

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Taiane Maria Rodrigues dos Santos

**POTENCIAL ANTAGÔNICO DE ISOLADOS DE *Trichoderma* SPP. CONTRA
Sclerotinia sclerotiorum *IN VITRO***

São João Evangelista

2026

TAIANE MARIA RODRIGUES DOS SANTOS

**POTENCIAL ANTAGÔNICO DE ISOLADOS DE *Trichoderma* SPP. CONTRA
Sclerotinia sclerotiorum IN VITRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Agronomia do
Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* São
João Evangelista para obtenção do grau de
bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Natália Risso Fonseca

São João Evangelista

2026

S237p Santos, Taiane Maria Rodrigues dos.
Potencial antagônico de isolados de *Trichoderma spp.* contra *Sclerotinia sclerotiorum* in vitro / Taiane Maria Rodrigues dos Santos – 2026.
32f.: il.

Orientador: Dra. Natália Risso Fonseca.
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2026.

1. Controle biológico. 2. Antagonismo. 3. Mofo branco. 4. Feijoeiro. I. Santos, Taiane Maria Rodrigues dos. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 632.96

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Taiane Maria Rodrigues dos Santos

**POTENCIAL ANTAGÔNICO DE ISOLADOS DE *Trichoderma* SPP. CONTRA
Sclerotinia sclerotiorum IN VITRO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de
Minas Gerais – *campus* São João
Evangelista para obtenção do grau de
bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 01 / 06 / 2026 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 NATALIA RISSO FONSECA
Data: 01/06/2026 20:23:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Natália Risso Fonseca - IFMG *campus* São João Evangelista (Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL CARLOS DOS SANTOS
Data: 05/06/2026 11:17:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos - IFMG *campus* São João Evangelista

Documento assinado digitalmente
 PEDRO BOUCAZ PAES
Data: 01/06/2026 20:16:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Agrônomo Pedro Bouçaz Paes - EMATER-MG

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por me concederem sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, Helia e Joaquim, e à minha irmã Joice, por todo amor, apoio e pelos inúmeros esforços para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Natália, pela paciência, dedicação e ensinamentos durante o desenvolvimento desse trabalho, além do companheirismo e amizade durante a minha trajetória acadêmica.

Agradeço também aos amigos, professores e demais pessoas que, de alguma forma, me apoiaram, incentivaram e compartilharam ensinamentos e momentos durante essa jornada.

RESUMO

O feijoeiro comum é uma das principais culturas agrícolas do Brasil. Entretanto, a cultura é afetada por diversas doenças, resultando em redução da sua produtividade. O mofo branco, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, caracteriza-se como uma das doenças mais destrutivas que afetam o feijoeiro, causando grandes perdas. Em busca de uma agricultura sustentável, estratégias de controle biológico têm ganhado relevância. Dessa forma, esse trabalho teve o objetivo de avaliar o potencial antagônico *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *S. sclerotiorum*, visando subsidiar estratégias para o manejo integrado da doença. A ação de seis isolados de *Trichoderma* spp. foi avaliada por meio de pareamento de culturas e produção dos metabólitos voláteis (antibiose). Todos os isolados avaliados apresentaram antagonismo à *S. sclerotiorum*. No pareamento de culturas, o isolado TR35 (*T. koningiopsis*) destacou-se, inibindo 71,6% do crescimento micelial do patógeno. Na avaliação dos metabólitos voláteis, o isolado de *T. harzianum* TR155 foi o mais eficaz, reduzindo o desenvolvimento do patógeno em 44%. Os ensaios demonstraram diferenças na capacidade de controle entre os isolados avaliados, indicando que tanto o efeito antagônico quanto os mecanismos envolvidos variam entre os isolados, inclusive pertencentes à mesma espécie.

Palavras-chave: Controle biológico. Antagonismo. Mofo branco. Feijoeiro.

ABSTRACT

The common bean is one of Brazil's major agricultural crops. However, the crop is affected by various diseases, resulting in reduced productivity. White mold, caused by the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, is one of the most destructive diseases affecting the common bean, causing significant losses. In the pursuit of sustainable agriculture, biological control strategies have gained prominence. Thus, this study aimed to evaluate the *in vitro* antagonistic potential of *Trichoderma* spp. isolates against *S. sclerotiorum* to support integrated disease management strategies. The activity of six *Trichoderma* spp. isolates was evaluated through dual culture assays and the production of volatile metabolites (antibiosis). All evaluated isolates exhibited antagonism toward *S. sclerotiorum*. In the dual culture assays, isolate TR35 *T. koningiopsis* stood out, inhibiting 71.6% of the pathogen's mycelial growth. Regarding volatile metabolites, the *T. harzianum* isolate TR155 was the most effective, reducing pathogen development by 44%. The assays demonstrated differences in control capacity among the evaluated isolates, indicating that both the antagonistic effect and the mechanisms involved vary among isolates, including those belonging to the same species.

Keywords: Biological control. Antagonism. White mold. Common bean.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bases de placas de Petri contendo o antagonista e o patógeno sobrepostas e seladas com filme de PVC, seguindo a metodologia descrita por Dennis e Webster (1971).....	18
Figura 2 - Pareamento de culturas entre isolados de <i>Trichoderma</i> spp. e o patógeno <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> aos 10 dias após instalação do teste. Os antagonistas se encontram à esquerda da placa e o patógeno à direita. (A) TR96 (<i>T. harzianum</i>), (B) TR35 (<i>T. koningiopsis</i>), (C) TR12 (<i>T. koningiopsis</i>), (D) TR14 (<i>T. asperellum</i>), (E) TR155 (<i>T. harzianum</i>) e (F) TR25 (<i>T. asperellum</i>).....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pareamento de culturas entre isolados de <i>Trichoderma</i> spp. e o patógeno <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> aos 10 dias após instalação do teste.....	16
Tabela 2 - Caracterização dos isolados de <i>Trichoderma</i> spp. utilizados no ensaio.....	20
Tabela 3 - Percentuais de inibição de crescimento micelial (PIC) obtidos pelo método de pareamento de culturas de <i>S. sclerotiorum</i> contra isolados de <i>Trichoderma</i> spp. nos 7º e 10º dias após a instalação do teste.....	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Cultura do feijão.....	12
2.2	Mofo branco.....	13
2.3	Controle biológico de doenças em plantas.....	14
2.4	<i>Trichoderma</i> spp.....	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	Local de realização dos ensaios e obtenção dos isolados.....	16
3.2	Avaliação do antagonismo de <i>Trichoderma</i> spp. pelo método do pareamento de culturas	17
3.3	Avaliação da antibiose pela produção de metabólitos voláteis de <i>Trichoderma</i> spp.	18
5	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS.....	25
	APÊNDICE A	29
	APÊNDICE B.....	30
	APÊNDICE C	31
	APÊNDICE D	32

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) constitui uma das principais culturas agrícolas nacionais. Em Minas Gerais, a área plantada com a espécie ultrapassa 300 mil ha, o que se justifica por sua grande importância na dieta humana como fonte proteica, sendo considerada um dos principais componentes da alimentação no país. No entanto, a ocorrência de pragas e doenças está diretamente relacionada à queda da produtividade da cultura (NUNES, 2017).

