

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES**

**MATHEUS FARIA ABRANTES**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS FOLIARES NA SOJA**

**Ceres - GO**

**2023**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES**

**MATHEUS FARIA ABRANTES**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS FOLIARES NA SOJA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mônica Lau da Silva Marques.

**Ceres - GO**

**2023**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

AB161 Abrantes, Matheus Faria  
CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS FOLIARES NA SOJA /  
Matheus Faria Abrantes; orientadora Mônica Lau da  
Silva Marques. -- Ceres, 2023.  
15 p.

TCC (Graduação em Agronomia ) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Ceres, 2023.

1. *Bacillus subtilis* BV02. 2. *Phakopsora*  
*pachyrhizi*. 3. *Glycine max* L. I. Marques, Mônica Lau  
da Silva, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia - Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Matheus Faria Abrantes

Matrícula: 2019103200240250

Título do Trabalho: Controle biológico de doenças foliares na soja

### Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 02 de junho de 2023.

*Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

*Assinatura eletrônica do orientador*

Documento assinado eletronicamente por:

- **Matheus Faria Abrantes, 2019103200240250 - Discente**, em 02/06/2023 18:57:59.
- **Monica Lau da Silva Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 02/06/2023 16:32:34.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/06/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 500903  
Código de Autenticação: f36785c000



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Ceres  
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, 03, Zona Rural, CERES / GO, CEP 76300-000  
(62) 3307-7100

#### ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) dezenove dia(s) do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Mathews Faria Albrantes, do Curso de Bacharelado em Agronomia matrícula 2019103200240250 cujo título é "Controle biológico de doenças foliares na soja". A defesa iniciou-se às

13 horas e 20 minutos, finalizando-se às 15 horas e 10 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8,0 no trabalho escrito, média 9,0 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,5 de **pontos**, estando o(a) estudante apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Mônica Leão da Silva Marques

*Assinatura Presidente da Banca*

Tássia Tuane Moxira dos Santos

*Assinatura Membro 1 Banca Examinadora*

Abilio Santos Cavalcante Júnior

*Assinatura Membro 2 Banca Examinadora*

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me capacitado para a realização deste trabalho e por ter abençoado minha trajetória durante o curso. Agradeço a minha família, em especial minha mãe, Elza Ferreira Faria Abrantes, e meu pai, Hernildo Raimundo da Silva Abrantes, que foram minha base, que sempre estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida, que não mediram esforços durante todo o período escolar, sempre com muito amor, carinho e fé.

Agradeço a minha namorada, Amanda Martins Caldeira, por todo apoio durante todo o curso, dando conselhos e me ajudando, sempre pronta para me apoiar e incentivar em todos os momentos. Fazendo uma enorme diferença, obrigado por ser essa parceira incrível, que não mediu esforços para me ajudar.

À professora Dr<sup>a</sup>. Mônica Lau da Silva Marques, que aceitou o convite de participar desse trabalho, orientando e contribuindo para sua melhoria. Agradeço a confiança e incansável dedicação, que sempre me incentivou a buscar mais conhecimento e sempre estava disposta a tirar todas minhas dúvidas, e que incentiva a pesquisa. Obrigada pela sabedoria, pelo seu tempo e por compartilhar sua experiência.

A empresa Semear por todo suporte disponibilizado para este trabalho e por acreditar na pesquisa. Por fim, sou grato a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, participaram da realização desse projeto.

## RESUMO

A cultura da soja vem se destacando cada vez mais no cenário nacional. Grandes avanços e melhorias na produtividade foram alcançados. No entanto, ainda há fatores limitantes que influenciam seu desempenho, principalmente as doenças foliares. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do biofungicida, *Bacillus subtilis* BV02, no controle de doenças foliares na soja. O ensaio foi realizado na estação experimental da Semear, com delineamento de blocos inteiramente casualizados (DBC), havendo 4 repetições e 6 tratamentos. As observações foram feitas por meio de avaliações de folhas do terço inferior, médio e superior, comparando com as escalas diagramáticas. Ademais, foi analisada a desfolha, incidência de doenças, produtividade e peso de mil grãos (PMG). Inicialmente obteve-se uma baixa pressão de mancha parda, porém ao final do ciclo a doença se intensificou juntamente com outra DFC, onde o tratamento 3 e 6 obtiveram melhores resultados. Já a ferrugem asiática, apresentou uma alta incidência, resultando em uma desfolha precoce nos tratamentos 1, 4 e 5, enquanto nos tratamentos 3, 2 e 6, foi observado um bom controle. O tratamento 3 teve produtividade similar ao T6, de forma que sobressaíram a T2, onde a produtividade de T2 foi similar ao T5. Portanto, a utilização de fungicida biológico associado ao químico demonstrou um melhor resultado, de forma que os biofungicidas podem ser uma importante ferramenta no combate a doenças foliares, que causam diminuição na produtividade.

**Palavras-chave:** *Bacillus subtilis* BV02; *Phakopsora pachyrhizi*; *Glycine max* L.

## ABSTRACT

The soybean crop has been increasingly highlighted on the national scene. Great strides and improvements in productivity have been achieved. However, there are still limiting factors that influence its performance, mainly foliar diseases. Therefore, the present work aims to evaluate the performance of the biofungicide, *Bacillus subtilis* BV02, in the control of foliar diseases in soybean. The test was carried out at the Semear experimental station, with a completely randomized block design (DBC), with 4 replications and 6 treatments. Observations were made through evaluations of leaves in the lower, middle and upper thirds, comparing them with the diagrammatic scales. Furthermore, defoliation, disease incidence, yield, and thousand-grain weight (PMG) were analyzed. Initially, a low pressure of the brown spot was obtained, but at the end of the cycle the disease intensified together with other DFC, where treatments 3 and 6 obtained better results. Asian rust, on the other hand, showed a high incidence, resulting in early defoliation in treatments 1, 4 and 5, while in treatments 3, 2 and 6, good control was observed. Treatment 3 had similar productivity to T6, so that T2 stood out, where the productivity of T2 was similar to T5. Therefore, the use of biological fungicide associated with the chemical showed a better result, so that biofungicides can be an important tool in the fight against foliar diseases, which cause a decrease in productivity.

**Keywords:** *Bacillus subtilis* BV02; *Phakopsora pachyrhizi*; *Glycine max* L.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1: Área da estação.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 2: Área da estação.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 3: Média anual de precipitação e temperatura do município de Campinorte – GO.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 4: Escala diagramática para avaliação da severidade DFCs e septoria na soja .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 5: Escala diagramática para estimativa de severidade da ferrugem da soja.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 6: Escala diagramática para estimativa de desfolha provocada por doença.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 7: Interação dos fatores para aparecimento de doenças.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 8: Incidência de mancha parda .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 9: Severidade de mancha parda.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 10: Área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) de mancha parda nos terços inferior, médio e superior sob o efeito nos 6 tratamentos.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 11: Incidência de ferrugem asiática .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 12: Severidade de ferrugem asiática.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 13: Área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) de ferrugem asiática nos terços inferior, médio e superior sob o efeito nos 6 tratamentos.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 14: Avaliação de desfolha em R6 sob efeitos dos 6 tratamentos ...</b>	<b>12</b>
<b>Figura 15: Regime pluviométrico durante a condução do ensaio (precipitação acumulada). .....</b>	<b>13</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Disposição do ensaio.....	4
Tabela 2: Cronograma de aplicação dos fungicidas .....	5
Tabela 3: Comparação de produtividade e PMG da soja, sob o efeito em 6 tratamentos.....	12

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Metodologia .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Considerações finais .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Referências .....</b>	<b>14</b>

## Controle biológico de doenças foliares na soja

Biological control of leaf diseases in soybean

Control biológico de enfermidades foliares en soja

**Matheus Faria Abrantes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2488-9479>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [matheusfaria4367@gmail.com](mailto:matheusfaria4367@gmail.com)

**Mônica Lau da Silva Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0815>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [monica.lau@ifgoiano.edu.br](mailto:monica.lau@ifgoiano.edu.br)

### Resumo

A cultura da soja vem se destacando cada vez mais no cenário nacional. Grandes avanços e melhorias na produtividade foram alcançados. No entanto, ainda há fatores limitantes que influenciam seu desempenho, principalmente as doenças foliares. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do biofungicida, *Bacillus subtilis* BV02, no controle de doenças foliares na soja. O ensaio foi realizado na estação experimental da Semear, com delineamento de blocos inteiramente casualizados (DBC), havendo 4 repetições e 6 tratamentos. As observações foram feitas por meio de avaliações de folhas do terço inferior, médio e superior, comparando com as escalas diagramáticas. Ademais, foram analisadas a desfolha, incidência de doenças, produtividade e peso de mil grãos (PMG). Inicialmente obteve-se uma baixa pressão de mancha parda, porém ao final do ciclo a doença se intensificou juntamente com outra DFC, onde o tratamento 3 e 6 obtiveram melhores resultados. Já a ferrugem asiática, apresentou uma alta incidência, resultando em uma desfolha precoce nos tratamentos 1, 4 e 5, enquanto nos tratamentos 3, 2 e 6, foi observado um bom controle. O tratamento 3 teve produtividade similar ao T6, de forma que sobressaíram a T2, onde a produtividade de T2 foi similar ao T5. Portanto, a utilização de fungicida biológico associado ao químico demonstrou um melhor resultado, de forma que os biofungicidas podem ser uma importante ferramenta no combate a doenças foliares, que causam diminuição na produtividade.

