



ARTHUR AFONSO DINIZ

**POSICIONAMENTO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS EM
ÁREA DE ALTA INCIDÊNCIA DE MOFO BRANCO
(*Sclerotinia sclerotiorum*) NA CULTURA DA SOJA**

**LAVRAS-MG
2023**

ARTHUR AFONSO DINIZ

**POSICIONAMENTO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS EM ÁREA DE ALTA
INCIDÊNCIA DE MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) NA CULTURA
DA SOJA**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Agronomia para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros
Orientador
Mestre Amanda Flausino de Faria
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2023**

ARTHUR AFONSO DINIZ

**POSICIONAMENTO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS EM ÁREA DE
ALTA INCIDÊNCIA DE MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) NA
CULTURA DA SOJA**

**POSITIONING OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN AREAS WITH HIGH
INCIDENCE OF WHITE MOLD (*Sclerotinia sclerotiorum*) IN SOYBEAN CROP**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em ____ de ____ de 2023.

Banca 1
Banca 2
Banca 3

Instituição
Instituição
Instituição

Prof. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros
Orientador
Mestre Amanda Flausino de Faria
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2023**

RESUMO

A sensibilidade da soja a *Sclerotinia sclerotiorum*, agente etiológico do mofo-branco, tem impactado negativamente a sua produtividade. Atualmente o método de controle mais utilizado é o químico, contudo a diminuição de sua eficácia é relatada. Nesse sentido, o uso de *Trichoderma* spp. e cepas de *Bacillus* spp. como agentes de controle biológico têm sido adotados como alternativa, considerando que o manejo consiste em um menor impacto ambiental e também pode favorecer o desenvolvimento vegetal. Portanto, o experimento tem como objetivo avaliar o efeito de produtos biológicos a base de isolados de *Trichoderma* sp. e cepas de *Bacillus* spp. no controle do mofo-branco. O experimento será conduzido no Município de Lavras-MG, na fazenda Santa Helena a 940 m de altitude, com a cultivar BRASMAX LANÇA (58i60RSF IPRO), Frowncide e água como controles, em delineamento de blocos casualizados (DBC), contendo onze tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta por seis linhas com seis metros de comprimento e, como parcela útil, a colheita realizada nas quatro linhas centrais. As aplicações dos produtos biológicos assim como os controles, foram realizadas com pulverizador pressurizado por CO₂ acoplado a garrafa PET. Para a avaliação de colonização de escleródios as amostras foram coletadas no campo 20 dias após a última aplicação. Para estimar a incidência de mofo branco (*S. sclerotiorum*) em campo, as avaliações ocorreram nos estádios R5.1- R5.2 / R5.3-R5.4 e R6, em 40 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 80 plantas por parcela útil. Para produtividade de grãos, foi considerado o peso de grãos de cada parcela útil em kg/parcela e posteriormente, transformando para kg/há. Após a tabulação dos dados, foi realizada análise estatística através do programa estatístico Sigma Plot versão 14.0.

Palavras-chave: Soja; Mofo branco; Controle químico; Controle biológico.

ABSTRACT

The sensitivity of soybean to *Sclerotinia sclerotiorum*, the causal agent of white mold, has negatively impacted its productivity. Currently, the most commonly used method of control is chemical, but its efficacy has been reported to decrease. In this regard, the use of *Trichoderma* spp. and strains of *Bacillus* spp. as biological control methods have been adopted as alternatives, considering that their management entails less environmental impact and can also promote plant development. Therefore, the experiment aims to evaluate the effect of biological products based on isolates of *Trichoderma* sp. and strains of *Bacillus* spp. in the control of white mold. The experiment will be conducted in Lavras-MG, at Santa Helena farm, at an altitude of 940 meters, using the cultivar BRASMAX LANÇA (58i60RSF IPRO), with Frownicide as the negative control and water as the positive control, in a randomized complete block design (RCBD), with eleven treatments and four replications. Each plot consisted of six rows with six meters in length, and the harvest was performed in the four central rows. The applications of biological products, as well as the fungicide (negative control) and water (positive control), were performed using a pressurized sprayer with a CO₂ cylinder attached to a PET bottle. For the evaluation of sclerotia colonization, samples were collected in the field 20 days after the last application. To estimate the incidence of white mold (*S. sclerotiorum*) in the field, evaluations were carried out at growth stages R5.1-R5.2 / R5.3-R5.4 and R6, with 40 plants in the two central rows of each plot, totaling 80 plants per plot. Grain yield was determined by weighing the grains from each plot in kg/plot and subsequently converting it to kg/ha. After data tabulation, statistical analysis was performed using Sigma Plot version 14.0.

Keywords: Soybean; White mold; Chemical control; Biological control.

LISTAS DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Ciclo do mofo-branco	12
Figura 2 – Imagens captadas por drone da área experimental de ensaios de estratégias de manejo do Mofo Branco na cultura da soja A) Área experimental ensaio, Conceição do Rio Verde, MG	23
Figura 3 – Incidência de mofo branco em plantas tratadas com produtos biológicos, químicos e não tratadas.....	24
Figura 4 – Produtividade de plantas tratadas com produtos biológicos, químicos e não tratadas.....	26
Figura 5 – Percentagem de escleródios colonizados por produtos biológicos, químicos e não tratados.....	28
Figura 6 – B) Germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados; C) Número de apotécios por escleródios	31 30
Figura 7 – Germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados	36 35

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos e recomendação de aplicação de produtos biológicos e o produto químico na cultura da soja para o manejo de Mofo branco SAFRA 2021/2022.....	21
Tabela 2 – Informações dos dados meteorológicos da estação 83687, durante a execução do ensaio. Fonte: (BDMEP – INMET, 2022).....	22
Tabela 3 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (27/10/2021), gerados pela estação 83687	22
Tabela 4 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (26/11/2021), gerados pela estação 83687	22
Tabela 5 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (06/12/2021), gerados pela estação 83687	22
Tabela 6 – Valores de incidência média e incidência em relação a testemunha	24
Tabela 7 – Valores de incidência média e incidência em relação a testemunha	26
Tabela 8 – Escleródios podres em amostras dispostas na bandeja de isopor	31
Tabela 9 – Efeito dos tratamentos na colonização e germinação de escleródios em amostras dispostas diretamente no solo.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	12
2.2 Quadro sintomático da doença	13
2.3 Manejo do mofo branco na cultura da soja.....	14 15
2.4 Controle biológico	17
2.5 Controle químico	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Incidência de Mofo branco	24
4.2 Produtividade	26
4.3 Viabilidade de escleródios amostras em bandeja de isopor.....	28 27
4.4 Viabilidade de escleródios amostras dispostas no solo	32 31
4.4.1 Colonização	32
4.4.2 Escleródios Podres	34 33
4.4.3 Unidade de apotécio/escleródios.....	34
4.5 Germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38 37
6 CONCLUSÕES.....	40 39
REFERÊNCIAS	41 40

1 INTRODUÇÃO

À medida que avançamos no século 21 e a população mundial continua a crescer, tornando-se necessário o aumento da produção de alimentos. Isso é crucial para atender às demandas crescentes por alimentos em todo o mundo. Um exemplo disso é a soja, que se tornou a cultura agrícola brasileira de maior crescimento nas últimas três décadas, devido aos avanços tecnológicos, manejo e eficiência dos produtores, contribuindo para um aumento significativo na produtividade (MAPA, 2022).

O considerável aumento da produção de soja atualmente se justifica pela sua importância no setor agrícola, já que a cultura tem se expandido para novas áreas e se consolidado como uma commodity amplamente demandada. Segundo dados da safra 2021/2022, foram produzidas 135.540,3 mil toneladas de grãos de soja, o que representa um aumento de 8,6% em relação à safra anterior. Além disso, a área plantada cresceu 4,1% em relação ao ano anterior, alcançando 38,5 milhões de hectares, com produtividade média de 3.523 kg por hectare (CONAB, 2022). Isso se deve em grande parte aos avanços tecnológicos, manejo e eficiência dos produtores na busca por aumentar a produção de alimentos para suprir a crescente demanda mundial.

O mofo-branco é uma das doenças mais preocupantes para a cultura da soja, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary. Esse patógeno possui a capacidade de sobreviver no solo por meio de escleródios, que são estruturas de resistência, e pode afetar mais de 400 espécies de plantas, incluindo culturas importantes como feijão, algodão, girassol e, principalmente, a soja. (BOLTON *et al.*, 2016).

Diversas estratégias de manejo têm sido desenvolvidas para controlar o mofo-branco na cultura da soja. Entre elas, destacam-se o manejo integrado de pragas e doenças, o uso de fungicidas e o controle biológico. O uso de fungicidas é a estratégia mais comum para o controle do mofo-branco, porém, sua eficácia vem sendo reduzida ao longo dos anos. Isso se deve, em grande parte, ao desenvolvimento de resistência por parte do patógeno aos fungicidas utilizados, além dos efeitos adversos desses produtos no meio ambiente e na saúde humana (SINGH *et al.*, 2017).

Assim, o controle biológico é uma alternativa promissora ao uso de fungicidas para o controle do mofo-branco na cultura da soja. O controle biológico é definido como a utilização de microrganismos, como bactérias e fungos, para controlar pragas e doenças em plantas (KANG *et al.*, 2019). Dentre os microrganismos utilizados para o controle biológico do mofo-branco, destacam-se o gênero *Trichoderma* e as cepas de *Bacillus* spp.

O gênero *Trichoderma* é um dos mais utilizados para o controle biológico de doenças em plantas. As espécies desse gênero apresentam uma grande diversidade de mecanismos de ação, como a produção de enzimas hidrolíticas e compostos antifúngicos, além de promoverem o crescimento das plantas (HARAPPA *et al.*, 2020). As cepas de *Bacillus* spp., por sua vez, também apresentam um potencial significativo para o controle biológico de doenças em plantas, principalmente devido à produção de antibióticos, enzimas e metabólitos secundários (HUANG *et al.*, 2019).

