

**AVALIAÇÃO DE COMPOSTO LÍQUIDO COMO BIOPROTETOR FUNGICO CITRATO DE SiCu, EM COMPARAÇÃO A MANCOZEB NO MANEJO DE PHAKOPSORA PACHYRHIZI EM CULTIVO DE SOJA****EVALUATION OF THE LIQUID COMPOUND SICU CITRATE AS A FUNGAL BIOPROTECTOR, COMPARED TO MANCOZEB, IN THE MANAGEMENT OF PHAKOPSORA PACHYRHIZI IN SOYBEAN CULTIVATION****EVALUACIÓN DEL COMPUESTO LÍQUIDO CITRATO DE SICU COMO BIOPROTECTOR FÚNGICO, COMPARADO CON MANCOZEB, EN EL MANEJO DE PHAKOPSORA PACHYRHIZI EN EL CULTIVO DE SOJA**

10.56238/revgeov16n5-239

**Antonio Junior Dal Piva**

Mestre em Gestão da Inovação

Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)

E-mail: agrodalpiva@gmail.com

**Cristiano Reschke Lajus**

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)

E-mail: clajus@unochapeco.edu.br

**Éttore Guilherme Poletto Diel**

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)

E-mail: ettorepoletto77@gmail.com

**Fábio José Busnello**

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)

E-mail: fbusnello@yahoo.com.br

**Magdalena Reschke Lajus Traví**

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)

E-mail: magdalena@unochapeco.edu.br

**Aline Vanessa Sauer**

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

E-mail: Aline.sauer@uenp.edu.br



**RESUMO**

A soja é a principal cultura agrícola do Brasil, cultivada em todas as regiões do país, e sua produtividade é fortemente influenciada por fatores bióticos e abióticos. Dentre os problemas bióticos, as doenças fúngicas se destacam, sendo a ferrugem asiática, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, a mais severa. O controle dessa doença baseia-se no manejo integrado, com o uso de fungicidas químicos associado ao vazio sanitário e ao uso de cultivares resistentes. No entanto, a elevada capacidade adaptativa do patógeno tem impulsionado o desenvolvimento de novas estratégias de controle. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agronômico do "Bioprotetor Citrato de SiCu" como alternativa ao mancozeb no manejo de *P. pachyrhizi* em soja. Foram testadas três doses (0,5; 1,0; e 2,0) do Bioprotetor, aplicadas em mistura com os fungicidas sistêmicos Score Flexi, Mitrion e Cypres, em três momentos distintos: aos 21, 35 e 49 dias após a emergência (DAE). O controle positivo consistiu no uso de mancozeb associado aos mesmos fungicidas, e o controle negativo foi composto por plantas não pulverizadas. A eficiência dos manejos foi avaliada com base na severidade da ferrugem (escala diagramática), na área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC), na altura das plantas, no teor de clorofila e no acúmulo de matéria seca. Os resultados demonstraram redução significativa da severidade e da esporulação do fungo nas plantas tratadas com Bioprotetor + fungicidas sistêmicos e com mancozeb + fungicidas sistêmicos, em comparação ao controle negativo. No entanto, as plantas tratadas com mancozeb apresentaram maior acúmulo de matéria seca na parte aérea e nas vagens. As doses mais elevadas do Bioprotetor não igualaram o desempenho do mancozeb quanto à biomassa, embora todas tenham sido eficazes na redução da doença.

**Palavras-chave:** *Phakopsora pachyrhizi*. Bioprotetor. Mancozeb.

**ABSTRACT**

Soybean is the main agricultural crop in Brazil, cultivated in all regions of the country, and its productivity is strongly influenced by biotic and abiotic factors. Among the biotic problems, fungal diseases stand out, with Asian soybean rust, caused by *Phakopsora pachyrhizi*, being the most severe. Control of this disease is based on integrated management, with the use of chemical fungicides associated with sanitary breaks and the use of resistant cultivars. However, the high adaptive capacity of the pathogen has driven the development of new control strategies. This work aimed to evaluate the agronomic performance of "Bioprotetor Citrate SiCu" as an alternative to mancozeb in the management of *P. pachyrhizi* in soybeans. Three doses (0.5, 1.0, and 2.0) of Bioprotector were tested, applied in mixture with the systemic fungicides Score Flexi, Mitrion, and Cypres, at three distinct times: 21, 35, and 49 days after emergence (DAE). The positive control consisted of the use of mancozeb associated with the same fungicides, and the negative control consisted of unsprayed plants. The efficiency of the management treatments was evaluated based on rust severity (diagrammatic scale), area under the disease progress curve (AUDPC), plant height, chlorophyll content, and dry matter accumulation. The results demonstrated a significant reduction in the severity and sporulation of the fungus in plants treated with Bioprotector + systemic fungicides and with mancozeb + systemic fungicides, compared to the negative control. However, plants treated with mancozeb showed greater dry matter accumulation in the aerial part and pods. The highest doses of Bioprotector did not match the performance of mancozeb in terms of biomass, although all were effective in reducing the disease.

