custos variáveis de cada tratamento.

Resultados e Discussão

A quantidade total de água requerida pela cultura da soja oscila entre 450 mm e 800 mm por ciclo, dependendo das características da cultivar, das práticas de manejo e da demanda evaporativa da atmosfera (DANTAS, 2018). Durante o período em que o estudo foi conduzido, verificou-se entre 19 de outubro de 2023, data da semeadura, e dia 26 de fevereiro de 2024, quando realizada a colheita, um acumulado de precipitação igual a 828,80 mm.

A demanda de água pela planta aumenta conforme o ciclo da cultura progride, alcançando seu pico de exigência durante a fase de floração e enchimento de grãos, e diminuindo após esse período (NEUMAIER *et al.*, 2020), assim, observou-se que os meses de novembro a janeiro

apresentaram volume de precipitação pluviométrico satisfatórios, com pequeno decréscimo no mês de janeiro.

Durante a condução do experimento, foram diagnosticadas em quantidade expressivas algumas doenças da cultura da soja, principalmente oídio, crestamento bacteriano e ferrugem asiática.

A média de temperatura observada durante todo experimento foi de 23,5° C. A temperatura é um fator crucial na análise das condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças na cultura da soja. Diversos estudos indicam que a temperatura influencia diretamente a incidência de doenças como a ferrugem asiática da soja, o oídio e o crestamento bacteriano.

Segundo Embrapa (2014), temperaturas entre 18°C e 28°C, com uma média ótima de 23°C, são ideais para a germinação dos esporos de ferrugem asiática. Assim, a média de 23,5°C encontrada no experimento está dentro da faixa ideal para o desenvolvimento da ferrugem, o que sugere uma alta probabilidade de ocorrência dessa doença sob tais condições.

No caso do oídio da soja, as condições ambientais também desempenham um papel significativo. Hartman *et al.* (2015) relataram que temperaturas moderadas entre 18°C e 24°C são favoráveis para a infecção e a proliferação do fungo *Microsphaera diffusa*. A média de 23,5°C no experimento se encaixa perfeitamente nessa faixa, indicando um ambiente propício para o surgimento do oídio, razão pela qual foram observados desde a primeira leitura de severidade de doenças, a ocorrência de oídio nas folhas da soja.

O crestamento bacteriano da soja também é influenciado por variações térmicas, embora com uma tolerância um pouco mais ampla. Segundo pesquisa de Godoy *et al.* (2014), essa bactéria prospera de forma favorável em temperaturas que variam de 20°C e 26°C. Portanto, a média de temperaturas observadas durante a condução do experimento, de 23,5°C também favoreceu a ocorrência do crestamento bacteriano.

Nas duas primeiras leituras de severidade foi observada principalmente a incidência de oídio e crestamento bacteriano, sobretudo nas parcelas testemunhas. A presença de ambas, deveu-se às condições climáticas favoráveis nos meses de novembro e dezembro, como alta umidade relativa do ar, temperaturas moderadas entre 20°C e 25°C e volume de precipitação alto, proporcionando molhamento foliar durante longos períodos. Tais fatores favorecem a disseminação de patógenos e a germinação dos esporos presentes no ambiente, facilitando sua penetração nos tecidos vegetais e, conseqüentemente, a infecção das plantas (SOUZA *et al.*, 2018).

Mais tardiamente, nas leituras realizadas no mês de janeiro foram observados os primeiros sintomas de ferrugem asiática, porém com baixa pressão da doença, certamente pela

falta de condições ambientais favoráveis à infecção das plantas, considerando a diminuição das médias de precipitação e umidade relativa do ar durante o final do ciclo. Dessa forma, o aumento numérico da Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença se deu acima de tudo pela ocorrência de sinais de oídio, ou seja, pelo micélio exteriorizado no tecido, cobrindo parte das folhas.

