



## Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

### **CONTROLE BIOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE *Sclerotinia sclerotiorum* PROVENIENTES DE PLANTAS DE SOJA CV. 'SOYTECH 797 IPRO'**

**TATIANE MESQUITA VAZ**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2023**

TATIANE MESQUITA VAZ

**CONTROLE BIOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO  
FISIOLÓGICA DE *Sclerotinia sclerotiorum* PROVENIENTES DE  
PLANTAS DE SOJA CV. ‘SOYTECH 797 IPRO’**

Orientador: Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2023

Elaboração pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V393c      Vaz, Tatiane Mesquita  
            Controle biológico e caracterização fisiológica de  
            Sclerotinia sclerotiorum provenientes de plantas de  
            soja cv. 'SoyTech 797 Ipro' / Tatiane Mesquita Vaz;  
            orientador Daniel Diego Costa Carvalho. -- Ipameri,  
            2023.  
            35 p.

            Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
            Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de  
            Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2023.

            1. Fitopatologia . 2. Controle biológico . 3. Soja.  
            4. Mofo branco. 5. Sementes . I. Carvalho, Daniel Diego  
            Costa, orient. II. Título.



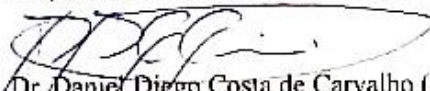
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** "CONTROLE BIOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* PROVENIENTES DE PLANTAS DE SOJA CV. 'SOY TECH 797 IPRO'"


**AUTOR(A):** Tatiane Mesquita Vaz

**ORIENTADOR(A):** Daniel Diego Costa de Carvalho

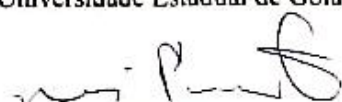
Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. Daniel Diego Costa de Carvalho (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás / Unidade Universitária Ipameri- GO

  
Prof. Dr. Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri- GO

  
Prof. Dr. Nei Peixoto

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri- GO

### Registro de Declaração

Número: 186

Livro: R-01 Folhas: 03A

Data: 28/03/2023

Data da realização: 28 de fevereiro de 2023



*À Deus criador universal e dono de toda ciência.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão à Deus, por me conceder esta conquista, a cada luta mais força, a cada desafio mais consistência e determinação.

Gratidão à minha avó materna Geni Maria de Mesquita, que mesmo ausente no plano terrestre me inspira a ser uma mulher a cada dia mais forte e virtuosa.

Gratidão aos meus pais José Vaz e Gislene Maria de Mesquita, que de forma indireta me concederam espaço para que eu chegasse até aqui.

Gratidão à minha irmã Cinthia Fernanda Mesquita Vaz, que timidamente me apoiou.

Gratidão aos irmãos de fé, que em orações e palavras de fortalecimento fizeram a diferença.

Gratidão à colegas e amigos, que me concederam ajuda em momentos difíceis que passei em meio a jornada.

Gratidão ao Prof. Dr. Nei Peixoto, que sempre me motivou a investir na pós-graduação.

Gratidão ao Prof. Dr. Ednaldo Cândido Rocha, pelos esforços na coordenação do mestrado.

Gratidão ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho, que com serenidade me orientou e esteve de prontidão para me atender e juntos criamos ideias diante de muitos impasses que surgiram nas pesquisas.

Gratidão aos colegas, que exerciam atividades no Laboratório de Fitopatologia (LabFito) da universidade e me auxiliaram no início das pesquisas.

Gratidão à banca examinadora, que foi composta pelos professores Dr. Nei Peixoto e Dr. Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira.

Gratidão à Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Ipameri, que mais uma vez me abriu espaço para a concretização de um sonho que nasceu pela fé.

Gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que financiou o meu ingresso durante o mestrado.

Gratidão à todos.