**Keywords:** *Phakopsora pachyrhizi*. Bioprotector. Mancozeb.

**RESUMEN**

La soja es el principal cultivo agrícola de Brasil, presente en todas las regiones del país, y su productividad se ve fuertemente influenciada por factores bióticos y abióticos. Entre los problemas bióticos, destacan las enfermedades fúngicas, siendo la roya asiática de la soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, la más grave. El control de esta enfermedad se basa en el manejo integrado, con el uso de fungicidas químicos asociados a roturas sanitarias y el uso de cultivares resistentes. Sin embargo, la alta capacidad adaptativa del patógeno ha impulsado el desarrollo de nuevas estrategias de control. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento agronómico de "Bioprotetor Citrato



SiCu" como alternativa al mancozeb en el manejo de *P. pachyrhizi* en soja. Se probaron tres dosis (0,5, 1,0 y 2,0) de Bioprotector, aplicadas en mezcla con los fungicidas sistémicos Score Flexi, Mitrion y Cypress, en tres momentos distintos: 21, 35 y 49 días después de la emergencia (DDE). El control positivo consistió en el uso de mancozeb asociado a los mismos fungicidas, y el control negativo consistió en plantas sin pulverizar. La eficiencia de los tratamientos de manejo se evaluó con base en la severidad de la roya (escala diagramática), área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC), altura de planta, contenido de clorofila y acumulación de materia seca. Los resultados demostraron una reducción significativa en la severidad y esporulación del hongo en plantas tratadas con Bioprotector + fungicidas sistémicos y con mancozeb + fungicidas sistémicos, en comparación con el control negativo. Sin embargo, las plantas tratadas con mancozeb mostraron mayor acumulación de materia seca en la parte aérea y vainas. Las dosis más altas de Bioprotector no igualaron el desempeño de mancozeb en términos de biomasa, aunque todas fueron efectivas en la reducción de la enfermedad.

**Palabras clave:** *Phakopsora pachyrhizi*. Bioprotector. Mancozeb.



## 1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura agrícola do Brasil, responsável por bilhões de dólares em exportações anualmente. No ano anterior, o complexo soja foi responsável por mais de US\$ 52,19 bilhões em exportações, mantendo-se como o maior setor do agronegócio nacional (MAPA, 2024). As áreas de cultivo se estendem por todas as regiões do país, consolidando a cultura como uma importante fonte de geração de empregos, renda e desenvolvimento socioeconômico.

Apesar de sua relevância produtiva, diversos desafios fitossanitários estão presentes nas lavouras de soja, resultantes da interação com agentes bióticos e abióticos. Entre esses fatores, as doenças se destacam pelo impacto direto sobre o potencial produtivo. Atualmente, são descritas mais de 300 doenças que afetam a cultura da soja no mundo, sendo a maioria associada a patógenos fúngicos e oomicetos, o que reforça a necessidade de estratégias de manejo eficientes e atualizadas (Hosseini et al., 2023).

Dentre as doenças fúngicas, destaca-se a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, considerada a principal doença da cultura no Brasil, as perdas podem chegar a 90% na produtividade. A ferrugem doença foi observada pela primeira vez em 2001, e atualmente, está presente em todas as áreas de cultivo de soja do país. A principal forma de controle é com fungicidas químicos, aliada a outras práticas de manejo, como o vazio sanitário e o uso de cultivares resistentes.

Para aumentar a eficiência no controle da ferrugem, a melhor estratégia é utilizar produtos com diferentes modos de ação. O uso de fungicidas multissítios, como o mancozebe, em combinação com produtos sistêmicos, aumenta a eficácia do controle e contribui para prolongar a vida útil dos fungicidas sistêmicos. Visto que o fungo *P. pachyrhizi* apresenta alta capacidade adaptativa, decorrente de sua elevada variabilidade genética, que podem ter contribuído para a seleção de isolados resistentes ou com menor sensibilidade a fungicidas dos grupos dos inibidores da desmetilação (DMI), inibidores da quinona externa (QoI) e inibidores da succinato desidrogenase (SDHI) (Schmitz et al., 2014; Kłosowski et al., 2016; Simões et al., 2018).

Uma alternativa aos fungicidas no controle da ferrugem da soja é o uso de substâncias "bioprotetoras". Como exemplo, substâncias indutoras de resistência, como o acibenzolar-S-metil e o silício (Si). Esses compostos aplicados isoladamente ou em combinação com fungicidas, podem contribuir na redução da severidade da ferrugem asiática da soja (Cruz et al., 2014). O uso de substâncias "bioprotetoras" no controle de doenças agrícolas é uma alternativa plausível para alcançar uma agricultura mais sustentável. Isso porque, além de reduzirem os custos de produção — já que algumas dessas substâncias são subprodutos da indústria siderúrgica, por exemplo —, elas apresentam menor impacto ambiental e à saúde humana, devido à consequente redução no número de aplicações ou na quantidade de fungicidas utilizados (Liang et al., 2015; Fontes et al., 2024).