Na tabela 3 verifica-se as médias para as variáveis produtividade e massa de mil grãos obtidas no experimento, bem como, a redução de produtividade em relação ao tratamento que apresentou maior produção por hectare.

Na análise de produtividade, todos os tratamentos com fungicidas diferiram em relação a testemunha T1 (Tabela 3), porém, não foi determinante para diferenciar estatisticamente os programas de aplicação. De fato, os dados corroboram com Gasparetto *et al.* (2011), quando verificaram que a aplicação de fungicidas, para controle de doenças fúngicas da soja, gerou maior produtividade e, consequentemente receita superior em relação à testemunha.

Tabela 3 – Avaliação das médias das variáveis avaliadas em função dos diferentes manejos de fungicidas na cultura da soja e porcentagem de redução de produtividade em relação ao tratamento com maior produtividade. Cascavel, 2023/2024.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	Redução de produtividade (%)
T1	4.112,66 b	160,84 c	24,08
T2	5.417,15 a	196,72 a	0,00
T3	5.333,56 a	198,42 a	1,54
T4	5.250,38 a	195,39 ab	3,08
T5	5.410,44 a	195,23 ab	0,12
T6	5.328,70 a	183,85 b	1,63
DMS	711,55	12,10	-
F ou p-valor	0,00	0,00	-
CV (%)	3,02	1,40	-

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença estatística significativa entre si, com um nível de 5% de probabilidade de acordo com o Teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa. F ou p-valor = F calculado. Redução de produtividade calculada através da proporção entre a produção de um tratamento em relação a maior produtividade, deduzida de 100%, representado pelo tratamento T2.

Entre os tratamentos com fungicidas, não houve diferença estatística para produtividade. Vale destacar os tratamentos T2 (com aplicação V0) e T5 (sem aplicação V0), que apresentaram maior média de produção, diferindo apenas em 0,12%. Os tratamentos T3 (com aplicação V0) e T6 (sem aplicação V0) tiveram produtividades muito semelhantes, apresentando redução de produtividade de 1,54 e 1,63% respectivamente.

Seguindo a linha dos resultados encontrados, para Godoy *et al.* (2020), a aplicação de fungicidas durante os estádios reprodutivos da soja é eficiente no controle de doenças como a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), resultando em incrementos de produtividade que variam conforme as condições climáticas e a pressão de doenças.

Dados distintos dos obtidos neste experimento foram registrados por Mutta *et al.* (2018), que observaram viabilidade na aplicação de fungicidas no estágio vegetativo V4, para o controle de doenças fúngicas, com ganhos significativos em produtividade, peso de 1.000 (mil) grãos e redução na severidade da doença, bem como Fernandes *et al.* (2020), os quais também constataram produtividades superiores quando realizada aplicação de fungicidas em estádios vegetativos iniciais, independente do fungicida utilizado.

Igualmente, do ponto de vista de Neumaier *et al.* (2020), a aplicação antecipada de fungicidas em estádios vegetativos pode resultar em maior controle de doenças foliares e, em alguns casos, proporcionar produtividades semelhantes ou até superiores aos observados com o manejo tradicional, situação que no presente estudo não se repetiu, pois não foram constatados resultados semelhantes.

Com relação a variável Massa de Mil Grãos, todos os tratamentos apresentaram diferença estatística em comparação com a testemunha, independentemente da aplicação em V0. Estes resultados estão ligados à maior intensidade de ocorrência de doenças nas parcelas controle, o que impactou negativamente o peso dos grãos (GODOY *et al.*, 2019; SOTO *et al.*, 2020; MILANESI *et al.*, 2023).

Os tratamentos T2 e T3 têm as maiores massas de mil grãos e são estatisticamente iguais entre si. Enquanto os tratamentos T4 e T5 são ligeiramente menores, mas ainda dentro do mesmo grupo estatístico. Já o tratamento T6 tem uma massa de mil grãos menor que os tratamentos T2, T3, T4 e T5, mas maior que a testemunha, que tem a menor massa de mil grãos.