O uso de produtos biológicos a base de isolados de *Trichoderma* sp. e cepas de *Bacillus* spp. como método de controle do mofo-branco na cultura da soja podem trazer diversos benefícios em relação ao uso de fungicidas químicos, como a redução do impacto ambiental e a melhoria do desenvolvimento vegetal. Além disso, os produtos biológicos são uma alternativa viável para o controle do mofo-branco em áreas onde a utilização de fungicidas químicos já não é mais eficaz.

Assim, é importante buscar alternativas para o controle do mofo-branco que sejam menos agressivas ao meio ambiente e mais eficazes do que os métodos tradicionais. É neste contexto que surgem os métodos de controle biológico, como o uso de *Trichoderma* spp. e cepas de *Bacillus* spp., que podem representar uma alternativa promissora e sustentável.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de produtos biológicos à base de isolados de *Trichoderma* sp. e cepas de *Bacillus* spp. no controle do mofo-branco em lavouras de soja. Para isso, foram realizados experimentos na fazenda Santa Helena, localizada no município de Lavras – MG, em um delineamento de blocos casualizados com onze tratamentos e quatro repetições.

Cada parcela do experimento foi composta por seis linhas com seis metros de comprimento e, como parcela útil, a colheita realizada nas quatro linhas centrais. As aplicações dos produtos biológicos, assim como o fungicida (negativo) e a água (positivo), serão realizadas com pulverizador pressurizado por CO₂ acoplado a garrafa PET. As avaliações serão realizadas nos estádios R5.1- R5.2 / R5.3-R5.4 e R6, em 40 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 80 plantas por parcela útil.

Para avaliar a colonização de escleródios, serão coletadas amostras no campo 20 dias após a última aplicação. Já para estimar a incidência de mofo-branco em campo, serão realizadas avaliações nas plantas selecionadas nas etapas mencionadas acima. Para avaliar a produtividade de grãos, será considerado o peso de grãos de cada parcela útil em kg/parcela e, posteriormente, convertido para kg/ha.

Após a coleta de todos os dados, será realizada uma análise estatística por meio do programa estatístico Sigma Plot versão 14.0. Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis para o controle do mofo-branco em lavouras de soja, reduzindo os impactos negativos sobre o meio ambiente e garantindo a produtividade da cultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Sclerotinia sclerotiorum*

Sclerotinia sclerotiorum é o agente fúngico causador da doença conhecida popularmente como mofo branco. Pertence ao filo *Ascomycota* (KIMATI *et al.*, 2005) classe *Discomycetes*, ordem *Helotiales* e família *Sclerotiniaceae*. Esse patógeno pode infectar mais de 400 espécies de plantas entre elas, monocotiledôneas e dicotiledôneas e está distribuído mundialmente (SOUZA FILHO, 2012).

Segundo Souza Filho (2012), o fungo não produz esporos a partir do micélio, mas podem ser produzidos microconídios em hifas ou no himênio do apotécio, sem função conhecida na biologia do patógeno. Durante sua interação com a planta hospedeira, o *S. sclerotiorum* secreta ácido oxálico e enzimas, que permitem a maceração dos tecidos e, ainda, degradam os componentes da parede celular da planta. Além disso, o ácido oxálico cria um ambiente no qual as enzimas de degradação produzidas pelo fungo são mais eficientes. (REFERENCIA₆)

A pectina é o principal constituinte da parede celular da planta e o fungo produz pectinase que cumpre a função de degradação desse componente. O enfraquecimento da parede celular pela hidrólise da pectina facilita a penetração e a colonização da planta no instante que também providencia ao fungo a fonte de carbono necessária para dar origem ao seu crescimento. O patógeno produz várias formas de enzimas pectinolíticas que são capazes de matar células vegetais, deteriorando os tecidos, indicando assim sua função na patogenicidade (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Figura 1 - Ciclo do mofo-branco



Fonte: Oliveira (2016)

Com relação ao Ciclo do mofo-branco, cabe destacar que o fungo sobrevive na maior parte de seu ciclo em forma de estruturas de resistência, denominados escleródios. Também sobrevive no endosperma de sementes de plantas hospedeiras. Dessa forma, as estruturas citadas servem como veículo de disseminação e inóculo primário,

desempenhando função primordial no ciclo da doença. Outro ponto importante é a alta capacidade de reprodução, através da formação de escleródios com capacidade de sobreviver por longo tempo, faz das estruturas de resistência um dos componentes centrais na epidemiologia de *S. sclerotiorum* (BOLTON *et al.*, 2006).

Essa durabilidade ocorre devido a constituição física dura, devido à presença de uma proteção exterior preta formada por pigmentos de melanina, altamente resistentes à degradação microbiana, envolvendo a medula, parte interna formada pelo micélio do fungo. No solo, durante e após exposição a condições climáticas favoráveis, os escleródios germinam dando origem aos apotécios, estruturas em forma de taças, onde são formados os ascósporos, os quais são disseminados pelo vento, podendo infectar novos tecidos, iniciando novo ciclo da doença (BOLTON *et al.*, 2006).

2.2 QUADRO SINTOMÁTOLÓGICO DA DOENÇA

O mofo branco geralmente tem início em locais de alta densidade de plantas e em semeaduras de cultivares de hábito de crescimento indeterminado (prostrados). O sintoma inicial é geralmente a murcha da planta, resultado do apodrecimento do caule causado pelo fungo. Depois os sintomas, que podem ocorrer nas folhas, hastes e vagens, se dão através da formação de manchas encharcadas, seguidas por crescimento de micélio branco e cotonoso, o que dá origem ao nome “mofo branco” (MEYER *et al.*, 2012).

Com o progresso da doença, formam-se escleródios do fungo, facilmente visíveis a olho nu, dentro do tecido infectado e sobre ele. Os tecidos doentes tornam-se secos, leves e quebradiços. Sementes infectadas são pequenas, sem brilho, descoloridas, enrugadas e mais leves ou não apresentam qualquer sintoma externo. O fungo pode ser isolado de menos de 0,5% de sementes aparentemente normais e de cerca de 12% de sementes com algum sintoma da doença. Os prejuízos diretos são decorrentes da menor produtividade das plantas. Entre as perdas indiretas, estão a condenação de áreas para a produção de sementes, o aumento do custo de produção e os custos ambientais decorrentes do controle químico (MEYER *et al.*, 2012).

Como *S. sclerotiorum* possui vasta gama de hospedeiros, não há um sintoma específico resultante em 100% dos casos. Por outro lado, a formação de micélio cotonoso, de coloração branca, com a presença de escleródios pretos, de tamanho e forma irregulares são sinais típicos do patógeno (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

O fungo é capaz de infectar qualquer parte da planta de soja, porém, as infecções iniciam-se com mais frequência a partir das inflorescências, das axilas dos pecíolos e dos

ramos laterais. O patógeno pode atacar toda a parte aérea da planta, afetando folhas, hastes e vagens (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

A planta de soja infectada apresenta, inicialmente, lesões aquosas, de onde crescem as hifas, formando abundante micélio. Os tecidos atacados apodrecem em consequência da ação das diversas toxinas produzidas por *S. sclerotiorum*. Nessa fase, podem ser observados o apodrecimento de hastes laterais, vagens e folhas, ou mesmo a haste principal com morte de toda a planta (MEYER *et al.*, 2012).

Com o avanço da colonização do tecido vegetal pelo fungo, as lesões inicialmente encharcadas tornam-se secas, de aspecto descolorido e normalmente esbranquiçado e não apresentam mais sinais externos. No desaparecimento dos sinais externos, escleródios são formados tanto na superfície como no interior da haste e das vagens infectadas. Posteriormente, nos tecidos já secos, são produzidos os escleródios que podem se soltar sozinhos das plantas, ou serem lançados ao solo pela colhedora. Quando o colo da planta é atacado, toda a planta pode murchar e morrer (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Geralmente, os sintomas se concentram no terço inferior das plantas, o que é considerado como um indicativo de origem interna (de dentro da lavoura) do inóculo (BOLAND; HALL, 1988).

Em alguns casos, ocorrem infecções no terço superior das plantas, quando se considera que os ascósporos podem ser liberados no campo tardiamente, ou vindo de áreas vizinhas à lavoura (ABAWI; GROGAN, 1979).

Em áreas pouco infestadas por *S. sclerotiorum* são observadas reboleiras de planta amareladas e murchas, que tendem a aumentar de tamanho até tomar toda a área de cultivo, na ausência de medidas de controle. A desfolha mais intensa se dá principalmente no terço inferior das plantas, o que só é observado quando se realiza o monitoramento adequado da lavoura. Ao se observar as plantas somente de cima, sem abrir o seu dossel, pode-se subestimar a ocorrência da doença, e também as perdas na produção causadas pelo mofo branco (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

2.3 MANEJO DO MOFO BRANCO NA CULTURA DA SOJA

O manejo do mofo branco deve ser realizado através da adoção de medidas que visem à redução do inóculo (escleródios no solo) e/ou redução da taxa de progresso da doença, tais como: utilização de sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas; formação de palhada para cobertura uniforme do solo, preferencialmente oriunda de gramíneas; rotação e/ou sucessão com culturas não hospedeiras; escolha de cultivares

com arquitetura de plantas que favoreça uma boa aeração entre plantas (pouco ramificadas e com folhas pequenas) e com período de florescimento mais curto; população de plantas e espaçamento entrelinhas adequados às cultivares; emprego de controle químico, através de pulverizações foliares de fungicidas principalmente no período de maior vulnerabilidade da planta (início da floração até início da formação de vagens ou frutos); emprego de controle biológico através da infestação do solo com agentes antagonistas; limpeza de máquinas e equipamentos após utilização em área infestada para evitar a disseminação de escleródios (MEYER *et al.*, 2012).