**Palavras-chave:** *Bacillus subtilis* BV02; *Phakopsora pachyrhizi*; *Glycine max* L.

### Abstract

The soybean crop has been increasingly highlighted on the national scene. Great strides and improvements in productivity have been achieved. However, there are still limiting factors that influence its performance, mainly foliar diseases. Therefore, the present work aims to evaluate the performance of the biofungicide, *Bacillus subtilis* BV02, in the control of foliar diseases in soybean. The test was carried out at the Semear experimental station, with a completely randomized block design (DBC), with 4 replications and 6 treatments. Observations were made through evaluations of leaves in the lower, middle and upper thirds, comparing them with the diagrammatic scales. Furthermore, defoliation, disease incidence, yield, and thousand-grain weight (PMG) were analyzed. Initially, a low pressure of the brown spot was obtained, but at the end of the cycle the disease intensified together with other DFC, where treatments 3 and 6 obtained better results. Asian rust, on the other hand, showed a high incidence, resulting in early defoliation in treatments 1, 4 and 5, while in treatments 3, 2 and 6, good control was observed. Treatment 3 had similar productivity to T6, so that T2 stood out, where the productivity of T2 was similar to T5. Therefore, the use of biological fungicide associated with the chemical showed a better result, so that biofungicides can be an important tool in the fight against foliar diseases, which cause a decrease in productivity.

**Keywords:** *Bacillus subtilis* BV02; *Phakopsora pachyrhizi*; *Glycine max* L.

## Resumen

El cultivo de la soja se ha destacado cada vez más en el panorama nacional. Se han logrado grandes avances y mejoras en la productividad. Sin embargo, aún existen factores limitantes que influyen en su desempeño, principalmente enfermedades foliares. Por tanto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el desempeño del biofungicida *Bacillus subtilis* BV02, en el control de enfermedades foliares en soja. El ensayo se realizó en la estación experimental Semear, con un diseño de bloques completamente al azar (DBC), con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Las observaciones se realizaron mediante evaluaciones de hojas en los tercios inferior, medio y superior, comparándolas con las escalas esquemáticas. Además, se analizó la defoliación, la incidencia de enfermedades, el rendimiento y el peso de mil granos (PMG). Inicialmente se obtuvo una baja presión de la mancha café, pero al final del ciclo la enfermedad se intensificó junto con otras DFC, donde los tratamientos 3 y 6 obtuvieron mejores resultados. La roya asiática, por su parte, presentó una alta incidencia, resultando en una defoliación temprana en los tratamientos 1, 4 y 5, mientras que en los tratamientos 3, 2 y 6 se observó un buen control. El tratamiento 3 tuvo una productividad similar al T6, de manera que se destacó el T2, donde la productividad del T2 fue similar al T5. Por lo tanto, el uso de fungicida biológico asociado al químico mostró un mejor resultado, por lo que los biofungicidas pueden ser una herramienta importante en la lucha contra las enfermedades foliares, que provocan una disminución de la productividad.

**Palabras clave:** *Bacillus subtilis* BV02; *Phakopsora pachyrhizi*; *Glycine max* L.

## 1. Introdução

A soja (*Glycine max* L) tem grande relevância no cenário brasileiro. O grão ganha força a cada ano, aumentando a sua área plantada e os investimentos voltados para o setor. Seu cultivo é a fonte de renda para diversos produtores, além de gerar empregos diretos e indiretos. A cultura é implantada no verão, devido a maior precipitação de chuvas no país, atendendo as suas necessidades fisiológicas. Outro fator que contribui pra a expansão pelo Brasil é o constante trabalho de melhoramento, possibilitando o seu cultivo em diferentes climas e altitudes, tornando possível o estabelecimento em diversas regiões (Aprosoja, 2021).

A safra 2021/2022 do Brasil proporcionou o primeiro lugar em produção de soja do mundo, em que foi produzido 123.829,5 milhões de toneladas, com uma área plantada de 40.921,9 milhões de hectares, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2022). Já a safra 2022/2023, a área de produção da soja no Brasil corresponde a 43.459,9 mil ha, em que houve um aumento significativo da última safra para a atual, e as exportações atingiram 96.263,3 mil toneladas (Conab, 2023). Indicando assim, um bom crescimento do setor, por meio de investimentos, novas tecnologias, pesquisas e desenvolvimentos.

De acordo com a Embrapa (2004), fatores como doenças, bactérias e nematoides são os principais limitadores da produtividade da cultura da soja, resultando em perdas de no mínimo 15 a 20% do total. Um dos principais limitadores são as doenças causadas por fungos, como a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), que pode gerar uma grande perda da lavoura, devido a sua dispersão pelo vento após a esporulação, que facilita a rápida contaminação de novas áreas, sendo esse um dos fatores que aumentam os danos causados por essa doença (Bedin, 2018; Nanuci, 2020).

No Brasil, já foi identificado mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus. A expansão da soja para novas áreas contribui com o aumento e dispersão desses patógenos. Além disso, o sistema atual, praticamente monocultura, não viabiliza a rotação de culturas, apenas uma sucessão de cultura, o que também favorece a incidência dessas doenças (Godoy et al., 2014). Os fatores climáticos e variações de regiões faz com que a cada ano altere a doença de maior impacto econômico, como foi o caso da ferrugem, entre os anos de 2001 e 2008 onde a doença causou uma perda de mais 15 milhões de toneladas de soja (Godoy et al., 2014).

A ferrugem asiática pode comprometer até 80% da produtividade de uma lavoura, o que ressalta a importância do manejo dos patógenos nessa cultura. Atualmente a principal ferramenta de controle de doenças é o controle químico, porém já é possível

observar resistência dos fungos a alguns produtos (Nanuci, 2020). Segundo Nanuci (2020), essa diminuição no controle de doenças é devido ao grande número de aplicações utilizando modo de ação específico, assim o fungo desenvolve resistência ao produto, de forma que os grupos mais utilizados são os triazóis, estrobilurinas e carboxamidas. De acordo com Ghini e Kimati (2000), é extremamente importante a rotação dos grupos químicos utilizados no controle de doenças, uma vez que o uso contínuo pode realizar uma seleção de fungos fitopatogênicos resistentes, com consequente perda de moléculas comerciais, deixando o controle de doenças cada vez mais caro. Portanto, é importante a utilização de novas ferramentas no combate a doenças fúngicas na soja.

Segundo Souza, Rebouças, Amaral, Figueredo, e Santana (2014), atualmente uma das alternativas mais promissoras é o controle biológico, pois além de combater diferentes formas de fungos, ainda é capaz de incapacitar que ocorra a seleção de linhagens resistentes de fungos, tornando o uso de biológicos mais uma ferramenta no controle de doenças. Segundo Bettiol, Ghini e Morandi (2005), o *Bacillus subtilis* pode agir através de mecanismos de indução de resistência, por se tratar do mecanismo de antibiose, fazendo com que ocorra a liberação de substâncias que irão inibir outros microrganismos, afim de competir por nutriente e espaço, ou pode agir colonizando estruturas dos patógenos. Outro fator, é que a bactéria é capaz de produzir antibióticos e enzimas extracelulares agindo contra os fungos (Santos, 2009).