Na avaliação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que se trata de um descritor de uma epidemia e dimensiona o progresso das diversas doenças foliares no tempo, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos em relação à testemunha (Tabela 4). Os valores de AACPD foram maiores no tratamento T1 (testemunha), o que era esperado devido à ausência de fungicidas neste tratamento. Isso indica a alta incidência e gravidade que as doenças foliares podem causar em lavouras não protegidas.

Tabela 4 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e níveis de desfolha após utilização de fungicidas em programas posicionados com ou sem a aplicação zero (V0), Cascavel/PR 2023/2024.

Tratamento	AACPD	Desfolha (%)
T1	825,99 b	100,00 b
T2	119,10 a	68,75 a
T3	121,05 a	68,75 a
T4	128,07 a	68,75 a
T5	126,29 a	72,50 a
T6	200,50 a	76,25 a
DMS	215,57	13,70
F ou p-valor	0,00	0,00
CV (%)	12,95	4,00

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença estatística significativa entre si, com um nível de 5% de probabilidade de acordo com o Teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa. F ou p-valor = F calculado.

No T6, houve discreto aumento no valor de AACPD em relação aos demais tratamentos com aplicação de fungicidas, porém, o valor numérico não foi suficiente para que ele diferisse dos outros tratamentos. Entretanto, essa diferença numérica foi suficiente para impactar em outras variáveis, como a redução da massa de mil grãos e aumento da desfolha.

Observação diversa foi relatada por Fernandes *et al.* (2020) ao constatarem que aplicações realizadas nos estádios vegetativos iniciais resultaram em menores números de AACPD quando comparados com tratamentos sem aplicação nesses estádios, fato que não ocorreu no presente estudo, uma vez que os tratamentos com programa de aplicação de fungicidas não diferiram entre si, independentemente do número de aplicações.

Referente à variável desfolha (Tabela 4), os tratamentos com aplicação de fungicidas não apresentaram diferença estatística entre si, mas somente da testemunha. Porém, um ligeiro aumento percentual foi observado no T6 quando comparado aos demais tratamentos com uso de fungicidas. Elevada intensidade de desfolha é proporcional ao nível de severidade em que a doença atingiu a planta (SOUZA, 2017).

Peluzio *et al.* (2002) constataram que a produção é significativamente afetada pelos níveis de desfolha. De acordo com esses pesquisadores, tal efeito é explicado pela variação dos drenos durante o ciclo da cultura, que requer uma maior área foliar fotossintetizante para a formação das vagens e o enchimento dos grãos. Assim, a desfolha pode interferir diretamente no rendimento da cultura.

Conforme abordado anteriormente, possivelmente, esta situação pode ter propiciado a redução da massa de mil grãos do T6, que apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos quanto a variável massa de mil grãos, e das parcelas testemunhas, que apresentaram grande decréscimo de produtividade e massa de mil grãos, em concordância com o ponto de vista de Soto *et al.* (2020), quando identificada desfolha precoce, há redução de produtividade em função de interferências nos processos fisiológicos das plantas e isso resulta em vagens mal formadas, menos grãos por vagem e, conseqüentemente, menor peso de mil grãos.

De maneira geral, os dados evidenciam a ausência da necessidade das aplicações de fungicidas nos estádios vegetativos iniciais, considerando que não houve diferença estatística em relação a maioria das variáveis dos tratamentos com controle químico de fungicidas, principalmente produtividade. No local e região onde o experimento foi conduzido, a ferrugem asiática historicamente surge em áreas comerciais durante fases mais avançadas da cultura, geralmente no enchimento de grãos (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2024a). O aparecimento mais tardio da doença e de outras patologias foliares como oídio e cretamento bacteriano nesta região pode justificar a ausência do efeito de fungicidas no estágio vegetativo.