## 2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agronômico do bioprotetor Citrato de SiCu em substituição ao mancozeb no manejo de *P. pachyrhizi* em cultivo de soja.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado utilizando-se uma cultivar de soja Tormenta 74K76RSF (sem tratamento de semente). As plantas foram cultivadas em vasos contendo 4kg (seis quilogramas) de solo argiloso altamente fértil. O delineamento experimental adotado foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições por tratamentos.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- T1 – Plantas sem aplicação de fungicidas (controle negativo);
- T2 – Plantas tratadas com três aplicações de fungicidas na dose recomendada:
  - 1<sup>a</sup> aplicação: Mancozeb + Score Flexi (21 dias após a emergência – DAE);
  - 2<sup>a</sup> aplicação: Mancozeb + Mitrion (35 DAE);
  - 3<sup>a</sup> aplicação: Mancozeb + Cypres (49 DAE);
- T3 – Plantas tratadas com três aplicações do Bioprotetor Dalpiva na dose de 0,5 (dose recomendada):
  - 1<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Score Flexi (21 DAE);
  - 2<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Mitrion (35 DAE);
  - 3<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Cypres (49 DAE);
- T4 – Plantas tratadas com três aplicações do Bioprotetor Citrato SiCu na dose de 1,0 (dose recomendada):
  - 1<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Score Flexi (21 DAE);
  - 2<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Mitrion (35 DAE);
  - 3<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Cypres (49 DAE);
- T5 – Plantas tratadas com três aplicações do Bioprotetor Citrato SiCu na dose de 1,0 (dose recomendada):
  - 1<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Score Flexi (21 DAE);
  - 2<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Mitrion (35 DAE);
  - 3<sup>a</sup> aplicação: Bioprotetor + Cypres (49 DAE).

As pulverizações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado por co<sub>2</sub>, utilizando uma taxa de aplicação de 150 l/ha e bicos do tipo cone.



### 3.2 INOCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DA FERRUGEM

Para simular a condição de campo com pressão de inóculo constante, a inoculação foi realizada em dois momentos: sete dias após a primeira aplicação e sete dias após a segunda aplicação dos tratamentos. Para a inoculação das plantas, foi utilizada uma suspensão contendo  $10^5$  urediniósporos de *P. pachyrhizi* por mililitro, gelatina sem sabor a 0,5% (p/v) e Tween 20 (25  $\mu$ L/L). Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida, no escuro, por um período mínimo de 12 horas, visando favorecer a infecção.

Foram coletados dados referentes à severidade da doença, teor de clorofila (SPAD), massa seca da parte aérea (MSPA) e das vagens (MSV) e altura das plantas. As avaliações de severidade e do teor de clorofila foram realizadas aos 1, 3, 5 e 7 dias após a primeira e a segunda inoculação, e aos 1, 3, 5 e 7 dias após a última aplicação dos tratamentos.

A estimativa da severidade da ferrugem foi realizada por meio de escala diagramática (SAD), composta por 10 níveis de severidade (0,2%, 1%, 3%, 5%, 10%, 25%, 40%, 55%, 70% e 84%), conforme descrito por Franceschi et al. (2020).

Além da análise de severidade da doença, avaliamos a esporulação nas lesões localizadas em folhas do terço médio das plantas. Para padronizar a amostragem das folhas, foram coletadas a oitava folha, a partir do último nó, de cada uma das repetições. As folhas foram levadas ao laboratório e avaliadas em microscópio estereoscópico. A presença de urediniósporos foi confirmada com uso de lâminas diretas, observadas em microscópio de óptico, objetivas de 10 e 40x.

A variável altura das plantas foi mensurada sete dias após a última aplicação dos tratamentos. A matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das vagens (MSV) foram obtidos após a secagem em estufa, durante 72 horas a 60 °C, e posterior pesagem. Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas para posterior análise estatística.

Com os dados de severidade foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AUDPC), utilizando o pacote agricolae no software RStudio. Os demais dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas por meio de teste de comparação LSD.test.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O manejo com bioprotetor citrato SiCu + fungicidas sistêmicos, assim como o manejo com mancozebe + sistêmicos, apresentaram resultados estatisticamente iguais entre si e diferentes do controle negativo quanto à área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) (Figura 01A). A severidade da ferrugem nas plantas do controle negativo foi de 40%, enquanto nas plantas manejadas com mancozebe + fungicidas sistêmicos e bioprotetor + fungicidas sistêmicos foi inferior a 10% (Figura 02).