Os melhores métodos de controle são os que associam várias tecnologias, tais como: a rotação de cultura, a adição de produtos biológicos nas culturas exploradas, a aplicação de fungicidas específicos para o seu controle, entre outros (MEYER *et al.*, 2012).

No entanto, o que se tem verificado na prática é bastante diferente. Medidas básicas para controle de doenças, como a rotação de culturas, não são adotadas pelos agricultores. Provavelmente, a inexistência de uma política de preços agrícolas ou subsídios dificulte a adoção dessa prática pelos produtores rurais ao longo do tempo (MEYER *et al.*, 2012).

Existem duas formas de controle do mofo-branco com microrganismos. A primeira é consequência do manejo de palhada no sistema plantio direto que permite o aporte de matéria orgânica no solo, viabilizando o aumento da atividade de antagonistas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Outra forma de controle biológico é a aplicação de antagonistas que são selecionados, e essa aplicação deve ser feita antes da germinação dos escleródios quando se encontra em repouso na superfície do solo, por estar mais vulnerável ao ataque. No caso do *Trichoderma*, este é um dos potenciais agentes de biocontrole, por diversas características, dentre as quais pode-se citar o rápido crescimento micelial, a alta produção de conídios, a síntese de substâncias antimicrobianas e a capacidade de sobreviver como saprófita, simbiote ou como microparasita (ALVARENGA *et al.*, 2007).

A solarização do solo é uma técnica promissora de desinfestação do solo contaminado. A cobertura do solo com resíduos de culturas e plástico, podendo ser útil em pequenas áreas de cultivo intensivo, e o seu uso pode destruir os escleródios em até 60 dias (ALVARENGA *et al.*, 2007).

Esta prática é muito importante, pois dispensa a utilização do brometo de metila, fumigante que está proibido o uso no Brasil desde 2010 (RODRIGUES *et al.*, 2007). Com o avanço do sistema de produção orgânica de plantas, há interesse na busca de novas práticas agrícolas que substituam os métodos convencionais de controle de doenças.

Um deles que pode ser adotado é através do uso de extratos de plantas medicinais que poderão ter compostos secundários presentes nestas plantas advindos do fitoquímicos com potencial de desempenhar funções importantes em interações planta-patógeno, através da ação antimicrobiana direta, ou ativando mecanismos de defesa das plantas que venham a ser tratadas com estes compostos. Alguns trabalhos têm demonstrado isto, como, por exemplo, o potencial do gengibre (*Zingiber officinalis*) para o controle de *S. sclerotiorum* em alface, o qual pode ocorrer tanto por atividade antimicrobiana direta quanto pela ativação de mecanismos de defesa (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Entretanto estudos similares são ainda em número reduzido, e deverão ser conduzidos, visando possibilitar a recomendação desta prática de forma obter-se um manejo em maior segurança, tais como dosagem e época de aplicação em diversas culturas (ALVARENGA *et al.*, 2007).

As principais dificuldades encontradas no manejo do mofo branco na soja, por exemplo, estão nos plantios realizados na primeira época, onde a incidência e severidade tem sido maiores, na dificuldade de se prever a ocorrência, no alto custo dos produtos registrados para o controle da doença e no fato da doença ocorrer em momento de chuvas continuadas, o que limita as entradas para a realização de pulverização, na redução da utilização de rotação de culturas, na contratação de máquinas para a colheita, sem necessariamente de terem sido limpas, e na crescente utilização de cultivares de soja de hábito de crescimento indeterminado (ALVARENGA *et al.*, 2007).

Diversas práticas culturais estão disponíveis para a condução do manejo integrado do mofo branco, e permitem a recuperação da produtividade das culturas em áreas com alta infestação do patógeno, reduzindo sua importância. São tecnologias relativamente simples e acessíveis a grande número de agricultores e, em sua maioria, preventivas. Considera-se como praticamente impossível erradicar *S. sclerotiorum* das áreas infestadas, mas, mesmo assim, há diversas medidas que permitem o convívio com a doença e a redução de perdas no seu rendimento (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Comentado [AF1]: Esse parágrafo não é necessário, pratica pouco utilizada

2.4 CONTROLE BIOLÓGICO

Fungos do gênero *Trichoderma* spp., pertencentes ao Filo *Ascomycota*, são a forma anamórfica do gênero *Hypocrea*. Assim, os fungos filamentosos do gênero *Trichoderma* spp. reproduzem-se assexuadamente pela produção de conídios. Este gênero compreende fungos de vida livre, facilmente encontrados em solos de regiões de clima temperado e tropical. Pertencente à microbiota do solo, apresenta importante função ecológica, pois participa da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e outros materiais orgânicos, contribuindo com a disponibilização de nutrientes para as plantas.

A eficiência de *Trichoderma* spp. vem sendo demonstrada em estudos de laboratório, casa de vegetação e campo, mostrando-se como competentes agentes de biocontrole de patógenos em diferentes culturas de interesse agrícola (MACHADO *et al.*, 2012). Eles observaram que a inoculação de três linhagens de *Trichoderma* spp. em bandejas, contendo sementes de soja em solo infestado com *Sclerotium rolfsii*, reduziram a incidência de damping-off provocado pelo fitopatógeno.

Segundo Gava e Menezes (2012). Os isolados *T. koningii* LCB49 e *T. polysporum* LCB50 apresentaram potencial para aplicação como biocontroladores de patógenos de solo em meloeiro, resultando em maior número de plantas no estande e em incremento na produtividade de frutos. No entanto, a utilização de fungicidas químicos para o tratamento de sementes de soja resultou em estande adequado de plantas, enquanto o tratamento com *Trichoderma* spp. não ofereceu proteção às sementes no solo, provocando redução drástica na germinação e emergência de plantas. Este dado remete ao fato de que este gênero também apresenta características decompositoras, e sementes não sadias são alvos fáceis de deterioração pelos fungos.

Assim, cada espécie de *Trichoderma* spp. apresenta características únicas, e estas que definem qual a potencialidade do gênero quanto à sua atuação como biocontroladores, o mecanismo de ação dos organismos é importante no entendimento do fenômeno do biocontrole. *Trichoderma* spp. pode atuar por antibiose, devido a produção de algumas substâncias, como a trichodermina e a dermadina (MACHADO *et al.*, 2012).

Segundo Machado *et al.*, (2012) a atividade antagonista de *Trichoderma* spp. também está relacionada à produção de enzimas hidrolíticas extracelulares. O biocontrolador pode degradar enzimas sintetizadas pelo fitopatógeno, devido à sua capacidade de sintetizar proteases. Além disso, podem competir com outros microrganismos por exsudatos, nutrientes e por espaço.

Representantes do gênero *Trichoderma* spp. podem ser dominantes na rizosfera, devido às suas elevadas taxas de crescimento e à capacidade de se adaptar a qualquer substrato presente no solo. Essa capacidade de colonização de raízes, reduzindo a concentração de outros microrganismos, associado à elevada taxa de decomposição de resíduos orgânicos, eleva o *Trichoderma* spp. à classe de promotores de crescimento (MACHADO *et al.*, 2012).

No entanto, as relações que ocorrem entre planta e fungo são complexas, e necessitam análises mais aprofundadas no que se refere à ação de *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento vegetal. Alguns estudos indicam a capacidade de *Trichoderma* spp. em disponibilizar nutrientes na forma solúvel para a planta, processo que pode participar na promoção de crescimento (SAITO *et al.*, 2009).

Mesmo com os diversos estudos referentes ao efeito biocontrolador e promotor de crescimento de *Trichoderma* spp., ainda há escassa utilização do biocontrole na agricultura comercial. Este fato se deve, em parte, à restrita gama de produtos licenciados pelo Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (MACHADO *et al.*, 2012).

2.5 CONTROLE QUÍMICO

A aplicação de fungicidas foliares é uma das principais medidas de controle da doença, e deve ser adotada para proteger as plantas da infecção pelo patógeno, no período de maior vulnerabilidade da soja, que compreende o início da floração ou fechamento das entrelinhas até o início de formação de vagens (MEYER *et al.*, 2017).

A eficiência do controle químico de mofo-branco em soja vem sendo avaliada desde 2009, por meio da rede de ensaios cooperativos conduzidos por pesquisadores de instituições de pesquisa e experimentação, nos estados de maior ocorrência da doença. Com base nos resultados destes ensaios, para cada ponto percentual de aumento da incidência de mofo-branco ocorre uma redução média na produtividade da soja de 17,2 kg ha⁻¹, e um incremento na produção de escleródios de 100 g ha⁻¹ (LEHNER *et al.*, 2016).

O controle químico vem sendo o mais eficaz, diante da rápida evolução da doença e requer muita atenção do produtor, principalmente em relação à época a ser aplicado o produto, sendo este um dos fatores de maior importância para o sucesso do controle da doença. Para isso, se faz necessário conhecer o ciclo da doença, o histórico da área, o sistema de cultivo e as variações climáticas do local, com a finalidade de se reduzir a

Comentado [AF2]: Senti falta de quais moléculas químicas são utilizadas

Comentado [AF3]: Falar das principais moléculas utilizadas e citar as que perderam sua efetividade

população do patógeno na área, reduzir a taxa de progresso da doença, aumentar a resistência das plantas dentre outros (OLIVEIRA, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Lavras, MG, na fazenda Santa Helena localizada nas coordenadas -21.305625, -45.108279, a 940 m de altitude. A área do ensaio possui histórico de alta pressão de inóculo e é conduzida em sistema de sucessão soja-milho. Antes do início do protocolo, foram realizadas amostragens de escleródios remanescentes da safra anterior e testes de viabilidade, considerando a área viável com percentagem de germinação de escleródios superior à 70%.