Entre as principais doenças que acometem a cultura, a doença conhecida como mofo branco, causada pelo patógeno habitante de solo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, é considerada uma das mais destrutivas do feijoeiro comum, causando danos desde o momento do plantio, seja infectando previamente a semente plantada, impossibilitando a germinação; ou ainda por estar presente no solo na forma de escleródios, o que permite a sobrevivência do patógeno no solo por vários anos, inviabilizando o cultivo na área (JÚNIOR, 2010).

O controle da doença é realizado baseando-se na integração de medidas de controle, incluindo cobertura do solo com palhada, utilização de sementes saudáveis, aumento do espaçamento entre plantas e aplicação de fungicidas químicos. No entanto, o uso de produtos químicos de maneira recorrente, quando realizado sem os devidos cuidados, pode resultar em diversos problemas, como contaminação ambiental, riscos aos aplicadores e impactos relacionados à segurança alimentar. Com isso, métodos de controle mais sustentáveis, como o controle biológico, vêm ganhando espaço, em que o uso de microrganismos antagonistas é empregado visando o combate de fitopatógenos.

Atualmente, o gênero *Trichoderma* é foco de diversas pesquisas devido seu alto potencial antagonístico a fitopatógenos e como promotor de crescimento de diversas culturas, sendo também comercializado na forma de formulações prontas. Sua ação de biocontrole ocorre através de diferentes mecanismos, como produção de enzimas degradadoras de parede celular, produção de toxinas, competição por espaço e nutrientes, entre outros, causando controle efetivo de diversos grupos de microrganismos. Além disso, *Trichoderma* spp. também é capaz de ativar o sistema de defesa de algumas espécies vegetais, aumentando a resistência às doenças.

A cultura do feijão apresenta grande importância no âmbito nacional, e sua produtividade é prejudicada pela presença de doenças. O mofo branco apresenta difícil controle devido à persistência do patógeno no solo. Além disso, o uso desenfreado de agrotóxicos pode desencadear uma série de problemas, tornando necessária a busca por soluções que reduzam a dependência desses produtos. Nesse cenário, o uso de espécies de *Trichoderma*, surge como

uma solução sustentável e promissora para agregar no manejo dessa doença. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes isolados de *Trichoderma* spp. quanto ao seu potencial antagônico ao fungo *S. sclerotiorum* em condições *in vitro*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do feijão

O feijão comum é cultivado por diferentes agricultores, escalas, regiões e mecanismos de produção no Brasil, sendo o país caracterizado como o maior produtor e consumidor mundial de feijão (DAMASCENA *et al.*, 2018), sendo a espécie *Phaseolus vulgaris* a mais cultivada do gênero *Phaseolus* (POSSE *et al.*, 2010). A espécie pertence à família Fabaceae, terceira mais numerosa em quantidade de espécies, com mais de 19 mil reunidas em torno de 751 gêneros, entre os quais o gênero *Phaseolus* compreende mais de 30 espécies.

O feijão constitui-se em uma das mais importantes fontes proteicas na dieta humana em países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, é visto como um pilar fundamental para a segurança alimentar e nutricional, sobretudo para as classes mais carentes da população (POSSE *et al.*, 2010). Segundo a CONAB (2022), na safra 2021/2022 foram cultivados 314,5 mil ha de feijão nas três safras no estado de Minas Gerais, com produtividade média alcançada de 2.337 kg/ha.

O cultivo do feijão é amplamente difundido em todo território nacional, seja no sistema consorciado ou solteiro. Nota-se um crescente interesse de expansão da cultura para grandes áreas, com adoção de tecnologias como, irrigação, controle fitossanitário e colheita mecanizada. É considerada também uma cultura importante na sucessão de cultivos ao longo do ano, pois pode ser cultivada em um período relativamente curto, com ciclo produtivo geralmente em torno de 90 dias (POSSE *et al.*, 2010).

Atualmente, nas lavouras de feijão, a ocorrência de pragas e doenças é comum, sendo um dos fatores que geram baixo rendimento e maior instabilidade na produção (NUNES, 2017). O feijoeiro comum é afetado por dezenas de doenças de origem biótica, as quais afetam diferentes partes das plantas e apresentam distribuição geográfica distinta, conforme as exigências climáticas de seus agentes causais. Dentre elas, podem ser destacadas as de origem fúngica, como a antracnose, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, a mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) e o mofo branco, causado por *S. sclerotiorum* (WENDLAND, 2018).

2.2 Mofo branco

O mofo branco é uma doença causada pelo fungo fitopatogênico *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary, descrito em 1837, pertencente ao Filo Ascomycota. O patógeno possui mais de 400 espécies hospedeiras, entre elas importantes culturas agrícolas como, soja, tomate, algodão, batata e o feijão comum, fato que dificulta o uso de rotação de culturas (JÚNIOR, 2010).

A doença apresenta difícil manejo devido sua agressividade, caracterizada pela presença de estruturas de sobrevivência, chamadas de escleródios que permanecem no solo por até oito anos, transmissão via sementes através de micélio dormente capaz de colonizar os tecidos da plântula recém germinada e disseminação via vento por meio dos ascósporos produzidos nos apotécios (REIS *et al.*, 2011).

No Brasil, sua primeira ocorrência foi em plantas de batata no estado de São Paulo em 1921 (HENNING, 2012). Os danos causados variam conforme a susceptibilidade da cultura, o manejo e as condições climáticas, reduzindo a produtividade em até 70% (MEYER *et al.*, 2014). O patógeno pode ser encontrado nas principais regiões produtoras com temperaturas amenas, altitude acima de 500 a 600 metros e alta umidade do solo, condições favoráveis a ocorrência de epidemias da doença (JÚNIOR, 2010).