O biofungicida *Bacillus subtilis* BV02 tem como modo de ação a produção de substâncias que irão induzir a planta a produzir genes de resistência, a partir de lipopeptídeos que atacam as paredes celulares do fungo. Além de competir contra os patógenos por nutrientes e espaço, prejudicando então a germinação e controlando a doença (Agrolink, 2023).

Considerando o potencial de controle desse biofungicida, esse presente trabalho, teve como objetivo avaliar o desempenho do biofungicida, *Bacillus subtilis* BV02, no controle de doenças foliares na soja.

## 2. Metodologia

O trabalho foi realizado na estação experimental da empresa Semear (Figura 1 e 2), que tem uma área de 14 hectares, localizada na fazenda Fabrine - Rodovia BR153 KM 965, Zona Rural, Campinorte - GO, com coordenadas -14.378485, -49.173863.

**Figura 1:** Área da estação.



Fonte: Adaptado Google Maps (2023).

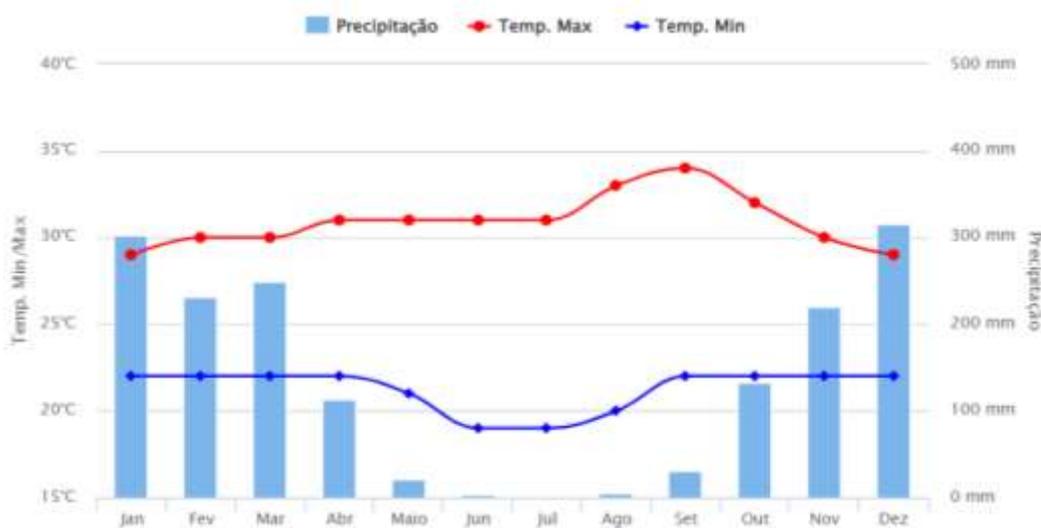
**Figura 2:** Área da estação



Fonte: O autor (2023).

A Estação tem como objetivo testar e validar insumos agrícolas, como cultivares de soja e milho (*Zea mays*), fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, bioestimulantes e outros. Com base no histórico da região (Figura 3), a média anual de precipitação é de 1.627 mm, com temperatura média de 26,6 °C, sendo dezembro e janeiro os meses de maior precipitação (Clima Tempo, 2023).

**Figura 3:** Média anual de precipitação e temperatura do município de Campinorte – GO.



Fonte: Clima Tempo (2023).

A cultivar utilizada foi a CZ 37B39, utilizando a população de 300 mil plantas por hectare, sendo realizada a semeadura tardia, a fim de conseguir maior pressão de doenças. Na adubação foi utilizado 160 kg/ha de cloreto de potássio (KCl) jogado a lanço, e na adubação de base utilizou-se 280 kg/ha de fosfato monoamônico (MAP) 05 – 35 - 00 + 10 Enxofre (S). Já no manejo de pragas foi utilizado o produto Egeo Pleno S (Tiametoxam; Lambda-Cialotrina), aplicado no estágio fenológico reprodutivo 3 (R3). Na dessecação foi utilizado Glifosato, Cletodin e Glufosinato, e no pós-emergente (V3) aplicou-se Glifosato + Cletodin. Devido as aplicações de herbicida e inseticida serem iguais para todos os tratamentos, foram aplicadas via bomba costal, com vazão de 130 L/ha.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas com cilindro de CO<sub>2</sub>, com vazão de 150 L/ha, no fim da tarde, no horário mais fresco. Utilizou-se o biofungicida *Bacillus subtilis* BV02 e fungicidas químicos padrões utilizados na região. A implantação do experimento foi realizada em blocos inteiramente casualizado (DBC), sendo parcelas de 4 m x 7 m (8 linhas), com quatro blocos de 6 tratamentos, ficando o ensaio disposto da seguinte ordem respectivamente (Tabela 1), bloco 1: tratamento 2, 3, 5, 6, 1, e 4; bloco 2: 6, 5, 4, 3, 2 e 1; bloco 3: 3, 4, 1, 5, 6 e 2; bloco 4: 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

**Tabela 1:** Disposição do ensaio.

Bloco	Tratamentos					
1	2	3	5	6	1	4
2	6	5	4	3	2	1
3	3	4	1	5	6	2
4	1	2	3	4	5	6

Fonte: Autor (2023).

Nas aplicações foram utilizados fungicidas químicos que são padrões aplicados na região, sendo o produto A, B, C e D, de forma que o produto A foi aplicado com 35 dias após emergência (DAE), B com 50 DAE, C mais D com 65 e 80 DAE. A aplicação do biofungicida varia de acordo com o tratamento utilizado, podendo ser aplicado com 20, 35 e 50 dias após a emergência, a fim de realizar a comparação de posicionamento, para testar qual o melhor momento de aplicar o biofungicida. Os tratamentos que utilizaram biofungicida tiveram 2 aplicações dele, onde uma foi padrão para todos, sendo realizada aos 35 dias

após emergência. Diante disso, as aplicações seguiram o cronograma disposto na tabela 2, sendo o momento de aplicação definido de acordo com os dias após a emergência (DAE).

**Tabela 2:** Cronograma de aplicação dos fungicidas

T	Tratamentos	Dose (L/ha)	Momento de aplicação (DAE)
1	Testemunha		
	Produto A (Impirfluxam; Tebuconazol) + Óleo Mineral	0,6 + 0,5	35
	Produto B (Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina) + Óleo metilado de soja	0,5 + 0,25	50
2	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)		65
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	80
	Produto A (Impirfluxam; Tebuconazol) + Óleo Mineral + Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	0,6 + 0,5 + 1	35
	Produto B (Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina) + Óleo metilado de soja + Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	0,5 + 0,25 + 1	50
3	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	65
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	80
	Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	1	35
	Produto B (Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina) + Óleo metilado de soja + Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	0,5 + 0,25 + 1	50
4	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	65
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	80
	Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	1	20
	Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	1	35
5	Produto B (Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina) + Óleo metilado de soja	0,5 + 0,25	50
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	65
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	80
	Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	1	20
	Produto A (Impirfluxam; Tebuconazol) + Óleo Mineral + Biofungicida ( <i>Bacillus subtilis</i> BV02)	0,6 + 0,5 + 1	35
6	Produto B (Bixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina) + Óleo metilado de soja	0,5 + 0,25	50
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	65
	Produto C (Difenoconazol; Ciproconazol) + Produto D (Clorotalonil)	0,4 + 1,5	80

Fonte: Autor (2023).

O tratamento 1 foi utilizado como testemunha, para o controle. Os tratamentos com fungicidas tiveram como aplicação padrão para todos, a utilização do produto B aos 50 dias após emergência, e a aplicação do produto C mais D aos 65 e 80 dias após a emergência. O tratamento 2 foi utilizado somente fungicidas químicos (padrão fazenda). Já o tratamento 3 utilizou os fungicidas químicos e o biológico, onde o biológico foi aplicado junto com o produto A e B. O tratamento 4, utilizou somente biológico na aplicação de 35 dias após a emergência, e novamente utilizou o biológico associado ao produto B na aplicação de 50 DAE.