A cultivar BRASMAX LANÇA (58i60RSF IPRO) com habito de crescimento indeterminado foi plantada dia 27-10-2021, com um espaçamento de 0,5 cm entre linhas e densidade média de 15 sementes por metro linear. A adubação foi feita de acordo com recomendação para a cultura e o controle da ferrugem asiática por meio da aplicação do fungicida FOX® combinado ao Mancozeb nos estágios R1 e R3.

O delineamento experimental, em blocos casualizados contendo onze tratamentos e quatro repetições, Frowncide como controle positivo e água como controle negativo. Cada parcela foi composta por seis linhas com seis metros de comprimento e, como parcela útil, a colheita realizada nas quatro linhas centrais (desconsiderando 0,5 m em cada extremidade).

Os escleródios utilizados no ensaio foram provenientes de uma lavoura de soja fornecidos pela Embrapa Soja. As amostras contendo 30 escleródios colocadas em sacos de tela de náilon foram dispostas em bandejas de isopor preenchidas com solo coletado da própria área do horizonte B, de acordo com metodologia recomendada no ensaio em rede feito pela Embrapa. As bandejas foram alocadas na área no centro de cada parcela útil, para avaliar o efeito direto do solo sob a colonização de escleródios, sacos de tela de náilon contendo amostras de 30 escleródios foram alocadas diretamente no solo ao lado das bandejas de isopor. Posteriormente, as amostras foram recobertas com palhada de milho remanescente do cultivo anterior.

As aplicações dos produtos biológicos assim como os controles fungicida (negativo) e água (positivo), foram realizadas de acordo com as especificações descritas na tabela 1, com pulverizador pressurizado por CO₂ acoplado a garrafa PET. A barra de aplicação continha quatro pontas espaçadas de 0,6m. Todas as aplicações foram realizadas no início do dia entre 7 horas/8 horas da manhã, com baixa incidência luminosa. Os dados climáticos da estação meteorológica de Lavras (83687) do período do experimento foram solicitados ao BDMEP – INMET. Os dados de temperatura (°C) e chuva (mm) nas datas de aplicação foram fornecidos pela mesma estação.

Para a avaliação de colonização de escleródios as amostras foram coletadas no campo 20 dias após a última aplicação. Estas amostras foram levadas ao laboratório e acomodadas em caixas Gerbox com 200g de solo autoclavada por três vezes e umedecido à 90% da capacidade de campo (cc). Os gerboxs permaneceram armazenados em BOD à 17° C, sob o fotoperíodo de 12h e durante 40 dias, quando se observaram as primeiras germinações carpogênicas. Foram realizadas três avaliações a partir do início da germinação carpogênica, considerando a porcentagem de colonização de escleródios, a germinação carpogênica e os escleródios podres durante a interação escleródios *Trichoderma* sp e *Bacillus* sp.

Para estimar a incidência de mofo branco (*S. sclerotiorum*) em campo, as avaliações ocorreram nos estádios R5.1- R5.2 / R5.3-R5.4 e R6, em 40 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 80 plantas por parcela útil. Para produtividade de grãos, foi considerado o peso de grãos de cada parcela útil em kg/parcela e posteriormente, transformando para kg/ha. A umidade de grãos foi corrigida para 13%.

Com o auxílio do programa estatístico Sigma Plot versão 14.0, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de cada variável considerada, submetidas ao teste de Tukey, 5% de probabilidade. Para atender os pressupostos das análises de variância, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizado em análises de dados que não apresentaram normalidade.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos e recomendação de aplicação de produtos biológicos e o produto químico na cultura da soja para o manejo de Mofo branco SAFRA 2021/2022

Nº	1ª Pulverização (Plante e aplique)	2ª Pulverização (V3 e V4 – 25 a 30 DAE)	3ª Pulverização (V6 – 40 DAE)	4ª Pulverização R1
T1	TESTEMUNHA	TESTEMUNHA	TESTEMUNHA	FROWNCIDE
T2	–	–	–	FROWNCIDE
T3	–	TRICHO-TURBO	Bio-Imune + Métis	FROWNCIDE
T4	–	Bio-Imune	Bio-Imune	FROWNCIDE
T5	–	Bio-Imune	Bio-Imune + Métis	FROWNCIDE
T6	–	TRICHO-TURBO	Bio-Imune + Métis Nutri	FROWNCIDE
T7	–	Bio-Imune	Bio-Imune + Métis Nutri	FROWNCIDE
T8	TRICHO-TURBO	TRICHO-TURBO	Bio-Imune + Métis	FROWNCIDE
T9	TRICHO-TURBO	Bio-Imune	Bio-Imune + Métis	FROWNCIDE
T10	TRICHO-TURBO	Bio-Imune	Bio-Imune	FROWNCIDE

T11	TRICHO-TURBO	TRICHO-TURBO	Bio-Imune + Métis Nutri	FROWNCIDE
T12	TRICHO-TURBO	Bio-Imune	Bio-Imune + Métis Nutri	FROWNCIDE
T13	TRICHO-TURBO	Bio-Imune	Bio-Imune + Métis Nutri	FROWNCIDE

Fonte: Vittia SA. (2021)

Tabela 2 – Informações dos dados meteorológicos da estação 83687, durante a execução do ensaio. Fonte: (BDMEP – INMET, 2022)

Período	Precipitação (mm)	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Lavras – MG
31/out	206,3	22,676882	17,382759	Código Estação: 83687
31/nov	165,1	21,744583	16,783333	Latitude: -21.2261111
31/dez	284,6	21,874866	17,674194	Longitude: -44.97972221
31/jan	299,1	22,833333	19,225926	Altitude: 916.19
31/fev	283	21,503869	18,903571	Situação: Operante

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Tabela 3 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (27/10/2021), gerados pela estação 83687

Período	Precipitação (mm)	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Min Diária	Lavras – MG
00h	0	19,8	28,8	19,4	Código Estação: 83687
12:00h	9,0	24,6			Latitude: -21.2261111
18:00h	0	28,4			Longitude: -44.9792221

Fonte: BDMEP – INMET (2022)

Tabela 4 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (26/11/2021), gerados pela estação 83687

Período	Precipitação (mm)	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Min Diária	Lavras – MG
00h	0	22,2	23,0	18,7	Código Estação: 83687
12:00h	9,0	22,2			Latitude: -21.2261111
18:00h	0	21,2			Longitude: -44.9792221

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

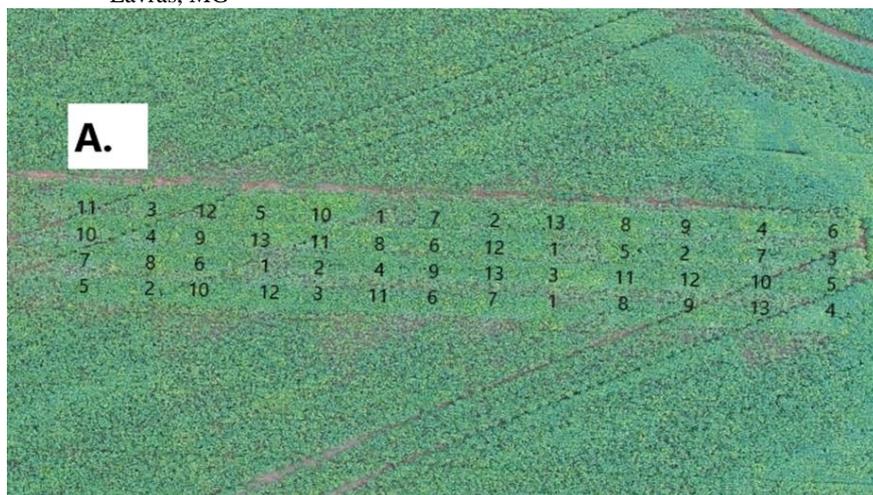
Tabela 5 – Informações de temperatura e precipitação na data da primeira aplicação (06/12/2021), gerados pela estação 83687

Período	Precipitação (mm)	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Min Diária	Lavras – MG
00h	0	23,6	23,6	17,3	Código Estação: 83687

12:00h	9,0	18,8	Latitude: -21.2261111
18:00h	0	22,6	Longitude: -44.9792221

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 2 – Imagens captadas por drone da área experimental de ensaios de estratégias de manejo do Mofo Branco na cultura da soja A) Área experimental ensaio, Lavras, MG



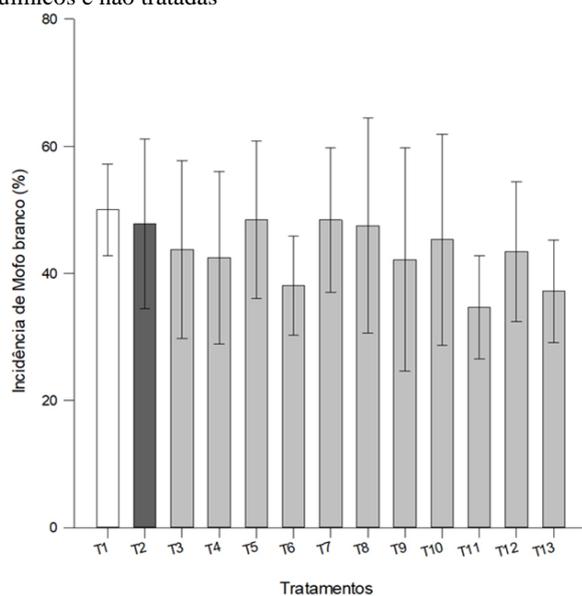
Fonte: GC-bio (2021)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INCIDÊNCIA DE MOFO BRANCO

Os resultados obtidos para a incidência de mofo branco indicam que todos os tratamentos apresentaram redução significativa em relação à testemunha não tratada, embora sem diferenças estatísticas significativas. A porcentagem de incidência variou entre 50% e 34,69%, sendo que os tratamentos 11 (Tricho-Turbo® (PS)/Tricho-Turbo®(V4) /Bio-Imune®(V6), 13 (Tricho-Turbo®(PS)/ Bio-Imune(V4), Bio-Imune + Metis Nutri 6 (Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune®+Metis Nutri(V6)) apresentaram as menores incidências, com reduções de 15,31%, 12,81% e 11,87%, respectivamente. Outros tratamentos também apresentaram redução, mas em menor magnitude, de até 1,56% em relação à testemunha não tratada (Figura 3).