Plantas infectadas apresentam lesões aquosas, onde se desenvolve grande quantidade de micélio branco, característica marcante da doença. Posteriormente, os tecidos atacados apodrecem devido a ação das diversas toxinas produzidas por *S. sclerotiorum*, sendo possível observar o apodrecimento de hastes laterais, vagens e folhas, ou até mesmo da haste principal, acarretando a morte da planta. Os escleródios são formados tanto na superfície da planta como no interior da haste e das vagens infectadas, podendo se desprender sozinhos ou serem lançados ao solo durante a colheita, aumentando o inóculo na área (MEYER *et al.*, 2014).

O manejo do mofo branco requer um sistema integrado de práticas, que envolvem cobertura do solo com palhada, preferencialmente de gramíneas; espaçamento entre plantas menos adensados; sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas químicos; o uso de fungicidas químicos registrados para o patossistema e aplicação de agentes de controle biológico, a fim de reduzir a quantidade de inóculo, a incidência e progresso da doença (MEYER *et al.*, 2016).

Atualmente, encontram-se registrados no Brasil 94 produtos biológicos destinados ao controle de *S. sclerotiorum*. Dentre esses, 52 apresentam espécies do gênero *Trichoderma* em sua formulação, destacando-se *T. harzianum* em 38 registros e *T. asperellum* em 10

registros, evidenciando a relevância dessas espécies no manejo biológico do mofo branco (AGROFIT, 2025).

2.3 Controle biológico de doenças em plantas

O sistema de produção agrícola adotado ao longo dos anos contribuiu para o desequilíbrio dos ecossistemas e, devido à busca por sistemas mais equilibrados e sustentáveis, o controle biológico tem se consolidado como uma das principais alternativas para restaurar a estabilidade no ambiente agrícola. Estima-se que a utilização do controle biológico apresente um crescimento anual de 10 a 15% no mundo, impulsionando pesquisas na busca por novos agentes, além dos tradicionalmente empregados. Nesse contexto, ampliam-se as discussões e aplicações de bioestimulantes, biofertilizantes e bioagentes, que englobam macro e microrganismos, semioquímicos e extratos vegetais (PARRA, 2019).

Na perspectiva de controle biológico, a doença é resultado de uma relação entre hospedeiro, patógeno e uma variedade de não patógenos que estão presentes no mesmo ambiente, que podem limitar ou aumentar a atividade do patógeno, ou a resistência do hospedeiro (BETTIOL, 1991).

Ao longo do tempo, o conceito de controle biológico tem recebido interpretações variadas. Para Parra (2002), o controle biológico é um fenômeno natural, que envolve o mecanismo da densidade recíproca, onde uma população é regulada por outra população, mantendo assim o equilíbrio da natureza.

O controle biológico pode ainda, ser classificado como natural, conservacionista, clássico e aumentativo, podendo ser aplicado de acordo com diferentes situações. No controle natural, as populações de organismos são reguladas pelo equilíbrio promovido por antagonistas e inimigos naturais presentes no ambiente, sem intervenção humana. Já o controle conservacionista envolve ações humanas voltadas à proteção, estímulo e aumento natural das populações de agentes benéficos. O controle clássico consiste na coleta de inimigos naturais nas regiões em que se originam, seguida de sua liberação em áreas onde se deseja aumentar a presença desses agentes, podendo resultar em populações permanentes. Por fim, o controle biológico aumentativo caracteriza-se pela aplicação massiva de antagonistas, entomopatógenos, parasitoides ou predadores em culturas, sendo a mais usual pelos agricultores, pois utiliza agentes de controle biológico disponíveis comercialmente (BETTIOL, 2022).

2.4 *Trichoderma* spp.

Os fungos do gênero *Trichoderma* são naturalmente habitantes do solo, oportunistas, simbioses de plantas, fortes competidores da rizosfera e constituem fontes de enzimas degradadoras de parede de outros fungos. São ainda importantes produtores de antibióticos e parasitas de fungos fitopatogênicos (MESQUITA, 2017).

O gênero *Trichoderma* é amplamente estudado e utilizado no controle biológico de patógenos de solo. Seus principais mecanismos de ação incluem a produção de metabólitos com atividade antibiótica, tanto voláteis quanto não voláteis, a competição por espaço e nutrientes e o micoparasitismo. Além disso, espécies desse gênero destacam-se pelo rápido crescimento micelial e pela elevada capacidade de adaptação a condições ambientais adversas, o que favorece a colonização eficiente de diferentes substratos e ambientes (OYESOLA, 2024).

No Brasil, o primeiro produto a base de *Trichoderma* foi disponibilizado no mercado em 1987. Entretanto, somente a partir do ano 2000 houve o aumento da produção e uso de produtos a base de *Trichoderma* spp. Segundo dados do sistema Agrofit, do Ministério da Agricultura e Pecuária (2026), atualmente existem mais de 100 produtos registrados no país à base de *Trichoderma*, evidenciando o crescente interesse e o elevado potencial desse fungo como agente de controle biológico de fitopatógenos.

Além de sua atuação no controle de patógenos de solo, fungos do gênero *Trichoderma* apresentam reconhecido potencial como promotores de crescimento vegetal. Esses microrganismos são capazes de estimular o desenvolvimento radicular, otimizar a absorção de nutrientes e aumentar a resistência das plantas (YAO, 2023). Tais efeitos estão associados, entre outros mecanismos, à produção e liberação de fitohormônios, à solubilização e disponibilização de nutrientes no solo e à indução de resistência sistêmica, contribuindo para maior tolerância das plantas a estresses bióticos e favorecendo o desenvolvimento vegetal (HARMAN, 2000; HARMAN *et al.*, 2004). Essa é uma característica com grande potencial, uma vez que a produção de inoculantes de baixo custo com microrganismos promotores de crescimento de plantas é uma alternativa para reduzir custo de produção e minimizar riscos ambientais devido o uso indiscriminado de insumos químicos (MEYER, 2019).

3 METODOLOGIA

3.1 Local de realização dos ensaios e obtenção dos isolados

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, do Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista, localizado no município de São João Evangelista, MG.