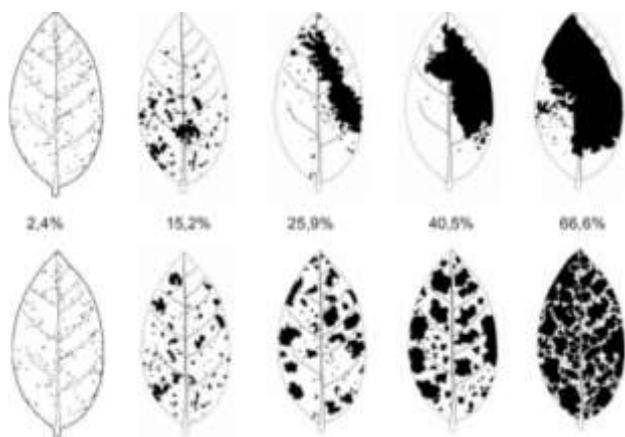
O tratamento 5 teve aplicação de biológico com 20 dias após a emergência, e aplicou somente biológico na aplicação de 35 dias após a emergência. No tratamento 6, aplicou biológico com 20 dias após a emergência, e biológico associado ao produto A. Dessa forma, o tratamento 3 realiza a comparação de posicionamento de aplicação do biológico com o tratamento 6. Já o tratamento 4 e 5 também é realizado a comparação do posicionamento de aplicação do biológico, onde os dois tratamentos não utilizam o produto A, que é aplicado com 35 dias após a emergência, reduzindo assim a utilização de fungicida químico.

Foram avaliadas a severidade, incidência e área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) dos seguintes fungos: *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem asiática), *Cercospora kikuchii* (cercozpora) e *Septoria glycines* (mancha parda), além da desfolha e análise de produtividade (sacas por hectare e peso de mil grãos (PMG)).

As avaliações de severidade tiveram início após aplicação do 20 DAE. Para realizar as avaliações retirou-se 10 folhas do terço inferior de forma aleatória de cada parcela, até que ocorra total desfolha do terço inferior. Com o aparecimento de doenças no terço médio, foram coletadas mais 10 amostras do terço médio, seguindo da mesma forma no terço superior, com aparecimento de doença. Com a retirada das amostras, foram realizadas as avaliações de severidade da doença, dando notas de acordo com as escalas diagramáticas (Figura 4 e 5), através das notas foi realizada a média aritmética das parcelas. Também analisou a incidência e área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD), que segue a fórmula (Shaner e Finney, 1977), de forma a representar a intensidade da doença em cada tratamento durante todo experimento. Sendo a formula representada por “AACPD =  $i \sum_{n=1}^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2 (t_{i+1} - t_i)]$ ” onde “n” representa o número de avaliações, “(x<sub>i</sub> + x<sub>i+1</sub>)” x a severidade da doença, e “(t<sub>i+1</sub> - t<sub>i</sub>)” o intervalo entre as avaliações (Roese, Melo e Goulart, 2012).

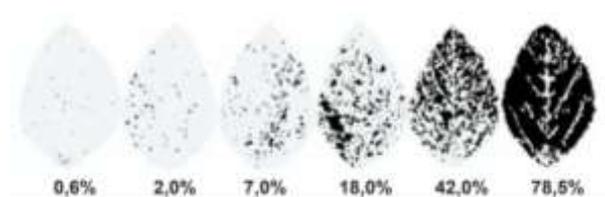
As avaliações de severidade de doenças ocorreram semanalmente, a partir do 7º dia após aplicação (DAA) e 14 DAA, sendo refeitas a cada aplicação. No estágio R6 (Reprodutivo 6), realizou-se a avaliação do nível de desfolha de acordo com a Figura 6, onde a desfolha precoce causada por doenças como a ferrugem asiática gera redução em fotoassimilados para os grãos, gerando menor peso do grão, reduzindo assim a produtividade (Souza, 2021).

**Figura 4:** Escala diagramática para avaliação da severidade DFCs e septoria na soja.



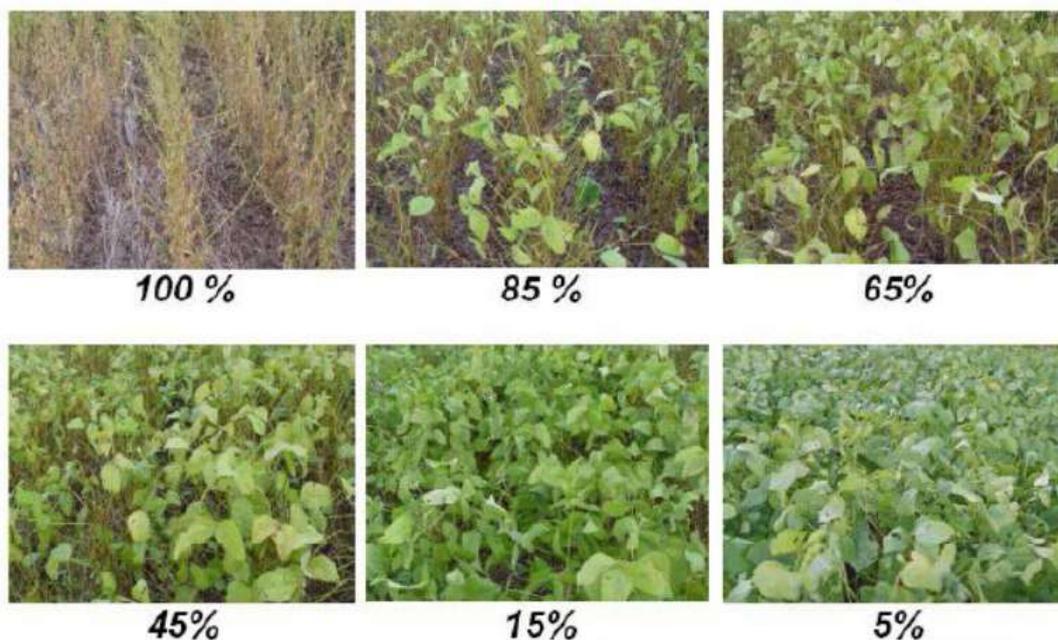
Fonte: Martins et al. (2004).

**Figura 5:** Escala diagramática para estimativa de severidade da ferrugem da soja.



Fonte: Godoy, Koga e Canteri (2006).

**Figura 6:** Escala diagramática para estimativa de desfolha provocada por doença.



Fonte: Hirano, Hikishima, Silva, Xavier e Canteri (2010).

Para avaliação de produtividade foi realizada a colheita das quatro linhas centrais de cada parcela. A estimativa de produtividade foi realizada em sacas por hectares, e avaliado o peso de mil grãos. A umidade dos grãos foi aferida e corrigida para 13%. Posteriormente os dados foram analisados e comparados pelo teste de Tukey à 1% utilizando o software R.

### 3. Resultados e Discussão

Não foi observado aparecimento de doenças até a avaliação de 49 dias, devido ao forte veranico que ocorreu durante o mês, com elevadas temperaturas. Dessa forma, não houve ambiente favorável para o surgimento de doenças, conforme a Figura 7, que demonstra os três fatores de interação que possibilita a ocorrência de doenças na planta, sendo o agente causal (patógeno), planta (hospedeiro) e ambiente favorável (ambiente) (Moraes e Sumita, 2022).

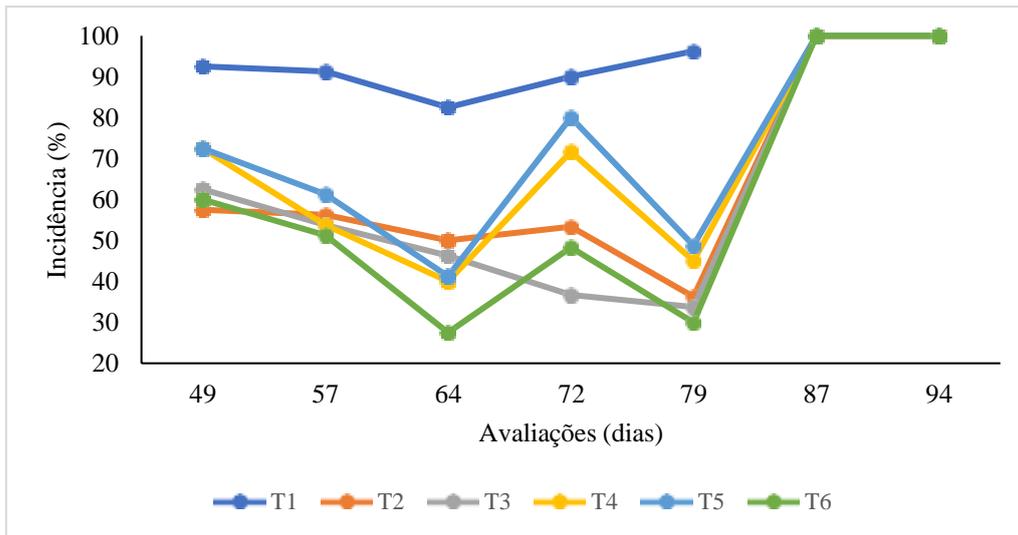
**Figura 7:** Interação dos fatores para aparecimento de doenças.