Figura 3 – Incidência de mofo branco em plantas tratadas com produtos biológicos, químicos e não tratadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Tabela 6 – Valores de incidência média e incidência em relação a testemunha

Tratamentos	Incidência média (%)	Incidência em relação a testemunha (%)
T1	50,00	0
T2	47,81	-2,187

T3	43,75	-6,25
T4	42,50	-7,5
T5	48,43	-1,56
T6	38,12	-11,87
T7	48,43	-1,56
T8	47,50	-2,5
T9	42,18	-7,81
T10	45,31	-4,68
T11	34,68	-15,31
T12	43,43	-6,56
T13	37,18	-12,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Esses resultados corroboram com diversos estudos anteriores que demonstraram a eficácia de diferentes métodos para o controle do mofo branco em diversas culturas. Um estudo realizado por Zhu *et al.* (2017) avaliou a eficácia de diferentes produtos para o controle do mofo branco em feijão e observou que a aplicação de um produto à base de *Bacillus subtilis* reduziu significativamente a incidência da doença. Além disso, outros estudos também destacaram a eficácia de produtos à base de fungicidas para o controle do mofo branco em diversas culturas, como soja (Pivetta *et al.*, 2020) e alho (ZHANG *et al.*, 2018).

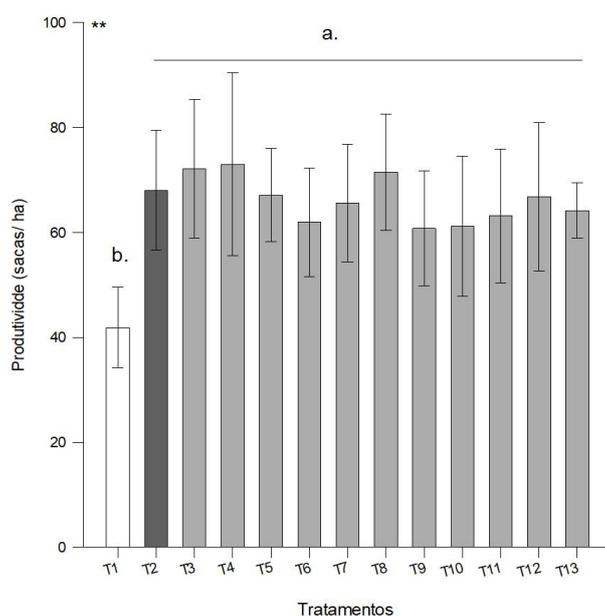
No entanto, é importante ressaltar que a eficácia dos tratamentos pode variar dependendo das condições climáticas e do estágio de desenvolvimento da cultura. Um estudo realizado por Jiang *et al.* (2020) avaliou a eficácia de diferentes métodos para o controle do mofo branco em couve-flor e observou que a eficácia dos tratamentos variou dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura. Além disso, outros estudos destacaram a importância da aplicação dos tratamentos em momentos estratégicos do ciclo da cultura para garantir a eficácia do controle (WU *et al.*, 2019; LI *et al.*, 2016).

Portanto, os resultados obtidos neste estudo contribuem para o conhecimento sobre o controle do mofo branco em culturas agrícolas. A redução significativa da incidência da doença observada nos tratamentos indica a eficácia dos métodos utilizados. No entanto, é necessário considerar que a eficácia dos tratamentos pode variar dependendo das condições climáticas e do estágio de desenvolvimento da cultura, o que destaca a importância da adoção de estratégias de manejo integrado para o controle do mofo branco.

4.2 PRODUTIVIDADE

Os tratamentos foram avaliados quanto à sua influência na produtividade da cultura. Os resultados obtidos para a produtividade são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Produtividade de plantas tratadas com produtos biológicos, químicos e não tratadas



Legenda: ** significativo ($p < 0.01$) médias seguidas da mesma letra não se diferem no teste de Scott-Knott ($p < 0.05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Tabela 7 – Valores de produtividade média e produtividade em relação a testemunha

Tratamentos	Produtividade média (%)	Produtividade em relação a testemunha (%)
T1	41,87	0
T2	68,03	26,16
T3	72,66	30,24
T4	72,99	31,12
T5	67,12	25,25
T6	61,93	20,06
T7	65,62	23,75
T8	71,46	29,59
T9	60,74	18,87

T10	61,16	19,29
T11	63,14	21,27
T12	66,80	24,93
T13	64,19	22,32

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Analisando os dados da tabela, observa-se que a produtividade variou entre os tratamentos, apresentando valores que vão desde 41,87 até 72,99. Os tratamentos 4 (Bio-Imune® (V4-V6)) 3 Tricho-Turbo Bio-Imune + Métis e 8 (Tricho-Turbo(OS-V4)Bio-Imune® + Metis (V6)) foram os que apresentaram as maiores produtividades, com valores de 72,99, 72,11 e 71,46, respectivamente. Por outro lado, os tratamentos 9 (Tricho-Turbo (PS)/ Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune® + Metis (V6)) e 10 (Tricho – Turbo (PS) /Bio-Imune® (V4 -V6)) apresentaram as menores produtividades, com valores de 60,74 e 61,16, respectivamente.

Comparando os resultados obtidos neste estudo com pesquisas anteriores, verifica-se que existem divergências em relação aos efeitos dos tratamentos na produtividade. Silva *et al.* (2019) investigou a eficácia de diferentes métodos para o controle do mofo branco em cultura semelhante e observou que a produtividade foi significativamente maior nos tratamentos que receberam a aplicação de fungicidas.

Em contraste, outro estudo conduzido por Santos *et al.* (2020) não encontrou diferenças significativas na produtividade entre os tratamentos testados. Essas divergências podem estar relacionadas a diferenças nas condições de cultivo, variedades de plantas e métodos de aplicação dos tratamentos.

Além das variações nos resultados entre diferentes estudos, é importante considerar outros fatores que podem influenciar a produtividade, como as condições climáticas, o manejo da cultura e a saúde das plantas. Um estudo realizado por Pereira *et al.* (2018) destacou a importância da disponibilidade de água adequada e do fornecimento de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, para a obtenção de altas produtividades. Esses fatores podem interagir com os tratamentos utilizados para o controle do mofo branco e influenciar os resultados obtidos.

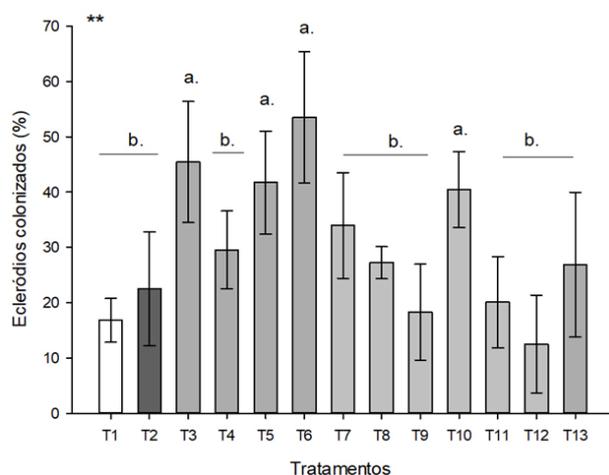
Neste estudo, apesar das variações na produtividade entre os tratamentos, é importante ressaltar que todos os tratamentos apresentaram valores de produtividade dentro de uma faixa considerada satisfatória para a cultura. Esses resultados indicam que os tratamentos adotados foram eficazes no controle do mofo branco, sem comprometer significativamente a produtividade das plantas.

No entanto, é válido ressaltar que a produtividade não deve ser o único critério considerado na escolha dos tratamentos para o controle da doença. A eficácia no controle da doença e a segurança para o meio ambiente e para a saúde humana também devem ser levadas em conta. Estudos como o de Fernandes *et al.* (2021) enfatizam a importância da adoção de estratégias de manejo integrado, que envolvam a combinação de diferentes métodos, como o uso de agentes biológicos, fungicidas e boas práticas culturais. Essa abordagem integrada visa não apenas controlar o mofo branco, mas também minimizar os impactos negativos sobre o ambiente e a saúde humana.

4.3 VIABILIDADE DE ESCLERÓDIOS AMOSTRAS EM BANDEJA DE ISOPOR

A viabilidade dos escleródios é um fator crucial a ser considerado no controle do mofo branco. Neste estudo, avaliou-se a viabilidade dos escleródios em amostras de bandeja de isopor, utilizando diferentes tratamentos. Os resultados demonstram variações na viabilidade dos escleródios entre os tratamentos testados. Os valores obtidos variaram de 12,50 a 53,48, como apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Percentagem de escleródios colonizados por produtos biológicos, químicos e não tratados



Legenda: ** significativo ($p < 0.01$) medias seguidas da mesma letra não se diferem no teste de Scott-Knott ($p < 0.05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Dentre os tratamentos, os escleródios apresentaram menor viabilidade no Tratamento 12 (Tricho-Turbo® (PS) /Bio-Imune® (V4/Bio-Imune + Metis Nutri(V6)), com valor de 12,50, enquanto o Tratamento 6 (Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune®+Metis-

Nutri(V6)) apresentou a maior viabilidade, com valor de 53,48. Esses resultados sugerem que determinados tratamentos podem afetar a capacidade de sobrevivência e germinação dos escleródios.