A avaliação das lesões nas folhas do terço médio das plantas tratadas com bioprotetor + fungicidas sistêmicos e com mancozebe + fungicidas sistêmicos não revelou a presença de urediniósporos, ao passo que as lesões nas plantas do controle negativo apresentaram esporulação acentuada de urediniósporos (Figura 01B, Figuras suplementares 01-05).

Todavia, o manejo que apresentou o maior teor de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi o de mancozebe + fungicidas sistêmicos (Tabela 01). O manejo com a dose 0,5 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos apresentou o segundo maior teor de MSPA, diferindo dos manejos com as doses 1,0 e 2,0 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos, que apresentaram teores semelhantes ao controle negativo (Tabela 01).

Com relação à matéria seca das vagens (MSV), o maior teor foi observado no manejo com mancozebe + fungicidas sistêmicos. O manejo com a dose 0,5 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos apresentou um teor intermediário de MSV, não diferindo significativamente do manejo com mancozebe + fungicidas sistêmicos nem dos demais tratamentos. Em relação à altura das plantas, não foi observada diferença estatística entre os manejos e o controle negativo (Tabela 01).

A ferrugem asiática da soja pode reduzir o teor de matéria seca e a produtividade por diversos fatores, como a queda prematura de folhas e a redução da área foliar verde, decorrente da presença de lesões (Kumudini et al., 2008). Isso explicaria o maior teor de matéria seca da parte aérea e das vagens observado nas plantas tratadas com mancozebe + sistêmicos e bioprotetor citrato SiCu (dose 0,5) + sistêmicos, visto que nesses manejos tanto a severidade quanto a área de progresso da doença apresentaram valores inferiores aos do controle negativo.

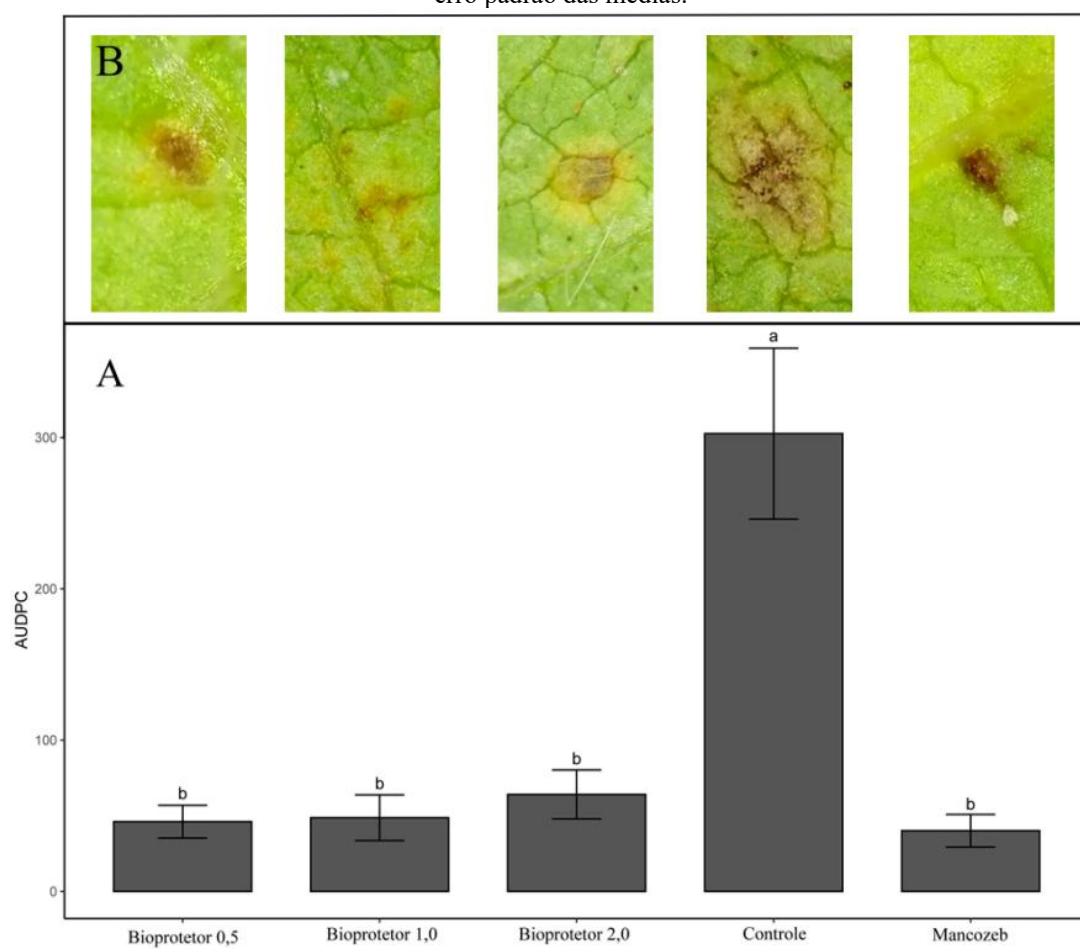
Contudo, não houve diferença nos teores de matéria seca da parte aérea e das vagens entre as plantas tratadas com bioprotetor nas doses 1,0 e 2,0 + sistêmicos e as do controle negativo.