Todavia, é indispensável a análise da viabilidade econômica dos tratamentos utilizados no experimento. Para isso, foi realizado o levantamento dos preços de cada produto comercial utilizado, fornecidos por uma cooperativa de revenda de insumos agrícolas da cidade de Cascavel/PR, cotados para o dia 15 de outubro de 2023, próximo a semeadura do experimento (Tabela 5). Para quantificar os custos por hectare, foi padronizado o uso da maior dose de produto comercial, em litros por hectare, recomendada pela bula de cada fungicida.

Tabela 5 – Relação de custo dos fungicidas utilizados no experimento, doses recomendadas pela bula, cotação realizada no dia 15 de outubro de 2023, na cidade de Cascavel/PR.

Fungicida	Litragem do galão (litros)	Custo do galão	Dose por hectare (litros)	Custo por hectare
Cypress 400 EC	5	R\$ 1.200,00	0,500	R\$ 120,00
Bravengis	5	R\$ 273,00	2,500	R\$ 136,50
Nativo	5	R\$ 567,00	0,600	R\$ 68,04
Fox Xpro	5	R\$ 1.675,00	0,500	R\$ 167,50
Sugoy	10	R\$ 971,00	2,000	R\$ 194,20
Ativum	5	R\$ 987,00	1,000	R\$ 197,40
Excalia Max	5	R\$ 1.627,50	0,750	R\$ 244,13
Fusão	5	R\$ 430,00	0,725	R\$ 62,35

Fonte: Coopavel, 2023.

Os custos totais foram dimensionados para cada tratamento, considerando o custo operacional por aplicação, padronizado a R\$50,00 (cinquenta reais) por hectare, quantidade de aplicações de fungicida por tratamento, e soma dos custos com fungicidas de acordo com a Tabela 4, relacionando à produtividade média das parcelas de cada tratamento, e posteriormente calculando a receita bruta e receita líquida, sendo *receita líquida = receita bruta – custo com fungicidas + aplicações*, tendo como base o valor da saca de soja de 60 kg de R\$117,00 (cento e dezessete reais), cotação diária do DERAL – Departamento de Economia Rural para a cidade de Cascavel/PR (Tabela 6). É necessário ressaltar que não foram consideradas perdas por amassamento para análise dos dados.

Tabela 6 – Avaliação da viabilidade econômica dos tratamentos, calculada em função dos custos com fungicidas e aplicação, produtividade (kg ha⁻¹), receita bruta ha⁻¹ e receita líquida ha⁻¹. Cascavel/PR, 2023/2024.

Trat.	Nº de aplicações	Custo total c/ fungicidas (R\$)	Custo operacional por aplicação (R\$)	Custo fungicida + aplicações (R\$)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita bruta (R\$)	Receita líquida (R\$)
T1	-	-	-	-	4.112,66	8.019,69	8.019,69
T2	4	547,25	50	747,25	5.417,15	10.563,44	9.816,19
T3	4	563,75	50	763,75	5.333,56	10.400,44	9.636,69
T4	4	495,29	50	695,29	5.250,38	10.238,24	9.542,95
T5	3	427,25	50	577,25	5.410,44	10.550,36	9.973,11
T6	3	500,68	50	650,68	5.328,70	10.390,97	9.740,29

Valor da saca de soja em cascavel no dia 16 de maio de 2024: R\$117,00. DERAL.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que todos os tratamentos apresentaram uma receita superior em comparação à testemunha. Ao analisar os valores de custo e produtividade, verifica-se que nas parcelas sem aplicação de fungicidas, não foram contabilizados custos, contudo, a produtividade é muito reduzida. Por outro lado, nas parcelas submetidas a aplicação de fungicidas, observa-se um aumento nos custos de produção, que é compensado pelo incremento na produtividade e, consequentemente, na rentabilidade final.

O lucro é evidentemente reflexo dos custos dos fungicidas utilizados nos programas, associados à sua eficácia. Os tratamentos com utilização da aplicação V0 apresentaram acréscimo em despesas em comparação ao tratamento T5, essa diferença se deve a utilização de mais uma operação de pulverização, mais o valor do fungicida, resultando em um custo por hectare mais elevado, consequentemente menor renda líquida.