Fonte: Michereff (2001).

Foi observada a incidência de mancha parda, tendo como base a testemunha (T1) e os demais tratamentos. A doença pode apresentar seus sintomas após duas semanas após a emergência, podendo causar desfolha na parte inferior da planta (baixeiro), podendo essa afetar a planta durante todo o ciclo (Seixas, Neumaier, Balbinot Junior, Krzyzanowski e Leite, 2020). Por meio da figura 8, é observado sua incidência ao longo do tempo.

**Figura 8:** Incidência de mancha parda.

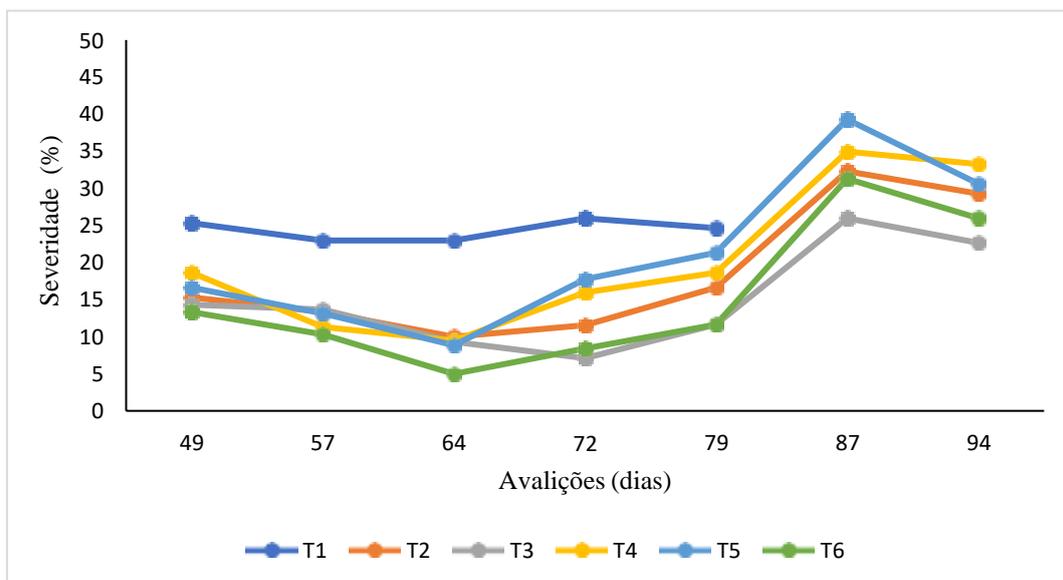


Fonte: Autor (2023).

Ao longo do tempo foi observado que no T1 houve incidência acima de 80% da doença, demonstrando que os tratamentos obtiveram bom controle de incidência e diferenciando entre eles a cada avaliação. Após a avaliação (Av.) de 49 dias ocorreu diminuição na incidência da doença, sendo o tratamento 6 o que apresentou maior controle em relação aos demais tratamentos. A partir da Av. de 64 dias ocorreu um aumento na incidência nos tratamentos e o T3 resultou no melhor controle, sendo o único a reduzir a incidência. Enquanto o T4 e T5 houve um aumento significativo da ocorrência. A partir da Av. de 87 dias todos os tratamentos apresentaram 100% de incidência de DFCs, e o T1 não pôde ser avaliado, pois apresentou completa desfolha. Dessa forma, houve grande pressão de incidência de DFCs.

Nas avaliações de severidade (Figura 9) teve uma maior intensidade da doença na avaliação de 49, 72 e 79 dias. A partir da Av. de 87 e 94 dias, a mancha parda começou a ser enquadrada como doenças finais de ciclo (DFCs), devido ao aparecimento de cercospora. Visto que estava na fase de enchimento de grãos que pode apresentar mancha parda ou cercospora, onde ambas causam danos à área foliar, podendo causar desfolha, maturação precoce e mancha-purpura na semente (Seixas et al, 2020).

**Figura 9:** Severidade de mancha parda.



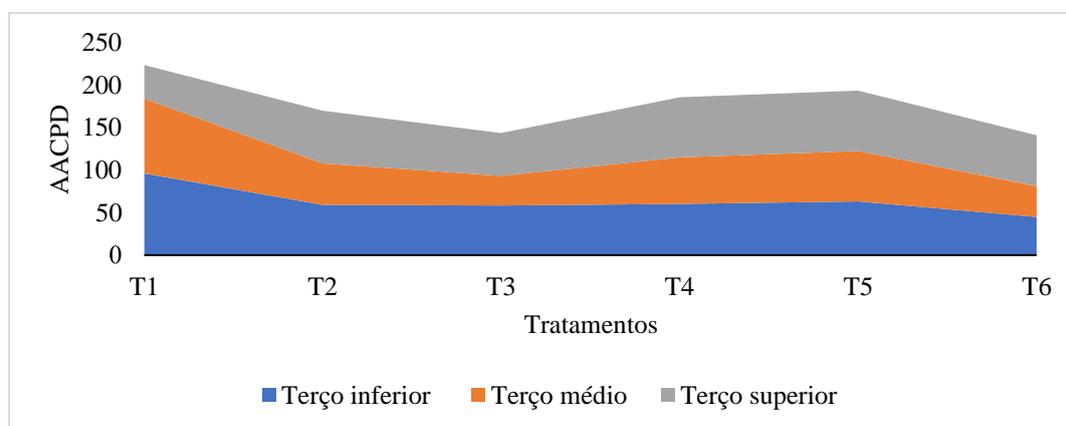
Fonte: Autor (2023).

Nas avaliações de maior intensidade de mancha parda, os tratamentos que combinaram químico ao biológico (T6 e T3) apresentaram melhor eficiência. O T6 resultou no melhor controle, com destaque na avaliação 64 dias, onde o tratamento apresentou menor severidade da doença durante as avaliações e menor incidência da doença. No controle de DFCs, o T3 demonstrou melhores resultados, posteriormente o T6 e T2. Segundo Rissato (2021), a utilização de *B. subtilis* em associação com fungicidas apresenta um melhor controle de DFCs. Diante disso, foi possível observar também essa associação no controle de mancha parda durante o início e ao longo do tempo, dando destaque ao T6 que foi aplicado o biológico com 20 DAE, dando tempo para o biológico se desenvolver, segurando bem a mancha parda inicialmente, enquanto no T3 a aplicação do biológico ocorreu com 50 DAE, o que garantiu um bom controle durante o ciclo e se diferenciou do meio ao final, garantindo melhor controle na fase de maior pressão de doenças, como as DFCs.

Já no T5 e T4 utilizou-se somente biológico na aplicação de 35 DAE, esses receberam uma aplicação a menos de fungicida químico que os demais. O T5 e T4 apresentaram um moderado controle comparado ao T1 e os demais tratamentos, porém ao decorrer do ciclo o aumento da pressão de doença nos dois tratamentos se diferenciou dos demais. Quando comparado o T4 e T5 foi observado diferente eficiência no posicionamento do biológico quando aplicado com 50 DAE ao invés de 20 DAE. Com isso, na avaliação 57, 72, 79 e 87 dias o T4 assegurou um melhor controle que T5.