O teor de clorofila nas plantas tratadas com bioprotetor citrato de SiCu foi semelhante ao observado no controle negativo e no manejo com mancozebe + fungicidas sistêmicos nos primeiros dias de avaliação. Contudo, à medida que as avaliações avançaram, o manejo com mancozebe + fungicidas sistêmicos apresentou teores de clorofila superiores aos dos demais tratamentos, o que pode justificar a maior quantidade de matéria seca observada nesse manejo.

Além do efeito protetor, o Mancozebe pode atuar como fonte de manganês e zinco, micronutrientes associados à melhora da atividade enzimática e da fotossíntese nas plantas, o que poderia explicar os maiores teores de clorofila nas plantas tratadas com mancozebe + fungicidas sistêmicos (Bergamin Filho et al, 2011).

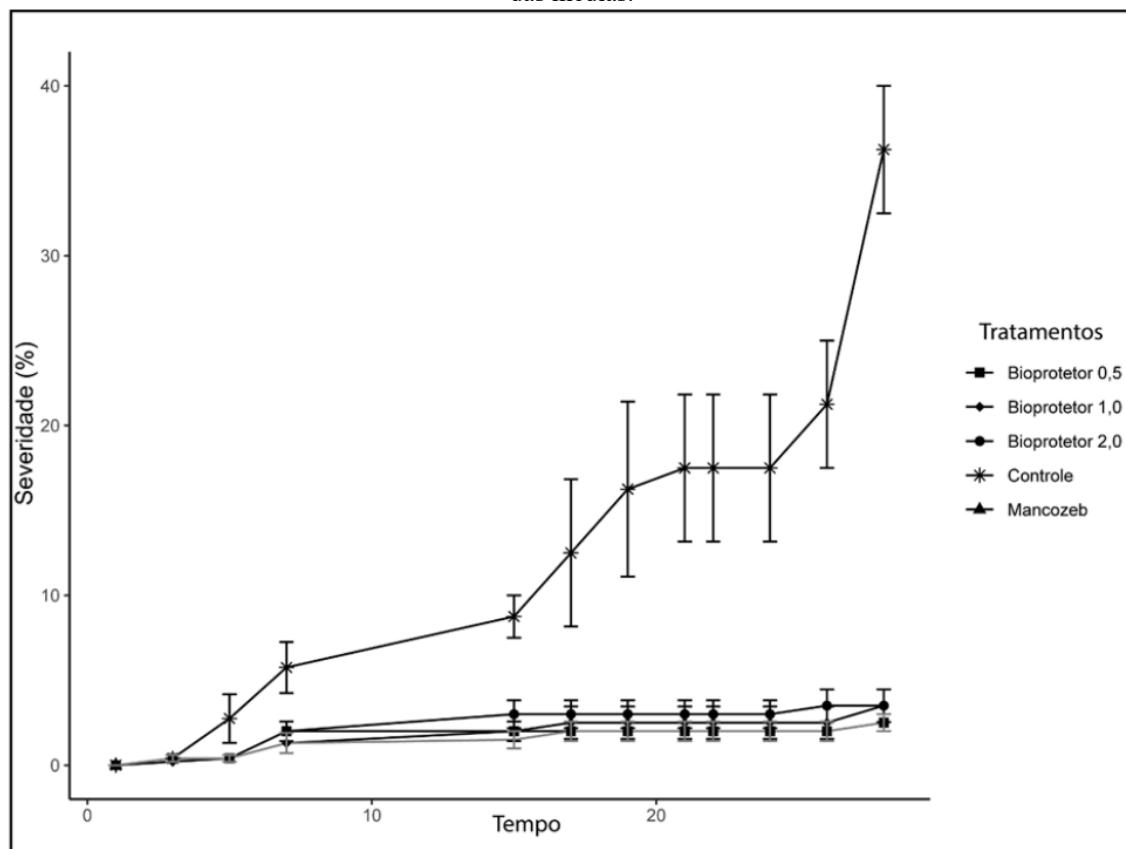


Figura 01. Área sob a curva de progresso da doença (AACPD) (A); sintomas e sinais (B) da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em plantas de soja pulverizadas com bioprotetor 0,5 + Fungicidas Sistêmicos, Bioprotetor 1,0 + Fungicidas Sistêmicos, Bioprotetor 2,0 + Fungicidas Sistêmicos, Controle negativo e Mancozeb + Fungicidas Sistêmicos. Letras diferentes são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ) de acordo com o teste LSD.test. As barras representam o erro padrão das médias.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 02. Médias da severidade de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em plantas de soja pulverizadas com bioprotetor 0,5 + fungicidas sistêmicos, bioprotetor 1,0 + fungicidas sistêmicos, bioprotetor 2,0 + fungicidas sistêmicos, controle negativo e mancozeb + fungicidas sistêmicos, em cada tempo de avaliação. As barras representam o erro padrão das médias.