Aplicar no momento inadequado pode levar a um aumento no número de pulverizações, elevando significativamente os custos de produção. O sucesso do controle químico dependerá da fase em que a doença se encontra e da pressão de inóculo a que a planta está exposta no momento da aplicação do fungicida (NUNES *et al.*, 2012).

Levando em consideração o tratamento T2 que teve maior produtividade dentre os com aplicação V0, com produtividade de 5.417,15 kg ha⁻¹, e receita líquida de R\$9.816,19 por hectare, o custo por hectare das quatro aplicações foi de R\$747,25. Enquanto o tratamento T5, que repete os fungicidas utilizados no T2, inclusive as datas de pulverização e doses administradas, apenas excluindo a aplicação V0, teve o custo significativamente reduzido, já que as três aplicações somaram o importe de R\$577,25 por hectare, ou seja, R\$170,00 deduzidos do custo a cada hectare, e mesmo assim, apresentou produção média semelhante ao tratamento T2, de 5.410,44 kg ha⁻¹, estatisticamente indiferente dos demais tratamentos com aplicação de fungicidas. Tais valores do tratamento T5 resultaram em uma receita líquida de R\$9.973,11 por hectare, tornando-se a melhor alternativa, garantindo maior lucratividade.

De forma geral, para que se obtenha os melhores resultados tanto de manejo de doenças quanto de lucratividade, é necessário o monitoramento da cultura, das condições climáticas e dos dados de ocorrência de doenças na região, traçando a melhor estratégia de controle de acordo com os dados obtidos através do acompanhamento e conferindo maior eficácia no controle das doenças da soja. Além da aplicação de fungicidas, outras práticas também são importantes para controle e diminuição de danos por doenças, como evitar semeaduras muito tardias, diagnóstico em tempo e correto, bem como, o não uso de cultivares de ciclo longo principalmente em safras com alta incidência de inóculo, as quais contribuirão para o sucesso do controle (HU; WIATRAK, 2012).

Pesquisas que evidenciem a adoção e possíveis vantagens da aplicação zero em soja ainda estão em estágio inicial, e a obtenção de dados sobre esse assunto é crucial para apoiar a tomada de decisões sobre sua implementação.

Conclusões

Pelos resultados do presente ensaio pode-se concluir que independentemente do uso de aplicação V0, os fungicidas posicionados em diferentes programas proporcionam redução no progresso das doenças.

Nas condições específicas desta pesquisa, não foi possível observar benefícios claros na aplicação de fungicidas no estágio V0, permitindo concluir que pelo menos uma pulverização foi realizada desnecessariamente.

O programa de aplicação do tratamento T5, sem aplicação V0, garantiu a maior receita líquida, no total de R\$9.973,11 por hectare.

Referências

- ACCO, L.F.; GOMES, D.G.; MATOS, J.N.; RIBEIRO, N.R.; BALBI-PENÑA, M.I. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da pústula bacteriana em soja. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.2, p.145-149, 2020.
- APARECIDO, L. E. O., ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A.; Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN F. A. (Eds.). Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. v.1. São Paulo: **Editora Agronômica Ceres**. 2011. 704p.
- ANDRADE, L. R. **Avaliação de diferentes fungicidas no controle de Septoria glycines na cultura da soja**. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019
- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York, NY. Wiley, 1990.
- CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. XXVI Congresso Paulista de Fitopatologia, 2003, Araras. **Summa Phytopathologica**. Botucatu: Grupo Paulista de Fitopatologia, v.29. p.89 –89. 2003.
- CERUTTI, F. C.; MULLER, A. L.; BRUSTOLIN, D. B.; Manejo químico da ferrugem asiática da soja. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 11, p. 244- 256, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acomp. safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v.10 – Safra 2022/23, n.9 - Nono levantamento, p. 1-116, junho 2023.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de grãos está estimada em 312,5 milhões de toneladas na safra 2022/23**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4971-producao-de-graos-esta-estimada-em-312-5-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Ferrugem em números**. Disponível em: < <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/numeros>. Acesso em: 24 mai. 2024.
- DANTAS, J. P. S. **Perfil de extração de água do solo pela cultura de soja de alta e baixa produtividade de grãos**. 2018.59f.Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) -Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