Os isolados de *Trichoderma* spp. utilizados neste trabalho foram disponibilizados pela EMBRAPA Arroz e Feijão (Tabela 1) e estavam armazenados em tiras de papel filtro estéreis condicionadas dentro de tubos Eppendorf com sílica gel. Para a ativação dos isolados, as tiras foram dispostas na superfície do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), em placas de Petri, e incubadas a 25 °C até o crescimento completo do microrganismo.

Tabela 1 - Caracterização dos isolados de *Trichoderma* spp. utilizados no ensaio.

Isolado	Espécie	Hospedeiro	Local de coleta
TR12	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Batata	Bahia
TR14	<i>Trichoderma asperellum</i>	Batata	Bahia
TR25	<i>Trichoderma asperellum</i>	Feijão	Bahia
TR35	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Feijão	Bahia
TR96	<i>Trichoderma harzianum</i>	Tomate	Minas Gerais
TR155	<i>Trichoderma harzianum</i>	Milheto + <i>Brachiaria brizantha</i>	Tocantins

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

O isolado de *S. sclerotiorum* foi obtido por meio de germinação miceliogênica de escleródios armazenados no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Minas Gerais, *campus* São João Evangelista.

Para a germinação foi utilizada a metodologia adaptada de Huang (1985), em que os escleródios foram submetidos a lavagem em água corrente e, posteriormente, esterilizados em álcool 70% por 90 segundos. Em seguida, uma das extremidades dos escleródios foi cortada com auxílio de um bisturi e os escleródios foram dispostos em placa de Petri contendo meio BDA, e incubadas em temperatura de ± 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após sete dias, discos contendo meio de cultura e o crescimento micelial foram transferidos para novas placas contendo meio BDA e mantidos sob as mesmas condições descritas anteriormente, até o momento da instalação dos ensaios.

3.2 Avaliação do antagonismo de *Trichoderma* spp. pelo método do pareamento de culturas

Para a avaliação do antagonismo dos isolados de *Trichoderma* spp. contra o patógeno *S. sclerotiorum*, foi utilizado o método do pareamento de culturas ou culturas pareadas, descrito por Dennis & Webster (1971). Discos de micélio (5 mm) de ambos os fungos com seis dias de cultivo em meio BDA foram colocados nas extremidades opostas, com uma distância de 0,5 cm das bordas, de uma placa de Petri contendo meio BDA. Posteriormente, as placas foram incubadas em temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, por dez dias. Como tratamento controle, foram utilizadas placas de Petri contendo BDA e apenas um disco de micélio do patógeno. A avaliação foi realizada através de medições do diâmetro das colônias do patógeno, com o auxílio de uma régua milimetrada, aos 7º e 10º dias após a instalação do teste.

O grau de antagonismo dos isolados foi determinado com base na escala descrita por Bell *et al.* (1982), que atribui notas de 1 a 5, de acordo com o desenvolvimento das colônias no final do período de avaliação, da seguinte maneira: nota 1 (antagonista cresce por toda a placa de Petri), nota 2 (antagonista cresce sobre 2/3 da placa), nota 3 (antagonista e patógeno crescem até a metade da placa), nota 4 (patógeno cresce sobre 2/3 da placa) e nota 5 (patógeno cresce por toda a placa de Petri). O isolado é considerado um antagonista eficiente quando recebe nota igual a 1 ou inferior ou igual a 3, sendo a nota 1 indicativa do maior grau de antagonismo. Os ensaios com cada isolado de *Trichoderma* spp. foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições (placas de Petri), sendo cada placa considerada uma unidade experimental.

Embasados nos dados obtidos, calculou-se a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) (Menten *et al.*, 1976), onde:

$$PIC (\%) = \left(\frac{Cr_{test} - Cr_{trat}}{Cr_{test}} \right) \times 100$$

em que Cr_{test} = crescimento radial (em mm) da testemunha; e Cr_{trat} = crescimento radial (em mm) do tratamento, para os tratamentos ao 7º e 10º dias. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias de Cochran, de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk, e de independência de resíduos de Durbin Watson. Realizou-se a análise de variância e, para as comparações múltiplas, o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram efetuadas ao nível de 1% de significância, com auxílio do software R (R Core Team, 2023).

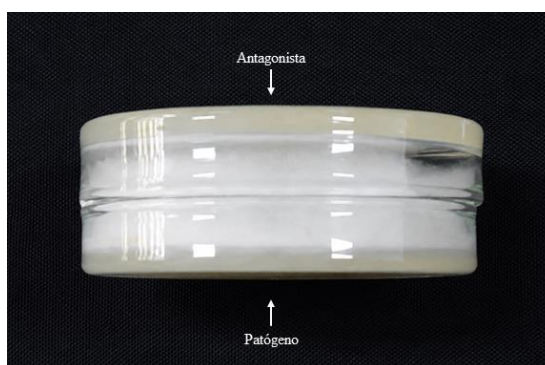
3.3 Avaliação da antibiose pela produção de metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp.

Seguindo a metodologia de Dennis & Webster (1971), utilizaram-se duas bases de placas de Petri (90 mm) contendo meio BDA. No centro de cada placa, foi posicionado separadamente um disco de micélio de 5 mm dos isolados de *Trichoderma* spp. e do patógeno. Em seguida, as bases foram sobrepostas e seladas com filme de PVC (Figura 1). Como tratamento controle, as duas bases de placas receberam apenas discos contendo o patógeno. As placas foram incubadas nas mesmas condições descritas no item anterior.

A avaliação do crescimento radial da colônia do patógeno foi realizada diariamente por dez dias, utilizando uma régua milimetrada. Considerou-se que, quanto menor o diâmetro da colônia, maior é a inibição exercida pelo antagonista. Posteriormente, foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) obtida ao final do período de avaliação (MENTEN *et al.*, 1976).

A capacidade de cada isolado de *Trichoderma* spp. em inibir o crescimento micelial do patógeno foi avaliada seguindo delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, sendo cada uma constituída pelo conjunto de duas bases de placas sobrepostas. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias de Cochran, de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk, e de independência de resíduos de Durbin Watson. Realizou-se a análise de variância e, para as comparações múltiplas, o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram efetuadas ao nível de 1% de significância, com auxílio do software R (R Core Team, 2023).

Figura 1 - Bases de placas de Petri contendo o antagonista e o patógeno sobrepostas e seladas com filme de PVC, seguindo a metodologia descrita por Dennis e Webster (1971).