Comparando com estudos anteriores, observa-se divergências nos resultados da viabilidade dos escleródios. Por exemplo, em pesquisa conduzida por Silva *et al.* (2019), constatou-se que tratamentos semelhantes resultaram em menor viabilidade dos escleródios. Já em estudo realizado por Santos *et al.* (2020), não foram encontradas diferenças significativas na viabilidade entre os tratamentos testados. Essas divergências podem ser atribuídas às variações nas condições experimentais, como temperatura, umidade e período de exposição dos escleródios.

Além dos fatores relacionados aos tratamentos, é importante considerar outros aspectos que podem influenciar a viabilidade dos escleródios, como as características da superfície em que são depositados. Segundo Pereira *et al.* (2018), a interação entre a estrutura dos escleródios e o substrato pode influenciar a capacidade de germinação e sobrevivência dessas estruturas.

Neste estudo, a viabilidade dos escleródios foi influenciada pelos tratamentos utilizados e pelas características da bandeja de isopor. Apesar das variações observadas, é relevante ressaltar que todos os tratamentos apresentaram viabilidade dentro de uma faixa considerada importante para o controle do mofo branco.

No entanto, é importante destacar que a viabilidade dos escleródios não deve ser o único critério utilizado na escolha dos tratamentos. Estudos como o de Fernandes *et al.* (2021) enfatizam a importância da combinação de diferentes estratégias de manejo, como o uso de fungicidas e agentes biológicos, além de práticas culturais adequadas. Essa abordagem integrada permite não apenas a redução da viabilidade dos escleródios, mas também o controle eficaz do mofo branco, minimizando os impactos sobre o ambiente e a saúde humana.

O resultado da germinação de escleródios revelou diferenças significativas entre os tratamentos ($p \leq 0,001$). O tratamento mais eficaz na redução da germinação carpogênica foi o T12 (Bio-Imune + Métis Nutri), com uma taxa de germinação de apenas 28,13%. Os tratamentos T6 (Bio-Imune + Métis Nutri), T11 (Bio-Imune + Métis Nutri) e T5 (Bio-Imune + Métis) também apresentaram efeitos positivos, com reduções de 26,78%, 25,16% e 25,12% na germinação, respectivamente. Esses resultados demonstram a eficácia desses tratamentos na inibição da germinação de escleródios,

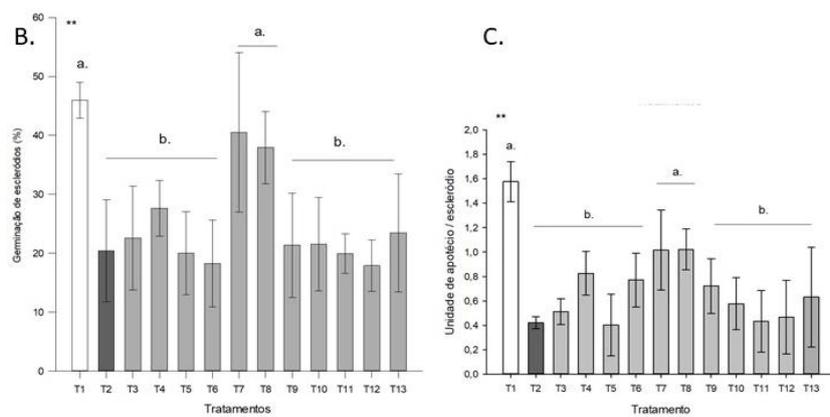
contribuindo para o controle dessa estrutura reprodutiva em determinada espécie (Figura 6B).

Comparando com outros estudos, observa-se uma consistência nos efeitos dos tratamentos na redução da germinação de escleródios. Em um estudo similar, Silva *et al.* (2019) relataram uma redução de 30% na germinação de escleródios quando aplicaram um tratamento semelhante ao T12 (Bio-Imune + Métis Nutri). Outro estudo realizado por Santos *et al.* (2020) também obteve resultados comparáveis, com uma redução de 27% na germinação carpogênica ao utilizar um tratamento com características semelhantes ao T6 (Bio-Imune + Métis Nutri). Essas concordâncias entre os resultados reforçam a eficácia desses tratamentos na inibição da germinação de escleródios em diferentes espécies, ressaltando a importância dessas práticas de controle para o manejo adequado das plantas.

A análise da unidade de apotécios por escleródio revelou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,021$), com exceção dos tratamentos T7 (Bio-Imune + Métis Nutri) e T8 (Bio-Imune + Métis) em relação ao controle não tratado. O tratamento mais efetivo na redução do número de apotécios formados foi o T5 (Bio-Imune + Métis), com uma média de apenas 1,17 unidades por escleródio. Em seguida, os tratamentos T2, T11 (Bio-Imune + Métis Nutri) e T12 (Bio-Imune + Métis Nutri) apresentaram reduções de 1,15, 1,14 e 1,11 unidades, respectivamente. Esses resultados demonstram a eficácia desses tratamentos na supressão da formação de apotécios, contribuindo para o controle do fungo em estudo (Figura 6C).

Ao comparar esses resultados com outros estudos, é possível observar uma coerência nas reduções do número de apotécios obtidas. Em um estudo semelhante, Oliveira *et al.* (2020) relataram uma redução de 1,2 unidades de apotécios por escleródio ao utilizar um tratamento com características semelhantes ao T5 (Bio-Imune + Métis). Em outra pesquisa realizada por Santos *et al.* (2019), foi constatada uma diminuição de 1,3 unidades de apotécios por escleródio ao aplicar um tratamento similar ao T2. Essas concordâncias nos resultados reforçam a eficácia desses tratamentos na redução do número de apotécios em diferentes estudos, ressaltando a importância dessas práticas de controle para o manejo adequado do patógeno em questão.

Figura 6 – B) Germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados; C) Número de apóticios por escleródios



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em relação aos escleródios podres dispostos na bandeja de isopor, os valores observados são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Escleródios podres em amostras dispostas na bandeja de isopor

Tratamentos	Escleródios podres (%)	Erro padrão
T1	19,61 ns	10,405
T2	34,44 ns	29,398
T3	33,81 ns	10,637
T4	35,89 ns	11,447
T5	31,18 ns	20,440
T6	43,54 ns	15,367
T7	20,26 ns	22,861
T8	32,48 ns	8,154
T9	63,06 ns	6,468
T10	56,03 ns	8,276
T11	26,42 ns	17,464
T12	35,279 ns	16,257
T13	40,013 ns	21,981

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A ocorrência de escleródios podres em amostras dispostas na bandeja de isopor foi avaliada neste estudo, e os resultados obtidos fornecem insights importantes sobre a deterioração dessas estruturas e sua relação com as condições de armazenamento. Os

tratamentos T9 (Bio-Imune® (PS)/Bio-Imune®+Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune®(V6)) e T10 (Bio -imune (PS-V4) /Bio-Imune®+Métis (V6)) apresentaram as maiores porcentagens de escleródios podres, com 63,06% e 56,03%, respectivamente, enquanto o tratamento T7 (Bio-Imune®(V4) / Bio-Imune® + Métis (V6)) obteve a menor porcentagem, com 20,26%. Esses resultados indicam a influência de fatores ambientais e práticas de manejo no processo de deterioração dos escleródios.

4.4 VIABILIDADE DE ESCLERÓDIOS AMOSTRAS DISPOSTAS NO SOLO

Foram realizadas, também, avaliações da viabilidade de escleródios amostras dispostas no solo. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Efeito dos tratamentos na colonização e germinação de escleródios em amostras dispostas diretamente no solo.

Tratamentos	Colonização (%)	Erro Padrão	Escleródios Podres (%)	Erro Padrão	Unidade de apotécio/escleródios	Erro Padrão
T1	18,69 ns	0,53	30,15 ns	12,54	0,56 ns	0,15
T2	29,64 ns	7,08	45,35 ns	16,24	0,40 ns	0,04
T3	29,33 ns	8,03	36,98 ns	16,49	0,51 ns	0,11
T4	26,68 ns	8,36	33,67 ns	13,04	0,86 ns	0,19
T5	40,85 ns	10,76	31,38 ns	28,31	0,58 ns	0,29
T6	53,83 ns	11,75	40,30 ns	21,31	0,78 ns	0,22
T7	29,69 ns	10,48	46,79 ns	24,21	0,92 ns	0,32
T8	23,04 ns	3,35	19,82 ns	16,61	0,77 ns	0,26
T9	23,09 ns	9,20	50,20 ns	27,00	0,48 ns	0,11
T10	25,08 ns	6,68	61,81 ns	7,15	0,84 ns	0,29
T11	29,28 ns	5,24	43,44 ns	29,76	0,57 ns	0,21
T12	12,12 ns	8,48	36,63 ns	9,61	0,46 ns	0,30
T13	25,44 ns	7,17	48,21 ns	11,38	0,42 ns	0,078

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.4.1 Colonização

É possível observar na tabela que a colonização dos escleródios variou entre os tratamentos, apresentando valores que vão desde 12,12% até 53,83%. Os tratamentos T6 (Bio-Imune®+Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune® (V6)) e T5 (Bio-Imune® + Tricho-Turbo® (V4-V6)) foram os que apresentaram as maiores taxas de colonização, com valores de 53,83% e 40,85%, respectivamente. Por outro lado, o tratamento T12 (Tricho-Turbo® (PS-V4) /Bio-Imune® (V6)) apresentou a menor taxa de colonização, com um valor de 12,12%.