DERAL - Departamento de Economia Rural, **Boletim Semanal*** – 07/2023 – 16 de fevereiro de 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ferrugem Asiática da Soja: Condições Favoráveis e Estratégias de Controle**. Embrapa Soja, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** –3ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p

FERNANDES, R. H., ALMEIDA, D. P., LIMA, D. T., FURTINI NETO A. E. Aplicação de fungicidas em fase vegetativa em cultivares de soja de ciclo precoce e tardio. In: NETO, A.E.F. *et al.* (eds.). **Anuário de pesquisas agricultura: resultados 2020**. Rio Verde: Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO. 2020. pp. 132 - 142.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

GASPARETTO, R.; FERNANDES, C.D.; MARCHI, C.E.; BORGES, M.F. **Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.78, n.2, p.251-260, abr./jun., 2011.

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; SOARES, R. M.; SEIXAS, C. D. S.; DIAS, W. P.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L.M.; HENNING, A. A. Doenças da soja. **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, 2014. 32 p.

GODOY, C. V., SILVA, T. A., OLIVEIRA, M. C. N., GUEDES, J. F. C., MOREIRA, M. A., PEREIRA, J. F., RIBEIRO, R. S. 2019. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja**, Embrapa, Londrina, p. 1-10. (Circular Técnica 148).

GODOY, C.V.; MARTINS, M. C. M.; KOGA, L. J.; TOMAZ, J. P.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Host range of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of soybean rust. **Plant Pathology**, v. 69, n. 4, p.657-666, 2020.

GODOY, C. V., SILVA, T. A., OLIVEIRA, M. C. N., GUEDES, J. F. C., MOREIRA, M. A., PEREIRA, J. F., RIBEIRO, R. S. Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja no Brasil: resultados de 2019. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, 2020.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; TOMEN, A.; MOCHKO, A. C. R.; DIAS, A. R.; MUHL, A.; SCHIPANSKI, C. A.; SERCILOTO, C. M.; CHAGAS, D. F.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; ARAUJO JUNIOR, I. P.; GALDINO, J. V.; ROY, J. M. T.; BONANI, J. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; KUDLAWIEC, K.; NAVARINI, L.; BELUFI, L. M. de R.; SILVA, L. H. C. P. da; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; GARBIATE, M. V.; SENGHER, M.; MÜLLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R. 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).

GOULART, A. C. P.; KIMATI, H. Comportamento de cultivares de soja à queima bacteriana causada por *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 32-38, 1995.

HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5th. ed. Saint Paul: APS Press, p. 51-52, 2015

HENNING A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YONORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja** – 5.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p.: il. color. 18cm. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 256).

HU, M., WIATRAK, P. Effect of planting date on soybean growth, yield, and grain quality: Review. **Agronomy Journal**, v. 104, p. 785-790, 2012.

LIBERATO, B. O.; SANTOS, C. A. M.; GRIESANG, F.; SPADONI, A. B. D.; FERREIRA, P. H. U.; FERREIRA, M. C. Influência das velocidades de vento do sistema de assistência de ar e tamanho de gotas na cobertura e depósito de fungicidas em soja, In: Congresso Brasileiro de Fitossanidade Desafios e Avanços da Fitossanidade. **Anais...** Curitiba: Universidade Estadual Paulista, 2019

MACIEL, M. S.; FABIANI, G.; DELAZERI, J.; PRAETORIUS, D. M.; BUSSOLOTTO, V. P.; MACHADO, R. G.; VIEIRA, J. A. L. J.; GIRARDI, L. B.; TREVISAN, K.; ELIAS, R.; FARINA, V. A. Efficiency of fungicides for *Oidium* control in soybean crop. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 1, p. 49-55, 2019.