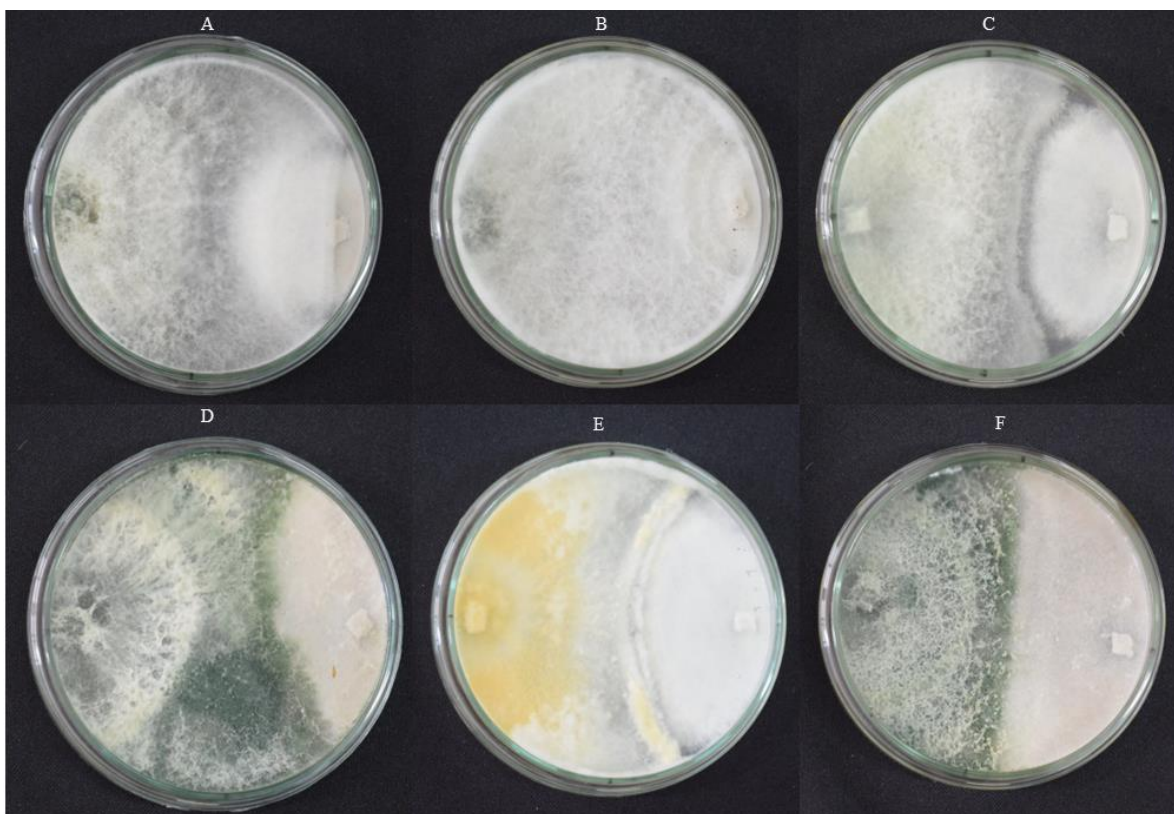
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os isolados de *Trichoderma* spp. avaliados apresentaram efeito antagônico sobre *S. sclerotiorum* pelo método de pareamento de culturas, com notas entre 1 e 3 na escala de Bell (Figura 2). Esses resultados evidenciam a elevada capacidade antagonista frente ao patógeno.

Pela escala de Bell, o isolado TR35 (*T. koningiopsis*) recebeu nota 1, caracterizada pelo crescimento total do antagonista sobre o patógeno. A nota 2, foi atribuída aos isolados TR12 (*T. koningiopsis*), TR14 (*T. asperellum*), TR96 (*T. harzianum*) e TR155 (*T. harzianum*), com crescimento em 2/3 da placa. Já o isolado TR25 (*T. asperellum*) recebeu nota 3, indicando o crescimento do antagonista em metade da placa.

Figura 2 - Pareamento de culturas entre isolados de *Trichoderma* spp. e o patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* aos 10 dias após instalação do teste. Os antagonistas se encontram à esquerda da placa e o patógeno à direita. (A) TR96 (*T. harzianum*), (B) TR35 (*T. koningiopsis*), (C) TR12 (*T. koningiopsis*), (D) TR14 (*T. asperellum*), (E) TR155 (*T. harzianum*) e (F) TR25 (*T. asperellum*).



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Resultados semelhantes foram obtidos por Alencar *et al.* (2023) com isolados de *T. harzianum* e *T. asperelloides*, os quais ocuparam de 60% a 80% da área da placa de Petri e obtendo notas inferiores a três no confronto direto com *S. sclerotiorum*. Da mesma forma, Fipke *et al.* (2017), observaram a mesma classificação ao avaliarem isolados de *Trichoderma* spp. contra o mesmo patógeno. Por outro lado, Sumida *et al.* (2018), registraram índices ainda melhores, com notas entre 1 e 2 ao testarem o antagonismo de isolados de *T. asperelloides*, reforçando o alto potencial de controle de diferentes espécies de *Trichoderma* frente ao agente causal do mofo branco.

A análise dos percentuais de inibição do crescimento micelial (PIC) evidenciou diferenças significativas entre os isolados avaliados (Tabela 2, APÊNDICE B). Aos sete dias de incubação, o isolado TR35 (*T. koningiopsis*) destacou-se entre os antagonistas testados, inibindo 71,57% do desenvolvimento do patógeno, desempenho que foi estatisticamente igual apenas ao do isolado TR12 (*T. koningiopsis*). Os isolados da espécie *T. harzianum* (TR96 e TR155) e *T. asperellum* (TR14) apresentaram elevada capacidade inibitória, formando um grupo estatisticamente semelhante, enquanto o isolado TR25 (*T. asperellum*) apresentou o menor índice de inibição.

Tabela 2 – Percentuais de inibição de crescimento micelial (PIC) obtidos pelo método de pareamento de culturas de *S. sclerotiorum* contra isolados de *Trichoderma* spp. nos 7º e 10º dias após a instalação do teste.