A severidade média dos tratamentos no terço inferior, médio e superior foi representado pela AACPD, representado no figura 10. Onde é possível ver uma diferença significativa quando comparado com o T1, sendo os tratamentos T3, T6, T2, T4 e T5 respectivamente que tiveram um melhor controle. As avaliações do terço inferior ocorreram da Av. de 49 à 72 dias, as do terço médio da Av. de 57 à 79 dias, e do terço superior da Av. de 72 à 94 dias. As avaliações deram início após o aparecimento de doença no terço inferior, médio e superior, e foram finalizadas com a desfolha total ou o suficiente para que não ocorresse a retirada significativa de amostra do terço inferior, médio e superior.

**Figura 10:** Área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) de mancha parda nos terços inferior, médio e superior sob o efeito nos 6 tratamentos.

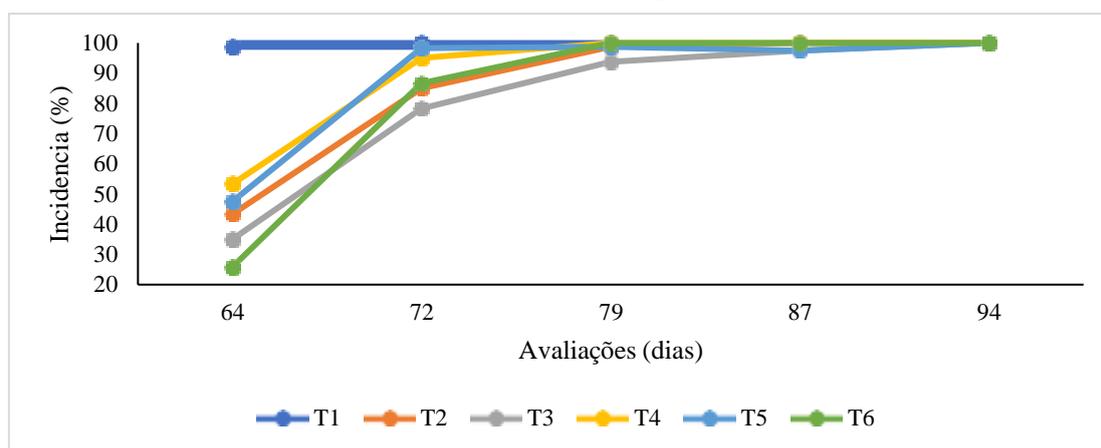


Fonte: Autor (2023).

Através da AACPD é possível reafirmar o que foi dito anteriormente, onde no terço inferior o T6 apresenta melhor controle, seguido por T3, T2, T4 e T5. No terço médio e superior T3, T6, T2, T4 e T5, respectivamente, apresentaram melhor controle. Na figura 10 também é possível analisar a distribuição da pressão de doenças em cada terço, de forma que se diferenciam em cada tratamento. Porém quando comparados os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 possuem pressão maior no terço inferior (local de maior ocorrência da mancha Parda) e no terço superior (local de maior ocorrência da cercospora). No T1 ocorreu de maneira diferente dos demais, sendo sua pressão maior no baixeiro e posteriormente no terço médio, e por último no terço superior, isso se deve ao fato da desfolha antecipada, resultado da alta pressão de doenças no tratamento encurtando o ciclo.

A partir da avaliação de 64 dias houve incidência de ferrugem asiática, que ao contrário da mancha parda, teve alta infecção. Isso se deve ao fato da fácil disseminação que ocorre através de esporos (Seixas et al, 2020). Na figura 11, observa-se uma alta incidência em T1, demonstrando a rápida contaminação, devido à semeadura ter sido tardia e na área havia bordadura de soja que não recebeu aplicações de fungicidas, aumentando assim a quantidade de inóculo próximo ao ensaio, facilitando a contaminação. Diante disso, o principal dano foi à desfolha prematura, causada por danos ao tecido foliar e consequente encurtamento do ciclo e interferência na formação dos grãos, refletindo no peso de mil grãos (PMG) e na produtividade (Nanuci, 2020). Sendo visível a severidade da doença em T1 devido à desfolha antecipada.

**Figura 11:** Incidência de ferrugem asiática.

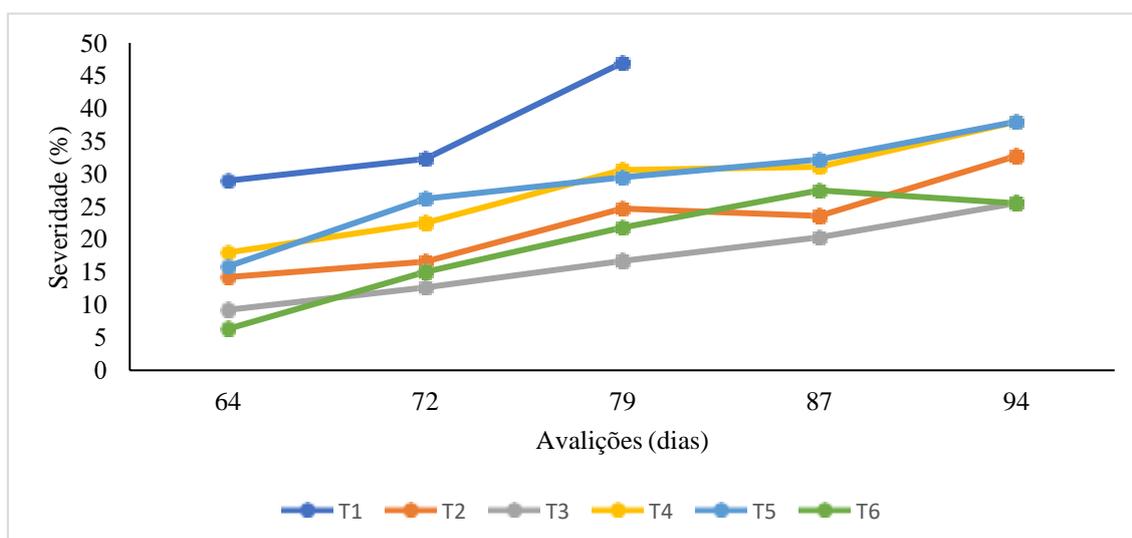


Fonte: Autor (2023).

O T6 obteve uma menor incidência inicial, porém o T3 demonstrou um melhor controle de incidência ao longo das demais avaliações. No T2 e T6 teve pouca diferença entre elas, já o T4 apresentou maior incidência inicial que T5, posteriormente os dois tratamentos (T4 e T5) apresentaram resultados próximos, onde os dois na segunda avaliação (Av. de 72 dias) da doença apresentaram incidência próximos a 100%. Em Av. de 87 dias todos apresentaram incidência de 100% ou próximo desse percentual.

A severidade de ferrugem asiática apresentou uma pressão maior que a mancha parda. A análise de severidade de ferrugem asiática (Figura 12) demonstra que houve um crescimento exponencial, de acordo com o aumento da incidência.

**Figura 12:** Severidade de ferrugem asiática.



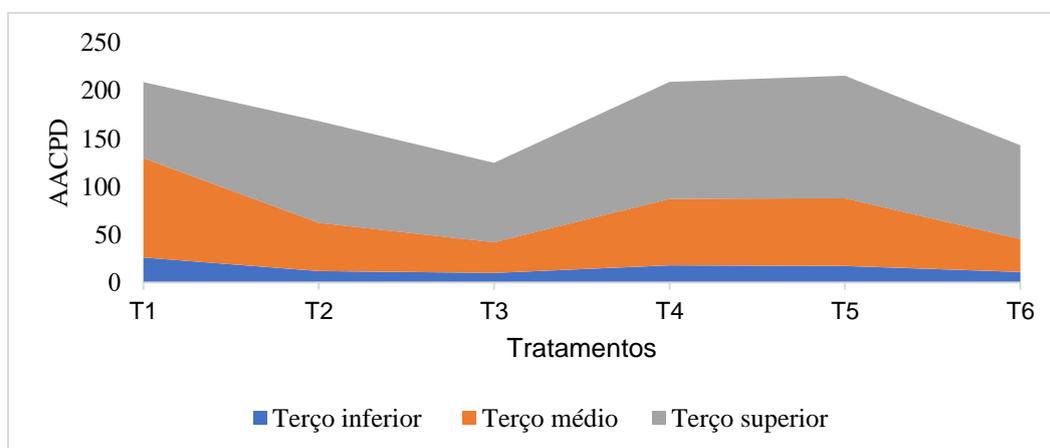
Fonte: Autor (2023).