## SUMÁRIO

Página

<b>RESUMO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
1.1. Importância econômica da cultura da soja .....	1
1.2. Problemas fitossinatários na soja .....	1
1.3. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	2
1.4. Mofo branco da Soja .....	4
1.5. Efeito da temperatura sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	5
1.6. O fungo <i>Trichoderma</i> spp. ....	6
1.7. Controle biológico de mofo branco pelo emprego de <i>Trichoderma</i> .....	7
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
3.1. Obtenção dos isolados de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	10
3.2. Crescimento micelial e produção de esclerórios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> a 25°C e fotoperíodo de 12 h .....	10
3.3. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes saudas de soja cv. ‘DonMario 75i76’ .....	10
3.4. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. ‘DonMario 75i76’ infectadas com <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	11
3.5. Análise estatística .....	11
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
4.1. Crescimento micelial e produção de escleródios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> a 25°C e fotoperíodo de 12 h .....	12
4.2. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes saudas de soja cv. ‘DonMario 75i76’ .....	13
4.3. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. ‘DonMario 75i76’ infectadas com <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	15
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
5.1. Crescimento micelial e produção de escleródios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> a 25°C e fotoperíodo de 12 h .....	17
5.2. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes saudas de soja cv. ‘DonMario 75i76’ .....	17
5.3. Efeito de <i>Trichoderma</i> spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. ‘DonMario 75i76’ infectadas com <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	18
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>21</b>

## RESUMO

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* causador da doença conhecida vulgarmente de mofo branco é um fitopatógeno que ataca culturas de grande importância na agricultura e o combate dos seus sintomas tem sido inovador através do biocontrole, sendo o tratamento com os *Trichodermas* uma alternativa oportuna para a sustentabilidade ambiental. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização fisiológica de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* e avaliar cepas de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes de soja, bem como no controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* inoculado nas sementes. As cepas avaliadas foram: *T. harzianum* CCT 7589, Mix (*T. harzianum* + *T. asperellum* + *T. koningiopsis*) e *T. asperellum* URM 5911. Após testes avaliando o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, os isolados A-43-01 e A-43-05 foram selecionados para testes com sementes. Os testes empregaram sementes sadias e contaminadas, em ambos, tratados com as cepas de *Trichoderma* spp. Após tratamento, as sementes foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas e avaliadas aos 8 dias após o semeio (DAS). Foram avaliados o número de sementes mortas, plântulas normais, plântulas anormais, segundo as Regras para Análise de Sementes, comprimento de raiz e parte aérea de cada plântula considerada normal. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições para cada cepa de *Trichoderma*. Os isolados selecionados se destacaram em relação aos demais quanto a capacidade de colonização superficial. Tal caractere permitiu a seleção de isolados com alta virulência para o ensaio com sementes de soja. As cepas comerciais avaliadas não causaram efeito adverso na germinação das sementes quando comparadas à testemunha, comprovando-se como atóxicos às sementes. O tratamento composto por uma mistura de três espécies de *Trichoderma* Mix (*T.h* + *T.a* + *T.k*) proporcionou maior MFT e MSPA, sugerindo maior alocação de biomassa para a parte aérea.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, controle biológico, micologia.



## ABSTRACT

The fungus *Sclerotinia sclerotiorum* that causes the commonly known disease of white mold is a phytopathogen that attacks crops of great importance in agriculture and the fight against its symptoms has been innovative through biocontrol, and the treatment with *Trichodermas* is a timely alternative for environmental sustainability. The objective of this work was to perform the physiological characterization of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates and to evaluate *Trichoderma* spp. strains in the germination and vigor of soybean seeds, as well as in the biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* inoculated in the seeds. The strains evaluated were: *T. harzianum* CCT 7589, Mix (*T. harzianum* + *T. asperellum* + *T. koningiopsis*) and *T. asperellum* URM 5911. After tests evaluating the mycelial growth of *S. sclerotiorum*, isolates A-43-01 and A-43-05 were selected for seed testing. The tests used healthy and contaminated seeds in both treated with *Trichoderma* spp. strains. After treatment, the seeds were incubated in BOD at 25°C and photoperiod of 12 hours and evaluated at 8 days after sowing (DAS). The number of dead seeds, normal seedlings, abnormal seedlings, according to the Rules for Seed Analysis, root length and shoot of each seedling considered normal were evaluated. The experiments were conducted in a completely randomized design (DIC), with four replicates for each strain of *Trichoderma*. The selected isolates stood out in relation to the others in terms of surface colonization capacity. This characteristic allowed the selection of isolates with high virulence for the assay with soybean seeds. The commercial strains evaluated did not cause an adverse effect on seed germination when compared to the control, proving to be nontoxic to the seeds. The treatment composed of a mixture of three species of *Trichoderma* Mix (*T.h* + *T.a* + *T.k*) provided higher MFT and MSPA, suggesting greater allocation of biomass for the shoot.