Isolado	Espécie	PIC	
		7º dia	10º dia
TR35	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	71,57 a	71,59 a
TR12	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	66,89 ab	67,11 ab
TR155	<i>Trichoderma harzianum</i>	61,78 bc	64,44 ab
TR96	<i>Trichoderma harzianum</i>	62,44 bc	62,44 b
TR14	<i>Trichoderma asperellum</i>	61,56 bc	61,56 b
TR25	<i>Trichoderma asperellum</i>	60,00 c	60,44 b
Controle		0,00 d	0,00 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Aos dez dias, observou-se ligeira mudança no padrão inibitório dos isolados. O isolado TR35 (*T. koningiopsis*) manteve-se como o maior PIC (71,59%), seguido pelo isolado da mesma espécie, TR12. No entanto, com o maior desenvolvimento da colônia de *T. harzianum* (TR155) entre as avaliações, este se enquadrava com desempenho estatisticamente semelhante aos isolados citados. Nota-se, na última avaliação, que os isolados TR12, TR155,

TR96, TR14 e TR25 não diferiram estatisticamente, demonstrando capacidade inibitória do gênero *Trichoderma* acima de 60% ao patógeno *S. sclerotiorum*.

Variações no potencial antagonico de *Trichoderma* spp. são frequentes e esperadas, devido à ampla variabilidade intra e interespecífica existente dentro do gênero. Ao avaliar o biocontrole de *S. sclerotiorum* por isolados de *T. harzianum* e *T. asperellum*, Sousa (2018) obteve valores superiores a 84% de inibição, com destaque para uma cepa de *T. harzianum*. Entretanto, Silva *et al.* (2025) observaram que isolados de *T. koningiopsis* apresentaram os maiores percentuais contra o mesmo patógeno, com valores variando de 54% a 65%, superando as demais espécies avaliadas. Desse modo, os percentuais de inibição micelial obtidos neste estudo corroboram trabalhos anteriores.

Os resultados obtidos no ensaio de avaliação de antibiose, pela produção de metabólitos voláteis, demonstraram que dos seis isolados avaliados, três apresentaram resultados semelhantes, limitando de 14,2% a 16,9% o crescimento micelial do patógeno. O isolado TR 155 destacou-se apresentando o maior valor numérico de inibição, superior a 44%, e o isolado TR 96 apresentou a menor capacidade inibitória (Tabela 3).

Ao comparar as médias obtidas, o isolado TR155 apesar da elevada capacidade inibitória, não diferiu estatisticamente dos isolados TR25, TR35 e TR14, os quais, por sua vez, não diferiram dos isolados TR12 e TR96 e da testemunha. O elevado coeficiente de variação observado no ensaio de metabólitos voláteis (82,22%; Apêndice D) pode ter contribuído para a menor distinção estatística entre os tratamentos, mesmo diante das diferenças numéricas observadas nos percentuais de inibição.

Tabela 3 – Percentuais de inibição de crescimento (PIC) de *S. sclerotiorum* pela produção de metabólitos voláteis pelos isolados de *Trichoderma* spp.

Isolado	Espécie	PIC (%)
TR155	<i>Trichoderma harzianum</i>	44,24 a
TR25	<i>Trichoderma asperellum</i>	16,90 ab
TR35	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	16,22 ab
TR14	<i>Trichoderma asperellum</i>	14,24 ab
TR12	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	12,24 b
TR96	<i>Trichoderma harzianum</i>	4,44 b
Testemunha		0,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os resultados indicam diferenças no perfil de produção de metabólitos voláteis entre isolados da mesma espécie, como observado entre os isolados de *T. harzianum* TR155 e TR96. Esse comportamento evidencia que a eficiência no controle biológico varia conforme o

isolado avaliado, reforçando a importância de considerar a variabilidade intraespecífica na seleção de agentes de biocontrole (Sridharan *et al.*, 2020). Esse fato destaca a importância da seleção e prospecção de agentes de biocontrole não apenas considerar diferentes espécies de *Trichoderma*, mas também a diversidade de isolados provenientes de diferentes hospedeiros, nichos ecológicos e localizações geográficas (LOPES *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2022).

Em relação ao desempenho dos isolados das espécies *T. asperellum* e *T. koningiopsis*, observou-se resposta semelhante no ensaio de antibiose, com baixa capacidade inibitória por metabólitos voláteis. Esses resultados diferem de estudos prévios sobre a relação antagônica desses organismos a *S. sclerotiorum*, com taxas de inibição superiores a 50%, conforme relatado por Silva *et al.* (2019), indicando que a eficiência da antibiose pode estar relacionada ao perfil de metabólitos voláteis produzido por cada isolado e às condições experimentais avaliadas.

Boldrini (2024) ressalta que, no âmbito do gênero *Trichoderma*, as espécies apresentam distinções de funcionalidade, sendo algumas utilizadas como inoculantes e outras como biofungicidas, o que evidencia a predominância de mecanismos de ação específicos conforme a espécie. Corroborando essa perspectiva, Oyesola *et al.* (2024) destacam que, no mecanismo de antibiose, ocorre a síntese de substâncias capazes de degradar componentes estruturais da parede celular de fungos patogênicos. Esses compostos são produzidos por diversas espécies do gênero, incluindo *T. harzianum*, no entanto, o tipo de metabólito sintetizado e sua concentração podem variar entre espécies e isolados, refletindo diferenças no potencial bioquímico e na eficiência antagonista observada.

A análise conjunta dos ensaios evidencia que o potencial antagônico dos isolados de *Trichoderma* spp. contra *S. sclerotiorum* depende também do mecanismo testado. Enquanto o método de pareamento de culturas revelou o isolado *T. koningiopsis* TR35 como o antagonista mais eficaz (71,59% de PIC), superando o *T. harzianum* TR155, o ensaio de metabólitos voláteis demonstrou o isolado TR155 como destaque (44,24% de PIC), frente à baixa antibiose do TR35.

Essa falta de correlação direta entre os testes *in vitro* é relatada na literatura, indicando que a capacidade de exercer micoparasitismo por contato direto ou secreção de enzimas extracelulares, avaliadas durante o pareamento, é regulada por rotas genéticas e bioquímicas independentes das responsáveis pela síntese e liberação de compostos voláteis orgânicos (LOUZADA *et al.*, 2016; ETHUR *et al.*, 2005). Esse comportamento evidencia que a eficiência no controle biológico depende de múltiplos fatores e varia conforme o isolado

avaliado, tornando indispensável a avaliação não apenas de espécies, mas também de diferentes isolados e métodos para a seleção de agentes de biocontrole eficazes no manejo do patógeno.