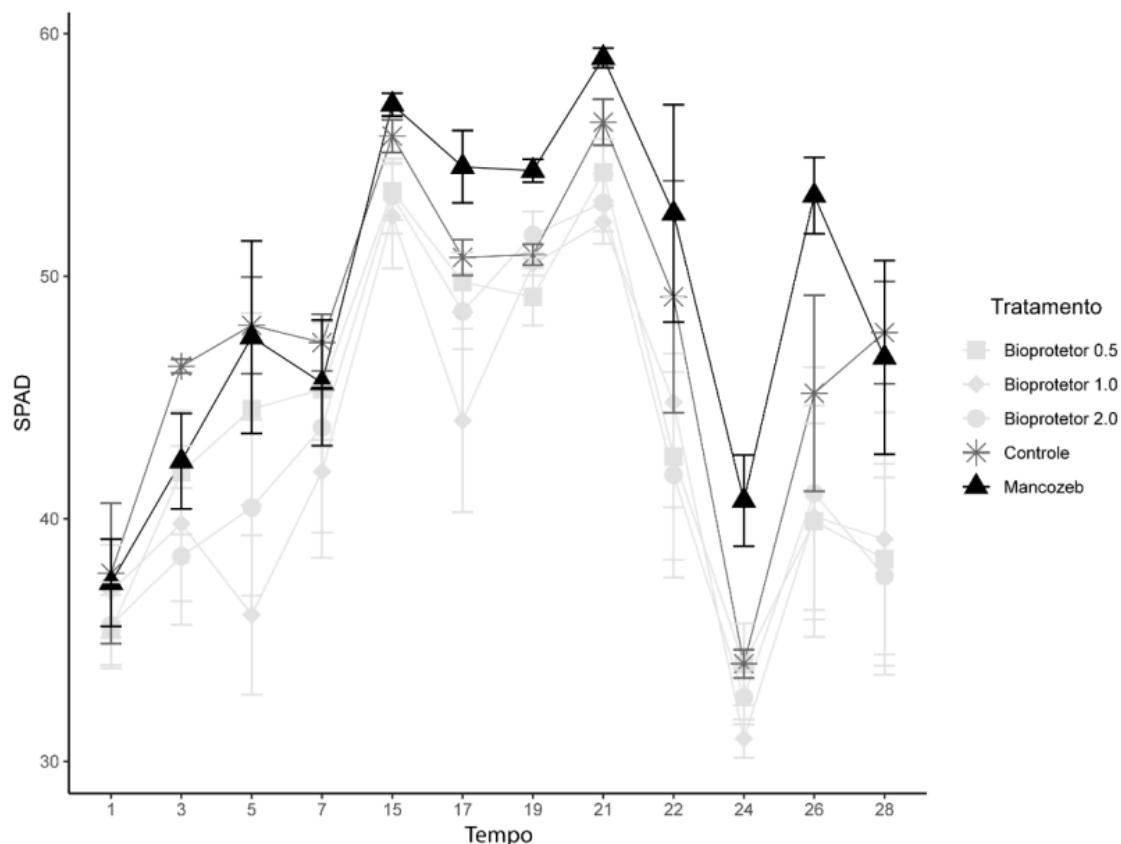
Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Tabela 01. Resultados do teste de média para a avaliação da altura, massa seca da parte aerea (MSPA), e massa seca das vagens (MSV). Letras iguais não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) de acordo com o teste LSD.test.

Tratamentos	Altura (cm)	MSPA (g)	MSV (g)
<b>Mancozeb</b>	61,22a	24,66a	38,50a
<b>Dose 0,5</b>	59,68a	22,42b	36,99ab
<b>Dose 2,0</b>	58,44a	20,42c	35,25b
<b>Dose 1,0</b>	57,56a	20,22c	34,53b
<b>Controle</b>	57,41a	20,21c	34,48b

Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 04. Teor de clorofila ao longo do tempo de avaliação das plantas manejadas com Bioprotetor + Fungicidas Sistêmicos nas doses 0,5, 1,0 e 2,0, Mancozeb + Fungicidas Sistêmicos, e Controle negativo.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

## 5 CONCLUSÃO

O manejo com as doses 0,5, 1,0 e 2,0 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos é capaz de reduzir a esporulação da ferrugem asiática da soja, contribuindo para a diminuição da severidade da doença nas plantas infectadas.

O manejo com as doses 1,0 e 2,0 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos não resultou em aumento significativo nos teores de MSPA e MSV, em comparação ao controle negativo. Enquanto a dose de 0,5 do bioprotetor + fungicidas sistêmicos aumentou os teores de MSPA e MSV em relação ao controle negativo, mas não em relação ao manejo com mancozebe + fungicidas sistêmicos.