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M.S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p.179-184, 2004.

MILANESI, P. M., STEFFEN, P., HUZAR-NOVAKOWISKI, J., MEZOMO, M., STEFANSKI, F., TONIN, R., GALLINA, A., FOCHESSATTO, M. Temporal dynamics of Asian soybean rust according to sowing date and fungicide application, and its effects on soybean yield in the Northwest Mesoregion, Rio Grande do Sul, Brazil. **Indian Phytopathology**, 76:483-495, 2023

MUTTA, F.T.T.; KATO, D.S.; BELLETTINI, R.; MEGDA, F.F.; PEREIRA, R.A.; FIGUEIRA, M. Efeito da aplicação de fungicidas em estágio vegetativo da soja para controle da ferrugem asiática na safra 2016/2017. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8. 2018. **Anais...** Goiânia:Embrapa, p.581-583, 2018.

NAVARRO, F. A.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T. Efeito da aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2011.

NEUMAIER, N., COSTA, P. M. A., SANTOS, D. A., PEREIRA, F. R. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

NUNES, C. D. M.; MARTINS, J. F. S.; DEL AGUILA, S. H.; FRIEDRICH, F. F.; RAMOS, R. S. Eficiência do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, safra 2011/12. In: **XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 2012: Seminário Técnico. Passo Fundo. Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. p. 181-184.

PELUZIO, J. M.; BARROS, H. B.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. B.; NASCIMENTO, I. R. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1197-1203, 2002.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; REIS, A. C. **Eficiência do controle de uma doença para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida** - Um exemplo de cálculo com a ferrugem da soja. In. 50º Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Recife, Anais...50 Anos de fitopatologia de manejo a edição do genoma, 2019

REIS, E. M.; REIS, A. C.; ZANATTA, M. Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 289-292, 2018a.

SILVA, L.C. Quebras de Impureza e Umidade. **Boletim Técnico: AG**, v. 1, n. 09, 2009.

SOTO, N., HERNÁNDEZ, Y., DELGADO, C., ROSABAL, Y., ORTIZ, R., VALENCIA, L., BORRÁS-HIDALGO, O., PUJOL, M., ENRÍQUEZ, G. A. Field Resistance to *Phakopsora pachyrhizi* and *Colletotrichum truncatum* of Transgenic Soybean Expressing the NmDef02 Plant Defensin Gene. **Frontiers in Plant Science** 11:562, 2020.

SOUZA, P. H. N. De; **Monitoramento de phakopsora pachyrhizi como critério para aplicação fungicida na soja e efeito da desfolha artificial na produtividade**. Tese do Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados, 2021.

SOUZA, R. S., OLIVEIRA, V. M., ARAÚJO, J. R. DA S., & LIMA, A. R. **Fungos fitopatogênicos**. Embrapa, Brasília, 2018

TOCHETTO, T. **Posicionamento de aplicação de fungicidas para controle de ferrugem asiática e produtividade de soja**. Trabalho de Conclusão de Curso - Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Erechim, 2023.

TORBEN, N. R., SILVA, F. D. L., DEBORTOLI, M. P., UEBEL, J. D., FÁVERA, D. D., BALARDIN, R.S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012. 22

WEBBER, N. C., DOS SANTOS, E. M., RUSSINI, A., SILVA, F. F. Deposição de calda ao longo do dossel na cultura da soja utilizando pulverizador equipado com controlador de fluxo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 459-468, 2017.

WRATHER, J. A.; KOENNING, S. R.; ANDERSON, T. R. Effect of diseases on soybean yields in the United States and Ontario (1999 to 2002). **Plant Health Progress**, v. 22, p. 71-74, 1997.