5 CONCLUSÃO

Todos os isolados de *Trichoderma* avaliados apresentaram antagonismo à *S. sclerotiorum*. No ensaio de pareamento de culturas destacou-se o isolado TR35 (*T. koningiopsis*). Na avaliação da antibiose pela produção de metabólitos voláteis, o isolado de *T. harzianum* TR155 foi o mais eficaz. Em ambos os ensaios, os isolados apresentaram diferentes níveis de controle, evidenciando que o efeito antagônico varia conforme o isolado avaliado e que os mecanismos de controle biológico diferem entre os isolados testados.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, K. L. C. *et al.* Caracterização de isolados de *Trichoderma* spp. do Cerrado tocaninense e aplicação como agente de controle biológico contra o fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. **Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 10, n. Especial 1, 2023. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/15416>. Acesso em: 12 mai. 2026.
- BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, n. 4, p. 379-382, 1982. Disponível em: <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=181924>. Acesso em: 07 abr. 2026.
- BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa, 1991. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/10080>. Acesso em: 07 abr. 2026.
- BETTIOL, W. Situação do controle biológico no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO NA AGRICULTURA, 2022, Florianópolis. **Anais do Simpósio sobre Controle Biológico na Agricultura (COBIAGRI)** [recurso eletrônico] / org. Robson Marcelo Di Piero, Ricardo Barbosa Felipini. – Florianópolis: UFSC, 2022. 84 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1149773>. Acesso em: 07 abr. 2026.
- BOLDRINI, I. B. **Eficiência de *Trichoderma* spp. para biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary na cultura da soja**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fitossanidade) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/97232>. Acesso em: 29 abr. 2026.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Feijão: análise mensal: Minas Gerais: safra 2021/2022**. Brasília, DF: CONAB, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuario/analise-regional>. Acesso em: 15 mai. 2026.
- DAMASCENA, A. P. *et al.* Efeito do estresse térmico na germinação de sementes de feijão-vagem. **Revista UNIPIAGET**, v. 1, n. 2, 2018. Disponível em: <http://revista.faculdaDEVITORIAemCRISTO.org/index.php/UNIPIAGET/article/view/10>. Acesso em: 29 abr. 2026.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. **Transactions of the British Mycological Society**, Manchester, v. 57, n. 1, p. 41-48, 1971. Acesso em: 07 abr. 2026.

ETHUR, L. Z. *et al.* Fungos antagonistas de *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 127-133, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000200004>. Acesso em: 09 abr. 2026.

FIPKE, G. M.; PAZINI, J. B.; ETHUR, L. Z. Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 1, p. 23-32, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/3889>. Acesso em: 22 abr. 2026.

HARMAN, G. E. *et al.* *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 2, p. 43-56, 2004. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrmicro797>. Acesso em: 27 abr. 2026.

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, n. 4, p. 377-393, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.4.377>. Acesso em: 03 mai. 2026.

HENNING, A. A. Visão histórica, progressos e perspectivas no manejo e controle do mofo branco. Encontro Internacional de Mofo Branco - **Anais**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/440279382/Anais-Mofo-Branco>. Acesso em: 17 mai. 2026.

HUANG, H. C. Factors affecting myceliogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 75, p. 433-437, 1985. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1985Articles/Phyto75n04_433.PDF. Acesso em: 25 mai. 2026.

JÚNIOR, M. L. Mofo branco: *Sclerotinia sclerotiorum*. **Boletim Passarela da Soja**, Luís Eduardo Magalhães, 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/880828>. Acesso em: 08 abr. 2026.

LOPES, F. A. C. **Caracterização molecular, filogenética e enzimática de *Trichoderma* spp.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/items/06eee47b-9ada-4c83-80c0-e3ff72bdc037>. Acesso em: 19 mai. 2026.

LOUZADA, G. A. de S. *et al.* Relações entre testes com metabólitos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 9-14, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114700>. Acesso em: 12 mai. 2026.

MENTEN, J. O. M. *et al.* Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.

MESQUITA, D. C. *et al.* Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp. a *Sclerotinia sclerotiorum* do feijão comum. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13 n. 1, 2017. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/710>. Acesso em: 19 mai. 2026.

MEYER, M. C. *et al.* **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1119303>. Acesso em: 19 mai. 2026

MEYER, M. C. *et al.* **Ensaio cooperativos de controle químico de mofo branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/985018/1/Ensaio%20cooperativos%20de%20controle%20quimico%20de%20mofo%20branco%20na%20cultura%20da%20soja%20safras%202009%20a%202012.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2026.

MEYER, M. C. *et al.* **Ensaio cooperativos de controle biológico de mofo branco na cultura da soja: safras 2012 a 2015**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1041275>. Acesso em: 12 mai. 2026.

NUNES, C. S. *et al.* Métodos de controle e pragas nas lavouras de feijão. **Revista Tecnológica**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 128 - 146, 2017. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/238>. Acesso em: 02 mai. 2026

OYESOLA, O. L. *et al.* *Trichoderma*: a review of its mechanisms of action in plant disease control. **Preprints**, 2024. DOI: 10.20944/preprints202405.1378.v1. Disponível em: https://www.preprints.org/frontend/manuscript/89c256003331ae7189760dc67746cfea/download_publication. Acesso em: 20 mai. 2026.

PARRA, J. R. P. *et al.* Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 449-476.

PARRA, J. R. P. Controle biológico na agricultura brasileira. **Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/119167481/Controle_Biol%C3%B3gico_na_Agricultura_Brasileira. Acesso em: 16 abr. 2026.

POSSE, S. C. *et al.* **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011**. Vitória: Incaper, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/975>. Acesso em: 30 mai. 2026

SILVA, L. R. *et al.* Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* and *Fusarium* spp. by *Trichoderma* spp. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, 2025. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rca/a/nQv8hCWS6CXjjhNhJfb9S7z/?lang=en>. Acesso em: 25 mai. 2026.

SILVA, L. R. *et al.* **Efeito de compostos orgânicos voláteis de *Trichoderma* spp. no crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 348). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108841/efeito-de-compostos-organicos-volateis-de-trichoderma-spp-no-crescimento-de-sclerotinia-sclerotiorum-lib-de-bary>. Acesso em: 06 mai. 2026

SILVA, L. G. *et al.* Dual functionality of *Trichoderma*: biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* and biostimulant of cotton plants. **Frontiers in Plant Science**, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.983127/full>. Acesso em: 20 mai. 2026

SRIDHARAN, A. P. *et al.* Comprehensive profiling of the VOCs of *Trichoderma longibrachiatum* EF5 while interacting with *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*. **Microbiological Research**, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501319314533>. Acesso em 15 jun. 2026.