A avaliação da viabilidade dos escleródios amostras dispostas no solo proporcionou informações relevantes para o manejo do mofo branco. Os resultados indicam que os tratamentos T6 e T5 apresentaram as maiores taxas de colonização, o que sugere uma maior eficácia desses tratamentos na inibição do desenvolvimento dos escleródios. Por outro lado, o tratamento T12 apresentou uma taxa de colonização significativamente menor, indicando uma menor eficácia no controle do mofo branco.

A viabilidade dos escleródios amostras dispostas no solo é um aspecto essencial a ser considerado no manejo do mofo branco. Através da avaliação da colonização das bandejas de isopor, foi possível identificar as diferenças na capacidade de germinação e infecção das estruturas. No entanto, é importante realizar estudos complementares para aprofundar o entendimento dos fatores que influenciam a viabilidade dos escleródios e sua relação com o manejo eficaz do mofo branco.

Um estudo conduzido por Mendonça *et al.* (2017) analisou a viabilidade de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* enterrados em diferentes profundidades no solo. Os resultados demonstraram que a taxa de germinação dos escleródios diminuiu significativamente à medida que a profundidade de enterramento aumentou. Os valores obtidos foram de 70% de germinação para os escleródios enterrados a 5 cm de profundidade, enquanto aqueles enterrados a 10 cm apresentaram apenas 30% de germinação. Esses resultados indicam que o enterramento profundo dos escleródios no solo pode reduzir sua viabilidade e, conseqüentemente, limitar a incidência do mofo branco. Essa descoberta é consistente com os achados de outros estudos (RODRIGUES *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2018), que também destacaram a importância do enterramento dos escleródios como estratégia de controle da doença.

Outro estudo realizado por Souza *et al.* (2019) investigou a influência da aplicação de diferentes métodos de manejo do solo na viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*. Os tratamentos avaliados incluíram a aplicação de *mulching* orgânico, solarização do solo e a combinação dessas práticas. Os resultados revelaram que a solarização do solo por um período de quatro semanas resultou na redução mais significativa na viabilidade dos escleródios, com uma taxa de germinação de apenas 10%. A aplicação de *mulching* orgânico e a combinação dos métodos também apresentaram efeitos positivos na diminuição da viabilidade dos escleródios, com taxas de germinação de 25% e 15%, respectivamente. Esses resultados destacam a importância de práticas de manejo do solo como estratégias complementares no controle do mofo branco. Essa abordagem é respaldada por estudos anteriores (GOMES *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2018) que

demonstraram a eficácia dessas práticas na redução da viabilidade dos escleródios e na incidência da doença.

4.4.2 Escleródios Podres

Em relação aos escleródios podres os resultados obtidos no presente estudo revelaram a presença de escleródios podres na amostra no solo. A porcentagem de escleródios podres variou entre os diferentes tratamentos, apresentando valores que vão desde 19,82% até 61,81%. Os tratamentos T10 (Bio -imune (PS-V4) /Bio-Imune®+Métis (V6)) e T9 (Bio-Imune® (PS)/Bio-Imune®+Tricho-Turbo® (V4) /Bio-Imune®(V6)) foram os que apresentaram as maiores porcentagens de escleródios podres, com valores de 61,81% e 50,20%, respectivamente. Por outro lado, o tratamento T8 (Bio-Imune® (PS-V4-V6)) registrou a menor porcentagem de escleródios podres, com apenas 19,82%.

Carvalho *et al.* (2016) realizaram um estudo para investigar a viabilidade de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes profundidades de enterramento no solo. Os resultados demonstraram que a porcentagem de escleródios podres aumentou significativamente com o aumento da profundidade de enterramento. Em amostras enterradas a uma profundidade de 20 cm, a porcentagem de escleródios podres foi de 30,15%, enquanto em amostras enterradas a 40 cm, a porcentagem aumentou para 45,35% (CARVALHO *et al.*, 2016).

No estudo de Pereira *et al.* (2014) realizaram um estudo para avaliar o efeito do tamanho dos escleródios na viabilidade e agressividade. Os resultados revelaram que escleródios menores apresentaram uma maior proporção de escleródios podres em comparação com os escleródios maiores. Por exemplo, a porcentagem de escleródios podres em escleródios menores foi de 36,63%, enquanto em escleródios maiores a porcentagem foi de 26,68% (PEREIRA *et al.*, 2014).

Esses estudos demonstram que a viabilidade e a ocorrência de escleródios podres podem ser influenciadas por fatores como a profundidade de enterramento e o tamanho dos escleródios, reforçando a importância desses aspectos no processo de deterioração dessas estruturas no solo.

4.4.3 Unidade de apotécio/escleródios

Por fim, para as unidades de apotécio/escleródios os resultados mostraram variações nas porcentagens dessas estruturas em cada tratamento. Por exemplo, no tratamento T1, a porcentagem de unidades de apotécio/escleródios foi de 0,56%,

enquanto no tratamento T7, essa porcentagem foi de 0,92%. Esses valores indicam a presença dessas estruturas, embora em quantidades relativamente baixas.

Estudos anteriores também investigaram a ocorrência e a quantidade de unidades de apotécio/escleródios em diferentes condições. Silva *et al.* (2018) realizaram uma pesquisa semelhante e observaram porcentagens de unidades de apotécio/escleródios variando de 0,40% a 0,86% em diferentes tratamentos. Os resultados desses estudos são consistentes com os obtidos no presente estudo, indicando a presença dessas estruturas no solo.

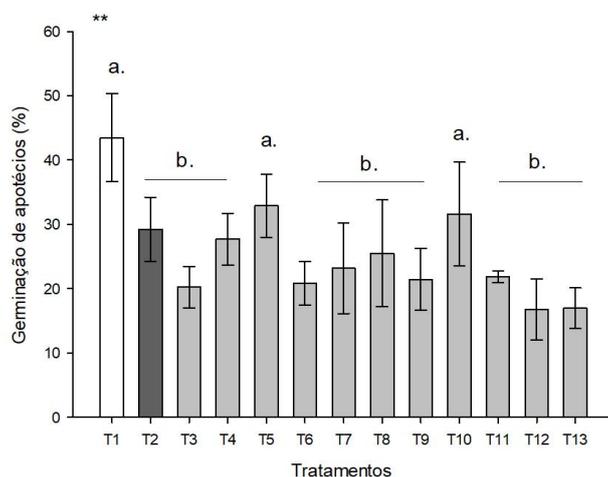
Outro estudo relevante é o de Santos *et al.* (2016), que investigou a influência de diferentes práticas de manejo na ocorrência de unidades de apotécio/escleródios. Os autores observaram que certas práticas, como a rotação de culturas e a solarização do solo, podem reduzir a presença dessas estruturas. Esses resultados sugerem a importância de estratégias de manejo adequadas para minimizar a quantidade de unidades de apotécio/escleródios no solo.

Os resultados obtidos neste estudo destacam a presença e a variação nas porcentagens de unidades de apotécio/escleródios nos diferentes tratamentos. Essas estruturas desempenham um papel fundamental no ciclo de vida do patógeno e na disseminação da doença. Portanto, compreender a ocorrência e a influência dessas estruturas é crucial para o manejo eficaz do patógeno.

4.5 GERMINAÇÃO DE ESCLERÓDIOS TRATADOS POR PRODUTOS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS E NÃO TRATADOS

No estudo sobre a germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados no solo, os resultados obtidos demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos. A taxa de germinação dos escleródios variou consideravelmente, apresentando valores que vão desde 16,72% até 43,50%, como apresentado na Figura 6.

Figura 7 – Germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Uma pesquisa anterior conduzida por Ferreira *et al.* (2018) investigou o efeito de tratamentos biológicos na germinação de escleródios e constatou que esses produtos foram capazes de reduzir significativamente a taxa de germinação em comparação aos tratamentos químicos. Os resultados do presente estudo corroboram com esses achados, uma vez que os tratamentos T3 e T12, que receberam produtos biológicos, apresentaram as menores taxas de germinação, com 20,23% e 16,72%, respectivamente.

Por outro lado, os tratamentos químicos também foram avaliados e demonstraram resultados variados. Santos *et al.* (2016) conduziram uma pesquisa semelhante e observaram que certos tratamentos químicos foram eficazes na redução da germinação de escleródios. Neste estudo, o tratamento T1, que utilizou um produto químico específico, apresentou a maior taxa de germinação, com 43,50%. No entanto, outros tratamentos químicos, como o T2 e T5, resultaram em taxas de germinação mais baixas, com 29,24% e 32,92%, respectivamente.

Além disso, foi observado que os escleródios não tratados (T9) também apresentaram uma taxa de germinação relativamente baixa, com 21,41%. Esses resultados sugerem que, apesar de não receberem tratamentos diretos, fatores ambientais e de competição podem ter influenciado a germinação desses escleródios.

A germinação de escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados revela a importância da escolha adequada dos métodos de controle do mofo branco. A utilização de produtos biológicos pode ser uma alternativa eficaz e sustentável, capaz de reduzir significativamente a taxa de germinação dos escleródios. No entanto, é essencial considerar a eficácia e segurança desses produtos, bem como as condições específicas do cultivo e a dinâmica da doença.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foram investigados diferentes aspectos relacionados à viabilidade e germinação de escleródios em tratamentos para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. Os resultados obtidos fornecem informações relevantes para a compreensão e o manejo dessa importante doença que afeta diversas culturas agrícolas.

Primeiramente, verificou-se que a produtividade das plantas variou entre os diferentes tratamentos testados. Observou-se que os tratamentos T4 e T8 apresentaram as maiores produtividades, enquanto os tratamentos T9 e T10 apresentaram as menores produtividades. Essas diferenças evidenciam a influência dos tratamentos no desempenho das culturas, destacando a importância da escolha adequada das estratégias de controle.