Os tratamentos que utilizaram o *B. subtilis* BV02 associado ao fungicida químico (T3 e T6) obtiveram melhor controle inicial, se diferenciando dos demais. Posteriormente, foi o tratamento que utilizou somente fungicida químico (T2), em seguida T5, T4 e T1, respectivamente. Na Av. de 72 à 79 dias ocorreu um aumento da severidade em todos tratamentos, onde o grau de severidade se diferenciou entre T6 e T3, em que T3 apresentou um melhor controle. Já o T2 manteve o posicionamento em relação aos demais tratamentos, em relação ao aumento da severidade, porém mais próximo de T6. Os Tratamentos 4 e 5 ao longo da análise não tiveram grande diferença entre eles. Após a análise, o T3 apresentou um melhor controle de ferrugem asiática se diferenciando dos outros tratamentos. O T6 obteve o segundo melhor resultado, seguido por T2.

Segundo Meyer, Bueno, Mazaro e Silva (2022), a utilização de agentes de biocontrole, como *B. subtilis*, no controle de ferrugem asiática, apresentaram efeitos benéficos reduzindo a germinação de esporos em 72% e a severidade da doença em 96% através de aplicação preventiva, e 70% e 47% com aplicação simultânea e curativa, respectivamente. Os autores ainda citam que a utilização apenas do biofungicida no controle afetou somente 11%, em que a produtividade não se diferenciou da testemunha, de forma que o gênero apresentou um potencial de controle quando integrado ao manejo, de forma a complementar a ação de fungicidas químicos. Como foi possível ver nos tratamentos 4 e 5 que realizaram a retirada de uma aplicação de fungicida químico, substituindo pelo uso somente do biológico aos 35 dias após a emergência, onde os tratamentos apresentaram controle inferior aos tratamentos 2, 3 e 6. Reafirmando que se obtém o melhor controle quando associado o biológico ao químico, como foi feito nos tratamentos 3 e 6.

A análise da AACPD (Figura 13) demonstra que a área de maior ocorrência de severidade da doença ocorre no terço superior, médio e inferior respectivamente. A ferrugem tem sua dispersão por seus esporos através do vento, fazendo com que a doença tenha maior intensidade no terço superior e médio, atingindo a planta de cima para baixo, como podemos ver na análise da AACPD.

**Figura 13:** Área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) de ferrugem asiática nos terços inferior, médio e superior sob o efeito nos 6 tratamentos.



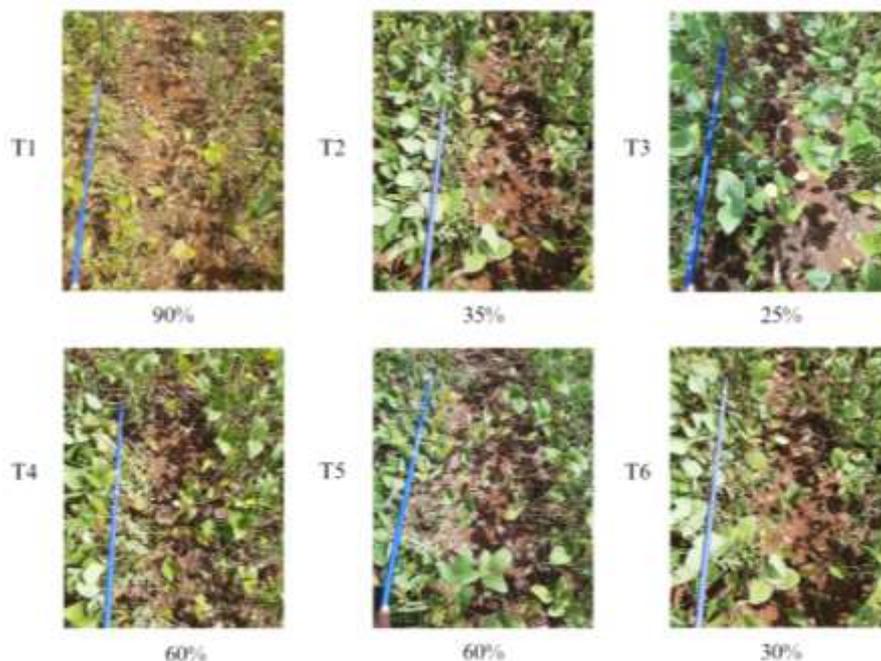
Fonte: Autor (2023).

Assim, a ação do biológico na aplicação preventiva auxilia na prevenção, de forma que sua ação é prolongada, persiste na planta por mais tempo, age de forma sistêmica, gerando na planta um efeito protetor e causando uma redução do inóculo em toda planta (Meyer et al, 2022). Assim, quando comparamos T2 com T3 e T6, ambos receberam os mesmos fungicidas químicos, porém ao analisar o terço superior de T2 ele apresenta maior AACPD, com base nisso é possível observar que o biológico obteve um melhor resultado sistêmico na planta, mantendo um melhor controle de severidade no terço superior e nos demais terços médio e inferior da planta. Os tratamentos T4 e T5 não tiveram grande distinção entre si nos três terços. O T3 obteve um melhor

resultado que T6 em todos os terços da planta, onde é possível concluir que a diferença de posicionamento da aplicação do biológico obteve uma diferença significativa no controle de doenças.

Na figura 14 podemos acompanhar a avaliação de desfolha no estágio fenológico R6, que corresponde a pleno enchimento de grão. Segundo Souza (2021) conforme aumenta a pressão de ferrugem asiática resulta em maior nível de desfolha, assim encurtamento do ciclo e o peso dos grãos.

**Figura 14:** Avaliação de desfolha em R6 sob efeitos dos 6 tratamentos.



Fonte: Autor (2023).

Como foi possível ver na testemunha (tratamento 1) o resultado da alta incidência e severidade de ferrugem asiática gerou grande desfolha precoce, encurtando o ciclo do tratamento. Os tratamentos 3, 6 e 2 apresentaram melhor controle de desfolha respectivamente, já o tratamento 4 e 5 apresentaram desfolha semelhante de 60%. Logo, quanto melhor o controle da doença, maior o tempo de folhagem da planta, sendo fundamental para seu ciclo. Uma vez que a desfolha antecipada gera o encurtamento do ciclo da cultura, acarretando perda de peso dos grãos, que pode ser avaliado através do PMG, sendo observado na Tabela 3, onde é possível ver a interferência da desfolha sobre o enchimento de grão, em que as médias seguidas de mesma letra não se diferenciam pelo teste de tukey a 1%

**Tabela 3:** Comparação de produtividade e PMG da soja, sob o efeito em 6 tratamentos.

Tratamento	Prod. (Kg/ha)	Prod. (sacas/ha)	PMG
T1	1538,65 b	25,64 b	106,1400 c
T2	2039,32 a	33,98 a	143,9950 ab
T3	2201,11 a	36,68 a	151,6500 a
T4	1910,11 ab	31,83 ab	129,0475 b
T5	1986,54 a	33,10 a	128,7075 b
T6	2196,51 a	36,60 a	135,9600 ab
Valor p	<0.001	<0.001	<0.001
CV (%)	9,69%		7,11%

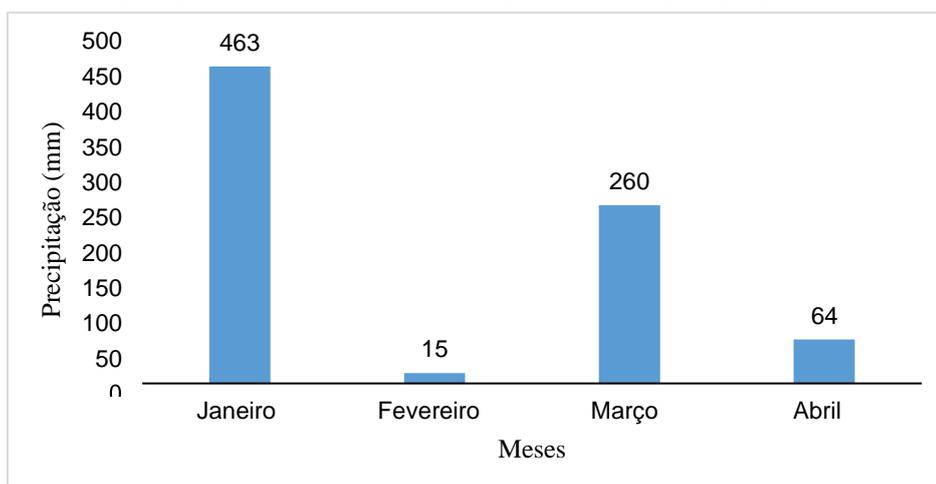
Fonte: Autor (2023).