SUMIDA, C. H. *et al.* *Trichoderma asperelloides* antagonism to nine *Sclerotinia sclerotiorum* strains and biological control of white mold disease in soybean plants. **Biocontrol Science and Technology**, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09583157.2018.1430743>. Acesso em: 04 abr. 2026

WENDLAND, A.; JÚNIOR, M. L.; FARIA, J. C. **Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum.** Brasília, DF: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102266/manual-de-identificacao-das-principais-doencas-do-feijoeiro-comum>. Acesso em: 04 abr. 2026

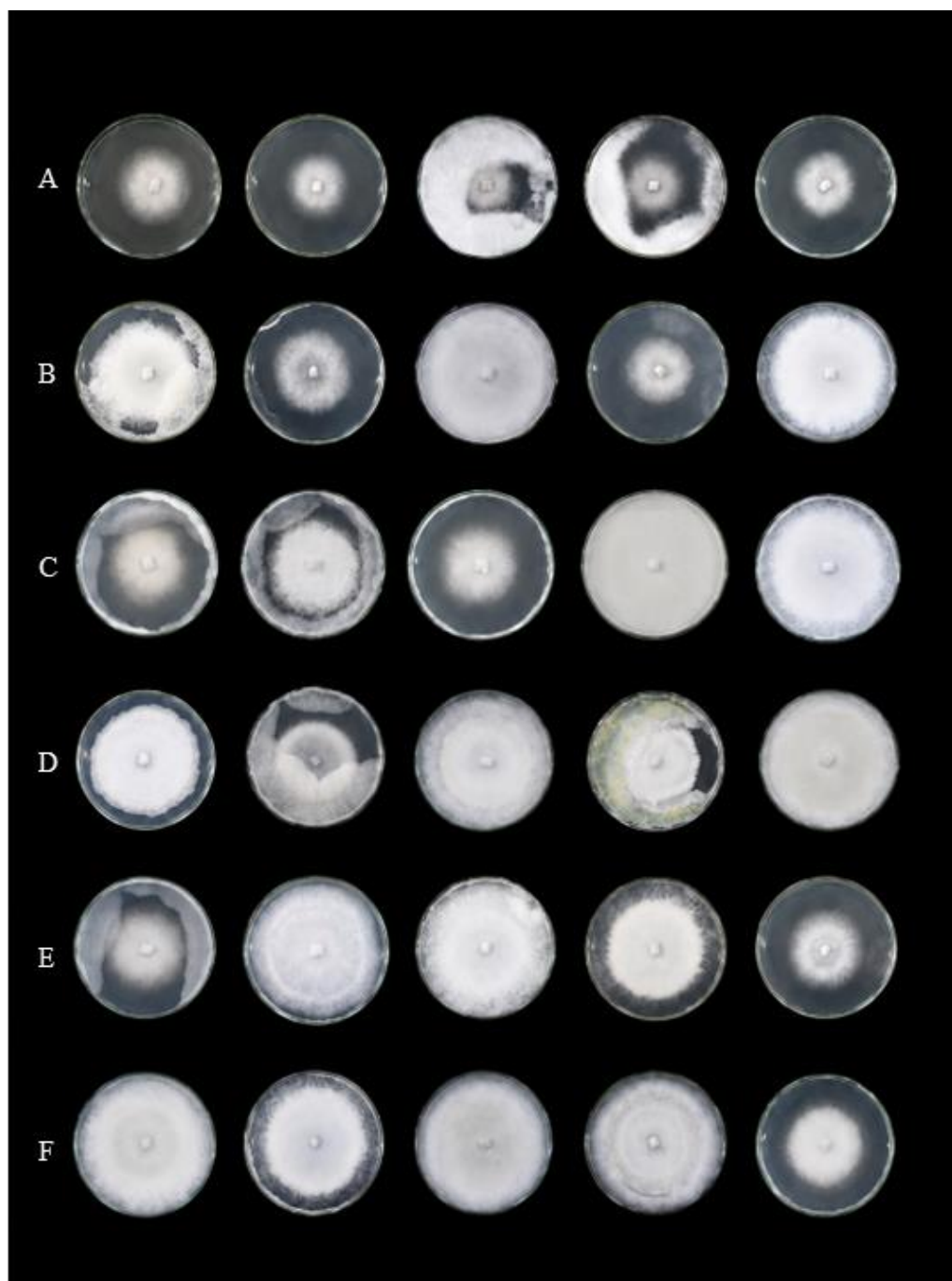
YAO, X. *et al.* *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. **Frontiers in Microbiology**, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2023.1160551/full>. Acesso em: 25 mai. 2026.

APÊNDICE A – Pareamento de culturas entre isolados de *Trichoderma* spp. e o patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* aos 10 dias. As linhas de A a F correspondem, respectivamente, às repetições biológicas dos isolados avaliados: A) TR96 (*T. harzianum*), B) TR35 (*T. koningiopsis*), C) TR12 (*T. koningiopsis*), D) TR14 (*T. asperellum*), E) TR155 (*T. harzianum*) e F) TR25 (*T. asperellum*).



Fonte: Autora (2024).

APÊNDICE B - Avaliação da produção de metabólitos voláteis 10 dias após instalação do teste. (A) TR 155 (*T. harzianum*), (B) TR 25 (*T. asperellum*), (C) TR 35 (*T. koningiopsis*), (D) TR 14 (*T. asperellum*), (E) TR 12 (*T. koningiopsis*) e (F) TR 96 (*T. harzianum*).



Fonte: Autora (2024).

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância dos percentuais médios de inibição de crescimento micelial (PIC) de *S. sclerotiorum* submetida ao pareamento de culturas com isolados de *Trichoderma* spp.

F.V.	G.L.	QM	
		7º dia	10º dia
Tratamentos	6	3008,08*	3043,53*
Resíduo	28	7,72*	8,94*
CV (%)	-	5,06	5,41

* significativo; ns não significativo ao nível de 1% de probabilidade no teste F.

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância dos percentuais médios de inibição de crescimento micelial (PIC) de *S. sclerotiorum* no ensaio de antibiose por metabólitos voláteis produzidos por isolados de *Trichoderma* spp.

F.V.	G.L.	QM
Tratamentos	6	1002,71*
Resíduo	28	161,77*
CV (%)	-	82,22

* significativo; ns não significativo ao nível de 1% de probabilidade no teste F.