O teor de clorofila nas plantas tratadas com mancozebe + fungicidas sistêmicos foi superior ao observado nos tratamentos com bioprotetor + fungicidas sistêmicos em todas as doses. Esse resultado pode ser atribuído à presença de micronutrientes, como zinco e manganês, na composição do mancozebe.

Embora o manejo com bioprotetor + fungicidas sistêmicos tenha reduzido a esporulação do fungo, seria importante realizar novos ensaios para avaliar o efeito isolado do bioprotetor (sem associação dos demais fungicidas) no controle da ferrugem asiática da soja sem o efeito dos demais fungicidas utilizadas.

## REFERÊNCIAS

Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M. Controle químico. In: Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. 4. Ed. São paulo: agronômica ceres, 2011. V. 1, p. 761–785.

CRUZ, Maria Fernanda Antunes et al. Soybean resistance to Phakopsora pachyrhizi as affected by acibenzolar-S-methyl, jasmonic acid and silicon. *Journal of Phytopathology*, v. 162, n. 2, p. 133-136, 2014.

FONTES, Bianca Apolônio et al. Resistência da soja contra infecção por Phakopsora pachyrhizi é induzida por um fosfato de níquel e potássio. *Plants*, v. 13, n. 22, p. 3161, 2024.

Franceschi, V.T.; Alves, K.S.; Mazaro, S.M.; Godoy, C.V.; Duarte, H.S.; Del Ponte, E.M. Um novo diagrama de área padrão para avaliação da severidade da ferrugem da soja melhora a precisão das estimativas e otimiza o uso de recursos. *Fitopatologia*, 69, 495-505, 2020.

HOSSEINI, Behnoush; VOEGELE, Ralf Thomas; LINK, Tobias Immanuel. Diagnosis of soybean diseases caused by fungal and oomycete pathogens: Existing methods and new developments. *Journal of Fungi*, v. 9, n. 5, p. 587, 2023.

KLOSOWSKI, Ana C. et al. Detecção da mutação F129L no gene do citocromo b em Phakopsora pachyrhizi. *Pest Management Science*, v. 72, n. 6, p. 1211-1215, 2016.

KUMUDINI, S. et al. Mecanismos envolvidos na redução da produtividade induzida pela ferrugem da soja. *Crop Science*, v. 48, n. 6, p. 2334-2342, 2008.

LIANG, Yongchao et al. Tolerância ao estresse salino mediada por silício. *Silício na Agricultura: Da Teoria à Prática*, p. 123-142, 2015.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. As exportações do agronegócio brasileiro ultrapassarão US\$ 153 bilhões em 2024. Brasília, 2024. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/en/news/brazilian-agribusiness-exports-surpass-usd-153-billion-in-2024>>.