**Key words:** *Glycine max*, biological control, mycology.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1. Importância econômica da cultura da soja

A *Glycine max L.* faz parte da família Fabaceae e está entre as plantas mais cultivadas de alto valor econômico do mundo. A frente dos Estados Unidos e da Argentina que ocupam, respectivamente, segundo e terceiro lugar como produtores da commodity, está o Brasil que desde os anos de 1960 e 2010 já registrava 49% de área plantada, segundo Borges et al. (2016). Na safra 2021/22, o país garantiu a posição de maior produtor mundial com expressivos 123.829,5 milhões de toneladas. O estado de Goiás representou o quarto lugar em produção no país com uma área plantada em torno de 4,394 milhões de hectares (EMBRAPA SOJA, 2022).

Os grãos de soja, são essenciais na incorporação alimentar humana e animal, devido ao elevado índice proteico, além de serem elementos inovadores na produção de biocombustíveis (CONAB, 2017). O alvo chave a ser investido é a semente, pois na prática é a única matéria-prima ao alcance do produtor, fora que determina o sucesso ou o fracasso da produção (BEZERRA et al., 2022). Sabe-se que o manejo nutricional inadequado limita a produção, e a deficiência específica de um nutriente facilita a penetração dos fungos patogênicos nas plantas e conseqüentemente no retardo da qualidade das sementes (ZAMBIAZZI et al., 2017).

A soja precisa de atenção dentro das atividades rurais, também por apresentar riscos e incertezas no agronegócio. Isto porque existe um grande desafio no investimento desta cultura, devido a dependência da sazonalidade da produção, observação do ciclo, alterações no clima, perecibilidade, investimento no processamento e na transformação da matéria-prima, além da influência de fatores biológicos (COLETTI et al., 2022).

### 1.2. Problemas fitossinatórios na soja

As doenças na cultura da soja atuam bastante nos rendimentos e é fator limitante na produção dos grãos, dependendo do patógeno pode resultar em 100% de perdas (GODOY et al., 2016). Pesquisas revelam que a redução no vigor das sementes decorre de infestações insetos-pragas e a degradação delas por infecções fúngicas (CORADI et al., 2015).

A medida que ocorre o avanço da produção em novas áreas, a monocultura sistematizada abre oportunidade para a inserção de novas doenças. Essas doenças podem ser acometidas por fungos, bactérias, nematóides e vírus causando danos econômicos. É necessário observar que devido a sazonalidade e as condições climáticas, torna-se propício o desenvolvimento de doenças importantes na oleaginosa (GODOY et al., 2016).

Dentre as doenças causadas por fungos habitantes do solo, o *Sclerotinia sclerotiorum*

causador do mofo branco merece destaque, pois trata-se de uma doença destrutiva, disseminada por meio de sementes infectadas e o seu acúmulo no solo pode gerar riscos de epidemias anuais e para evitar a dispersão é fundamental usar sementes sadias e tratadas (EPAMIG, 2006). E devido a amplitude de contágio em diversas espécies vegetais, só as gramíneas não são hospedeiras do agente fitopatológico, sendo que muitas delas são utilizadas na rotação de cultura, técnica de manejo que permite a formação de um microclima ideal aos antagonistas e que aumenta a eficiência do controle biológico (JUNIOR, 2010).