Segundo Bortolin et al. (2020), o aumento da duração da área foliar na soja reflete no aumento da massa individual de grãos (peso do grão), resultando em uma maior produtividade. Como foi visto na Tabela 1, o T3 apresentou maior PMG, se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. Já o T2 e T6 estatisticamente não se diferenciaram, porém T2 apresentou melhor PMG e T6 melhor produtividade. O T4 e T5 não diferiram entre si quanto ao PMG. Através da testemunha foi visto a importância de controle de doenças, uma vez que apresentou baixo PMG, se diferenciando de todos os tratamentos.

Quanto a produtividade, os tratamentos 2, 3, 5, e 6 não apresentaram diferença estatística, porém T3 e T6 apresentaram maior média de produtividade, sendo esses, três sacas a mais que T2, que obteve produtividade semelhante a T5. O tratamento 4 estatisticamente ficou entre a e b de forma que entre os tratamentos que utilizaram fungicidas obteve pior produtividade, mas teve produtividade superior a T1. A testemunha apresentou menor média de produtividade e diferença estatística entre os tratamentos 2, 3, 5, e 6. O resultado da Tabela 3 demonstrou também que nos tratamentos 4 e 5, que não tiveram fungicida químico na aplicação de 35 DAE, o posicionamento antecipado do biológico na planta respondeu melhor, apresentando diferenças significativas na produtividade deles, sendo T5 a maior produtividade comparado com T4. Outro fator de destaque foi o T5 ter menor controle de doenças que T2, ainda assim, apresentou produtividade similar. Já T3 demonstrou melhor controle de doenças e melhor PMG, porém a produtividade foi próxima de T6. Portanto o posicionamento do biológico antecipado com 20 DAE garante melhor desenvolvimento da planta, melhorando sua produtividade. Mesmo não sendo o posicionamento que garantiu melhor controle de doenças quando comparado ao posicionamento do biológico aplicado aos 50 DAE.

Houve uma produtividade baixa em todos os tratamentos quando comparados com a média de produtividade do estado na safra 21/22, que corresponde a 3.958 kg por hectare, chegando a quase 66 sacas por hectare (Embrapa, 2022). Sendo resultado da semeadura tardia do ensaio, que teve o intuito de pegar a janela de maior pressão de doenças, sendo semeado no início de janeiro, porém ocorreu um grande veranico, apresentando baixa precipitação (Figura 15) durante o estágio vegetativo e reprodutivo, deixando as plantas em estresse hídrico, influenciando em seu desenvolvimento.

**Figura 15:** Regime pluviométrico durante a condução do ensaio (precipitação acumulada).



Fonte: Autor (2023).

De forma que todas as plantas apresentaram baixa estatura e produtividade. Segundo Frigeri, Lazarini, Júnior e Bernardes (2019), a semeadura da soja em janeiro ocasionou uma baixa produtividade, porque ocorre uma redução do ciclo da cultura e pode apresentar condições climáticas adversas. Assim, deve ser evitada a semeadura em janeiro.

#### 4. Considerações finais

A utilização do biológico na substituição do químico não demonstrou uma melhor eficiência ou resultado semelhante no controle de doenças foliares. Quanto ao posicionamento do biológico, foi possível concluir que quando for utilizado o químico com 35 DAE, o posicionamento do produto biológico na aplicação com 50 DAE à planta responde melhor do que quando posicionado com 20 DAE, realizando melhor controle de doenças. Já quando não ocorre a aplicação do químico com 35 DAE, o posicionamento do biológico com 20 DAE apresentou melhor produtividade. Assim, a associação de *B. subtilis* com fungicidas químicos geram melhores resultados no controle de doenças e incremento na produtividade. Portanto, a utilização de *Bacillus subtilis* pode ser mais uma importante ferramenta no controle de doenças na cultura da soja. São necessários futuros experimentos que possam testar redução na dose de aplicação do fungicida químico quando aliado ao uso do biofungicida. Devendo se realizad a semeadura entre novembro e dezembro.

#### Referências

- AgroLink (2023). Bula Bio-imune -Vittia. [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/bio-imune-multi-attack-multi-guard-fungiouro\\_10821.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/bio-imune-multi-attack-multi-guard-fungiouro_10821.html)
- Associação dos Produtores de Soja do Brasil (2021). A soja. <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>
- Bedin, E. Aplicações foliares de cobre no manejo da ferrugem-asiática da soja. Universidade de Passo Fundo. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 90p.
- Bettiol, W., R. Ghini, and M. A. B. Morandi (2005). Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. Embrapa.
- Bortolin, J. L. S. (2020). Variações em índices de área foliar e nos componentes do rendimento de grãos associadas com o uso de fungicidas em soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.
- ClimaTempo (2023). Climatologia e histórico de previsão do tempo em Campinorte, BR. <https://www.climatempo.com.br/climatologia/5254/campinorte-go>
- Conab (2023). Safra Brasileira de Grãos. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>
- Embrapa (2004). Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância, economia e controle. Londrina: Embrapa Soja, 36p.
- Embrapa (2022). Soja em números (safra 2021/22). <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>
- Frigeri, A. R., Lazarini, E., Júnior, V. O., & Bernardes, J. V. S. (2019). Épocas de semeadura e população de plantas para três cultivares de soja. Acta Iguazu, 8(4), 41-52.
- Ghini, R., & Kimati, H. (2000). Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: Embrapa MeioAmbiente, 78p.
- Godoy, C. V., Koga, L. J., & Canteri, M. G. (2006). Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. Fitopatologia Brasileira, 31, 63-68.
- 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. (2014). Doenças da soja. Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 32 p.
- Hirano, M., Hikishima, M., Silva, A. J. D., Xavier, S. A., & Canteri, M. G. (2010). Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugemasiática em soja. Summa Phytopathologica, 36, 248-250.
- Martins, M. C., Guerzoni, R. A., Câmara, G. M. D. S., Mattiazzi, P., Lourenço, S. A., & Amorim, L. (2004). Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. Fitopatologia Brasileira, 29, 179-184.
- Meyer, M. C., Bueno, A. F., Mazaro, S. M., & da Silva, J. C. (2022). Bioinsumos na cultura da soja.
- Michereff, S. J (2001). Fundamentos de Fitopatologia. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 172 p.
- Moraes, R. B. D., & Sumita, R. A. G. (2022). Fungicidas biológico e químicos no controle de doenças da soja.
- Nanuci, R. (2020). Aplicação de Fungicidas Multissítios em Mistura e de Forma Isolada no Manejo de Resistência de Phakopsora Pachyrhizi na Soja.
- Rissato, R. B. (2021). Bacillus no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura soja. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Roese, A. D., Melo, C. L. P. D., & Goulart, A. C. P. (2012). Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. Summa Phytopathologica, 38, 300-305.
- Santos, A. P. (2009). Controle do oídio da abobrinha com antagonistas e produtos biocompatíveis.
- Seixas, C. D. S.; Neumaier, N.; Balbinot Junior, A. A.; Krzyzanowski, F. C.; Leite, R. M. V. B. de C. (2020). Tecnologias de produção de soja. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de produção 17, 347 p.
- Seixas, C., Mazaro, S., Diniz, L., Godoy, C., & Meyer, M. (2022). Bioinsumos para o manejo de doenças foliares na cultura da soja.
- Shaner, G.; Finney, R.E (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, St. Paul, v. 67, p. 1051-1056.

Souza, J. R., Rebouças, T. N., Luz, J. M., Amaral, C. L., Figueiredo, R. M., & Santana, C. M. (2014). Potencialidade de fungicidas biológicos no controle de requeima do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, 32, 115-119.

Souza, P. H. N. D. (2021). Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* como critério para aplicação fungicida na soja e efeito da desfolha artificial na produtividade.

Venzon, M., Neves, W. S., Júnior, T. J. P., & Pallini, A. (2021). Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?. EPAMIG, Belo Horizonte.