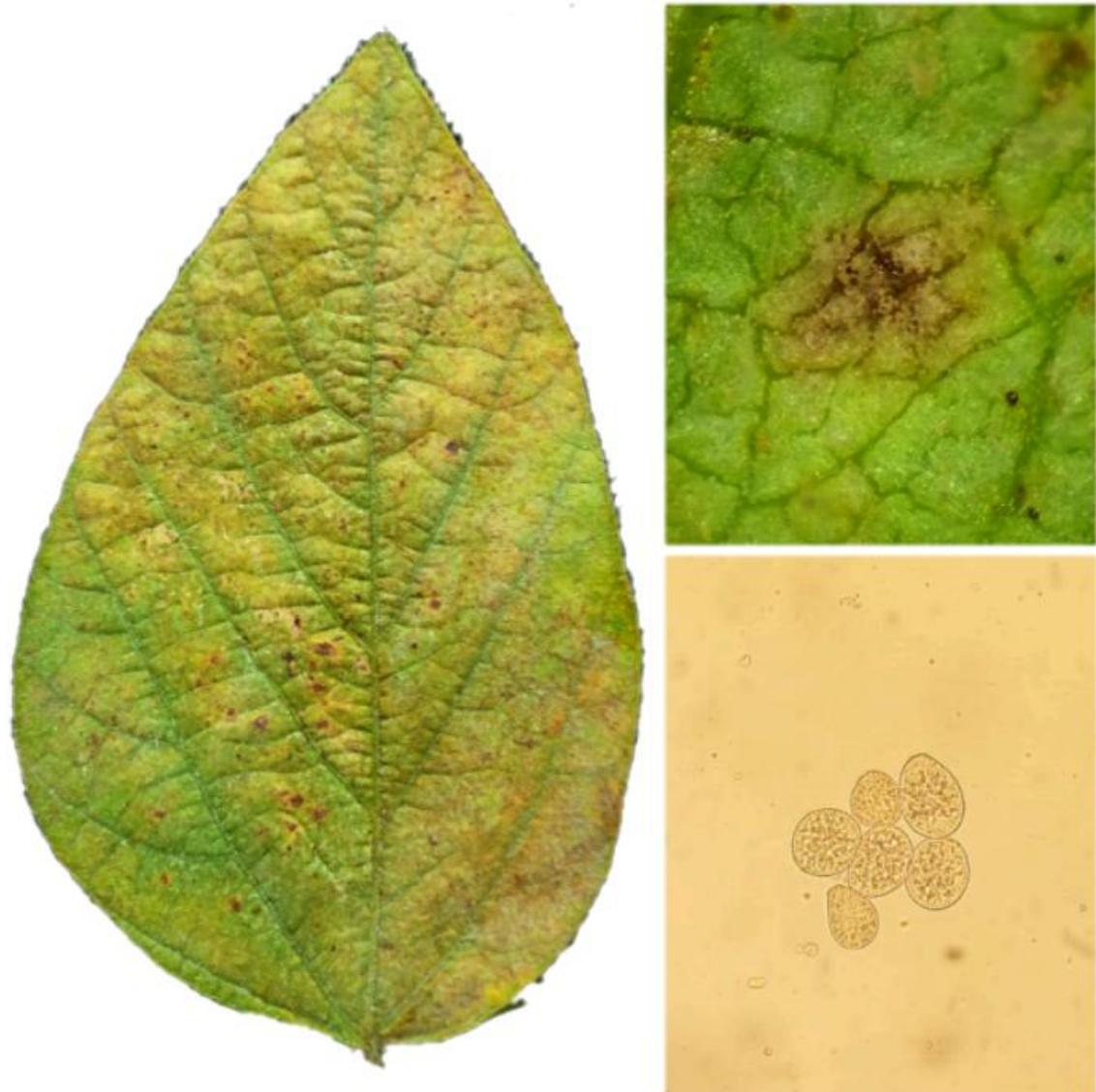
SCHMITZ, Helena K. et al. Sensibilidade de Phakopsora pachyrhizi a inibidores de quinona externa e inibidores de desmetilação, e mecanismos de resistência correspondentes. *Pest Management Science*, v. 70, n. 3, p. 378-388, 2014.

SIMÕES, Kelly et al. Primeira detecção de uma variante de SDH com sensibilidade reduzida à SDHI em Phakopsora pachyrhizi. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 125, n. 1, p. 21-26, 2018.



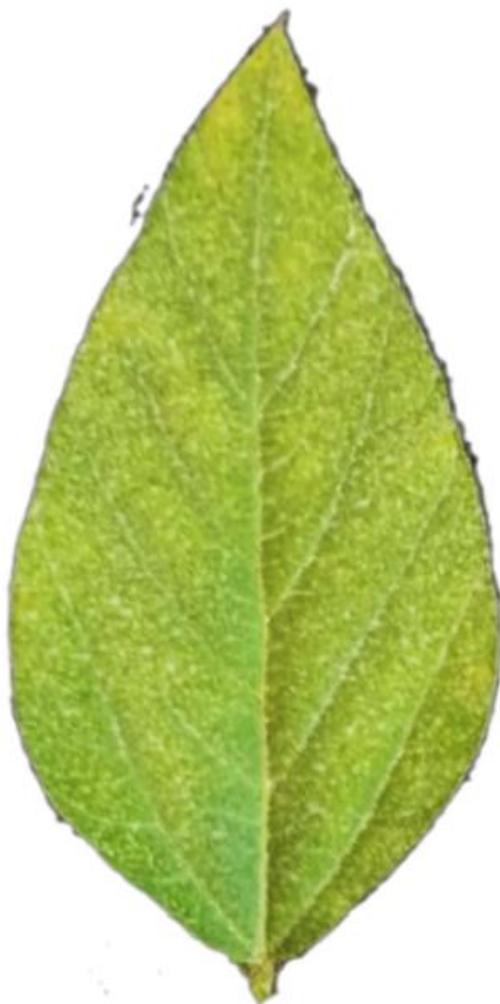
**ANEXOS**

Figura 01 suplementar: lesões de ferrugem asiatica da soja em folhas e uredinióspos em plantas com não manejadas (controle negativo).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 02 suplementar: lesões em folhas de soja, sem presença de esporulação em plantas manejadas com mancozeb + fungicidas Sistêmicos.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 03 suplementar: lesões em folhas de soja, sem presença de esporulação em plantas manejadas com bioprotetor dose 0,5 + fungicidas sistêmicos.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 04 suplementar: lesões em folhas de soja, sem presença de esporulação em plantas manejadas com bioprotetor dose 1,0 + fungicidas sistêmicos.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).

Figura 05 suplementar: lesões em folhas de soja, sem presença de esporulação em plantas manejadas com mioprotetor dose 2,0 + fungicidas sistêmicos.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2025).