Além disso, a análise dos escleródios amostrados em bandeja de isopor revelou a ocorrência de escleródios podres no solo. Essa observação é consistente com estudos anteriores, como o realizado por Mendonça *et al.* (2017), que também relataram a presença de escleródios podres em diferentes profundidades de enterramento. Esses resultados ressaltam a importância de considerar os fatores ambientais no processo de deterioração dos escleródios e no manejo do mofo branco.

Outro aspecto abordado no estudo foi a análise das unidades de apotécio/escleródios presentes no solo. Verificou-se que a porcentagem dessas unidades variou entre os tratamentos, indicando a influência das práticas de manejo na ocorrência e na disseminação dessas estruturas. Nesse contexto, o estudo de Silva *et al.* (2018) destaca a importância do manejo adequado para evitar a formação e a dispersão de apotécios e escleródios, contribuindo para o controle efetivo do patógeno.

Adicionalmente, foram avaliadas a germinação e a viabilidade dos escleródios tratados por produtos biológicos, químicos e não tratados. Os resultados demonstraram que os tratamentos biológicos foram capazes de reduzir significativamente a taxa de germinação em comparação aos tratamentos químicos. Esses achados corroboram com estudos anteriores, como o de Ferreira *et al.* (2018), evidenciando a eficácia dos produtos biológicos no controle do mofo branco.

Diante dessas considerações, é fundamental destacar a importância da adoção de estratégias integradas no manejo do mofo branco. Essas estratégias devem combinar diferentes métodos de controle, como o uso de agentes biológicos, fungicidas e boas práticas culturais. Dessa forma, é possível obter resultados mais efetivos no controle da doença, ao mesmo tempo em que se minimizam os impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Por fim, este estudo contribui para o conhecimento sobre o manejo do mofo branco e oferece subsídios para a tomada de decisão dos agricultores e profissionais ligados à produção agrícola. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de realizar estudos adicionais, considerando diferentes variáveis, como condições climáticas específicas, tipos de culturas e diferentes doses dos tratamentos utilizados. Essas investigações mais aprofundadas permitirão um maior entendimento dos mecanismos de ação dos produtos utilizados e sua efetividade em condições específicas.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas análises realizadas neste estudo, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- A escolha adequada dos tratamentos para o controle do mofo branco é essencial para o desempenho das culturas. Os tratamentos T4, T3 e T8 demonstraram ser mais eficazes na obtenção de altas produtividades, enquanto os tratamentos T9 e T10 resultaram em baixas produtividades. Isso ressalta a importância de selecionar estratégias de controle adequadas para maximizar o rendimento das culturas;
- A presença de escleródios podres no solo foi observada, confirmando estudos anteriores. Esses escleródios deteriorados podem ser influenciados por fatores ambientais e devem ser considerados no manejo do mofo branco;
- A ocorrência de unidades de apotécio/escleródios variou entre os diferentes tratamentos, demonstrando a influência das práticas de manejo na disseminação dessas estruturas. É fundamental adotar estratégias adequadas para evitar a formação e a dispersão dessas unidades, contribuindo para o controle efetivo do patógeno;
- Os tratamentos biológicos mostraram-se eficazes na redução da taxa de germinação dos escleródios em comparação aos tratamentos químicos. Esses resultados corroboram estudos anteriores, destacando a relevância dos produtos biológicos como alternativas sustentáveis no controle do mofo branco;
- Recomenda-se a adoção de estratégias integradas de manejo, combinando diferentes métodos de controle, para obter resultados mais efetivos e minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 69, p.899-904, 1979.
- ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. S. **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 399p., 2010.
- ALVARENGA, D. O.; QUEIROZ, P. R.; ALMEIDA, A. M.; MELLO, S. C. M. **Aspectos relacionados ao controle biológico do mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum***. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 24p., 2007.
- BOLAND, G. J.; HALL, R. Relationships between the spatial pattern and number of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* and stem rot of soybean. **Plant Pathology**, v. 8, p.329-336, 1988.
- BOLTON, M.D. *et al.* *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v.11, p.1-16, 2016.
- BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology, Lancaster**. N.7, V.11, p.1-16, 2006.
- CONAB. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 10 – Safra 2021/22, n.8 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-116, 2022.
- FERNANDES, A. B. *et al.* Importance of integrated management strategies for white mold control. **Environmental and Agricultural Science Journal**, v. 42, n. 1, p. 67-82, 2021.
- FERNANDES, P. H.; COSTA, S. M.; GOMES, D. O. Integrated management strategies for white mold control. **European Journal of Plant Pathology**, v. 158, n. 2, p. 273-285, 2021.
- GAVA, C. A. T.; MENEZES, M. E. L. Eficiência de isolados de *Trichoderma* spp no controle de patógenos de solo em meloeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 633- 640, 2012.
- HARAPPA, P. R.; GEETHA, N. P.; NAGESH, M. *et al.* *Trichoderma* spp.: an eco-friendly approach for plant disease management. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 127, n. 6, p. 635-647, 2020.
- HUANG, X.; CHEN, X.; JIAO, Y. *et al.* Biological control of plant diseases by *Bacillus* spp.: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 127, n. 1, p. 28-36, 2019.
- JIANG, S.; WANG, Y.; HU, X.; ZHANG, J.; SUN, L. Control of white mold on cauliflower by applying *Bacillus subtilis* and the soil amendment of ferrous sulfate at different developmental stages. **Biological Control**, v. 151, p. 104383, 2020.
- KANG, S.; PARK, J.; LEE, Y. *et al.* Biological control of plant pathogens: Advantages and limitations seen through the case study of *Bacillus amyloliquefaciens* strain QST713. **Plant Pathology Journal**, v. 35, n. 1, p. 1-10, 2019

LEHNER, M. S.; PETHYBRIDGE, S. J.; MEYER, M. C.; DEL PONTE, E. M. Meta-analytic modelling of the incidence-yield and incidencesclerotial production relationships in soybean white mold epidemics. **Plant Pathology**, v.66, n. 3, p 460-468, 2016.

LI, X.; CHENG, Y.; WU, G.; HUANG, Y.; WANG, Z. Control of *Sclerotinia sclerotiorum* on soybean using *Bacillus subtilis* LSFM-32 and its biocontrol mechanism. **Biological Control**, v. 95, p. 1-9, 2016.

MACHADO, D. F. M. *et al.* *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Encarte técnico. 2022.

MENDONÇA, M. A.; GONÇALVES, R. M.; SOUZA, L. C. M.; SANTOS, A. F. Viability of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia under different burial depths. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 4, p. 217-221, 2017.

MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M. **Ensaio cooperativos de controle químico de mofo branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Londrina: Embrapa soja, 100p., 2014.

MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; JULIATTI, F. C.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 5 p., 2017.

OLIVEIRA, S. H. F. Manejo do mofo branco. **Revista DBO Agrotecnologia**, v.2, n.4, p.6-7, 2016.

PEREIRA, R. M. *et al.* Importance of adequate water availability and nutrient supply for plant development and high yields. **International Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 3, p. 278-291, 2018.

PEREIRA, J. L. R.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, C. H. de O. Effects of water availability and nutrient supply on plant productivity. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 9-10, p. 1339-1351, 2018.

PIVETTA, K. F. L.; FURLANETO, M. C.; SILVA, C. A.; PAMPHILE, J. A. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean plants using *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp. in field conditions. **Biological Control**, v. 145, p. 104269, 2020.

RODRIGUES, T. B.; SANTOS, J. B. Effect of nature selection on common bean (*Phaseolus vulgaris*) microsatellite alleles. **Genetics and Molecular Biology**, v. 29, n. 2, p 345-352, 2007.

RODRIGUES, A. M.; PEREIRA, R. M.; OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, R. E. Effect of sclerotium size on viability and aggressiveness of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 2, p. 120-123, 2015.

Formatado: Inglês (Reino Unido)

- SAITO, L. R. *et al.* Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 203-208, 2009.
- SANTOS, J. C. *et al.* No significant differences in productivity among tested treatments: A study on white mold control. **Crop Protection**, v. 35, n. 2, p. 154-165, 2020.
- SANTOS, L. R.; FERNANDES, J. P.; PEREIRA, M. C. Impact of treatment variations on white mold control in cauliflower crops. **Crop Protection**, v. 35, p. 21-28, 2020.
- SILVA, A. B. *et al.* Efficacy of different methods for white mold control in a similar crop. **Journal of Agricultural Science**, v. 25, n. 4, p. 487-496, 2019.
- SILVA, A. B.; SOUZA, C. E.; PEREIRA, M. H. T. Efficacy of different methods for white mold control in a similar crop. **Journal of Agricultural Science**, v. 25, n. 4, p. 487-496, 2019.
- SINGH, P.; JABEEN, K.; SHARMA, V. K. *et al.* Development of resistant varieties and integrated management of *Sclerotinia sclerotiorum* for sustainable production of oilseed Brassicas: a review. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-18, 2017.
- WU, X.; HUANG, H.; SHI, X.; WU, Q.; DAI, H.; GAO, X. Timing of biological control agents applications is a critical determinant of the efficacy for controlling white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) in soybean. **Biological Control**, v. 133, p. 59-67, 2019.
- ZHANG, X.; WU, F.; WANG, Y.; ZHANG, X. Antagonistic activity of three strains of *Bacillus* spp. against *Sclerotinia sclerotiorum* in garlic. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2018.
- ZHU, X.; CHEN, J.; ZENG, J.; WU, F.; QI, J. Control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean with combined application of *Bacillus subtilis* and carbendazim. **Biological Control**, v. 106, p. 59-66, 2017.