O controle do mofo branco também pode ser beneficiado ao optar por maior espaçamento entre fileiras ou na escolha de cultivares resistentes ao acamamento e que não formem um dossel muito fechado. Outra opção é cultivar variedades de ciclo precoce, pois pode cooperar para que a planta fique menos exposta à doença no campo.

As práticas preventivas também podem favorecer o uso do controle químico, método convencional que é adotado para proteger as plantas da infecção do patógeno que são mais vulneráveis no período da floração (MEYER et al., 2016). Embora, o uso do controle químico, nos últimos anos, tem favorecido a resistência de doenças fitopatogênicas a exemplo da *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem da soja. Consequentemente, é uma alternativa que não mais se sustenta, pois tem prejudicado o homem e o meio ambiente (EPAMIG, 2021).

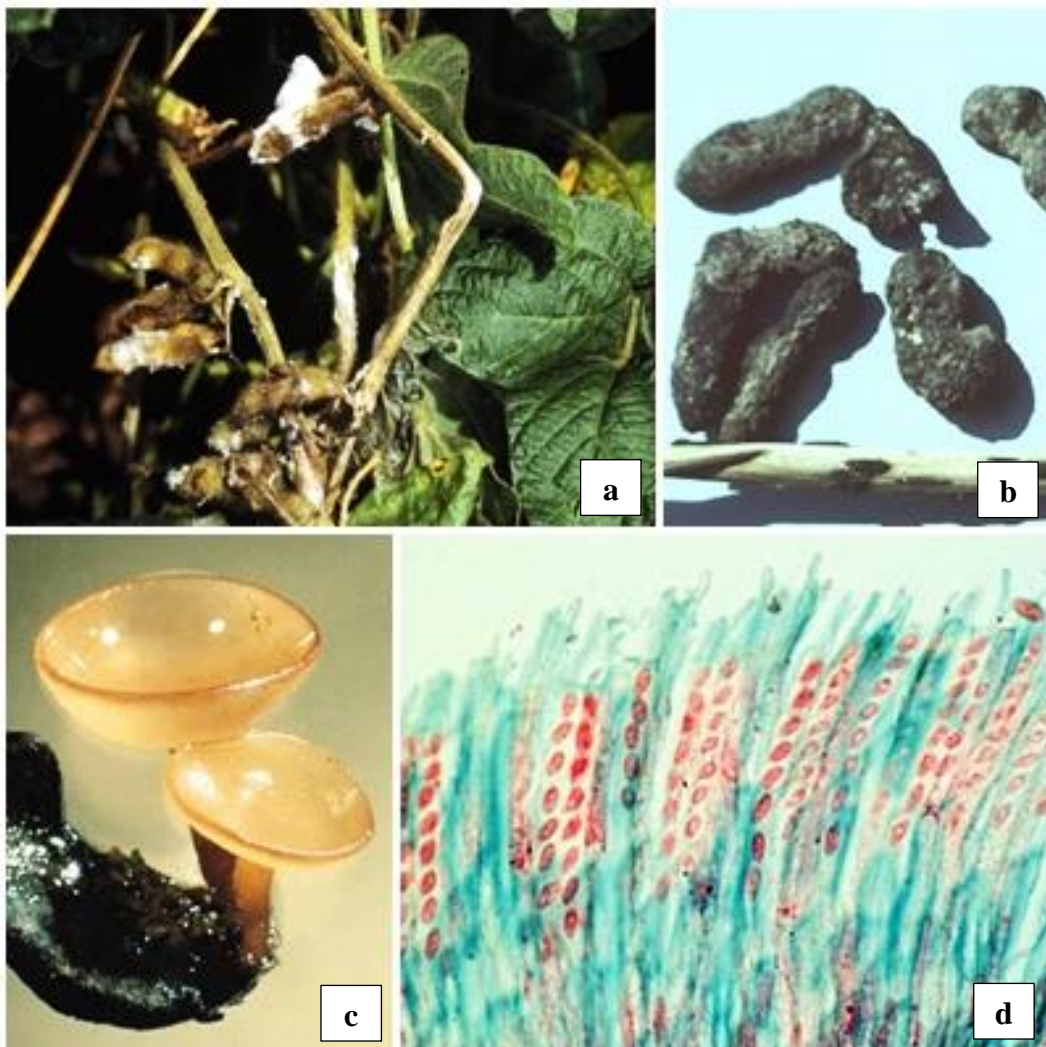
### **1.3. *Sclerotinia sclerotiorum***

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* é o agente causal do mofo branco ou podridão de esclerotínia, doença de grande importância no mundo (GORGEN et al., 2009; CAMOCHENA et al., 2020). No Brasil teve primeiro registro na década de 20, e uma epidemia severa no ano de 1976 em cultivos de soja no estado do Paraná. Posteriormente, foi disseminada em áreas de soja irrigadas nas regiões do cerrado na década de 80 (OLIVEIRA et al., 2011). O agente causal da doença trata-se de um patógeno habitante do solo, necrotrófico e cosmopolita, o qual se associa às sementes na forma de micélio dormente ou por escleródios, causando a redução drástica do potencial germinativo, do vigor e da emergência de plântulas no campo, além de deteriorar as sementes (PINHO et al., 2020; SILVA et al., 2017).

Com relação a classificação e sistemática deste fungo, o *S. sclerotiorum* pertence ao reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Discomycota, Ordem Helotiales e Família Sclerotiniaceae (PEREIRA et al., 2013; SILVA et al., 2017). Este fungo é um fitopatógeno de característica inespecífica, considerado polífago e possui uma ampla gama de hospedeiros, que atinge espécies vegetais de folha larga, as cultivadas e daninhas e as principais espécies pode-

se destacar: o nabo-forrageiro, canola, ervilha forrageira, ervilhaca, soja, feijoeiro, girassol, algodão, fumo, cenoura, batata, amendoim, espécies de crotalária, plantas daninhas como o caruru, picão entre outras (REIS et al., 2011; HENNING, 2012).

A identificação do patógeno na planta é constatada na presença de micélios (Figura 1-a), constituídos de uma massa esbranquiçada e por escleródios (Figuras 1-b), que são estruturas rígidas, de coloração escura e formato irregular, podendo atingir até 1 centímetro de comprimento ou mais (WILLBUR et al., 2018). Eles representam maior resistência, devido a longa sobrevivência no solo e também por onde ocorre a produção de apotécios (Figura 1-c), base que tem em média 3 a 6 milímetros de altura com formato de taça contendo ascos, a partir do quais são liberados os ascósporos (Figura 1-d) elipsoides e hialinos, estruturas que vão ser depositadas sobre o tecido tenro do hospedeiro, preferencialmente as flores (WILLBUR et al., 2018).



**Figura 1.** Sintomas de mofo branco em forma de Micélios (a), Escleródios (b), Apotécios (c) e Ascósporos (d) (LINK e JOHNSON, 2007).

#### 1.4. Mofo branco da soja

O mofo branco é considerado um dos problemas fitossanitários mais expressivos no campo, sendo um dos responsáveis pelos danos econômicos nas lavouras de soja. Anualmente, o prejuízo estimado, nos Estados Unidos tem sido em torno de US\$ 1,2 bilhão e de US\$ 1,47 bilhão no Brasil ( CANAL RURAL, 2022).

O processo da doença ocorre pela deposição de ascósporos do patógeno sobre qualquer parte da planta, mas o fungo tem preferência pelas inflorescências, axilas dos pecíolos e dos ramos laterais, visto que a fase mais vulnerável é registrada no estágio da floração plena (R2) ao início do desenvolvimento das vagens (R3/R4) (ROCIO, 2020).

Os sintomas iniciais são manchas encharcadas que evoluem para a cor castanho-clara, seguida da produção de micélio branco e cotonoso, o que dá origem ao nome “mofo branco”. Eventualmente, observa-se sinais de murcha e seca nas folhas. E em pouco tempo ocorre a formação dos escleródios na superfície externa da planta e no interior das hastes e vagens (Figura 2) (GODOY et al., 2016).

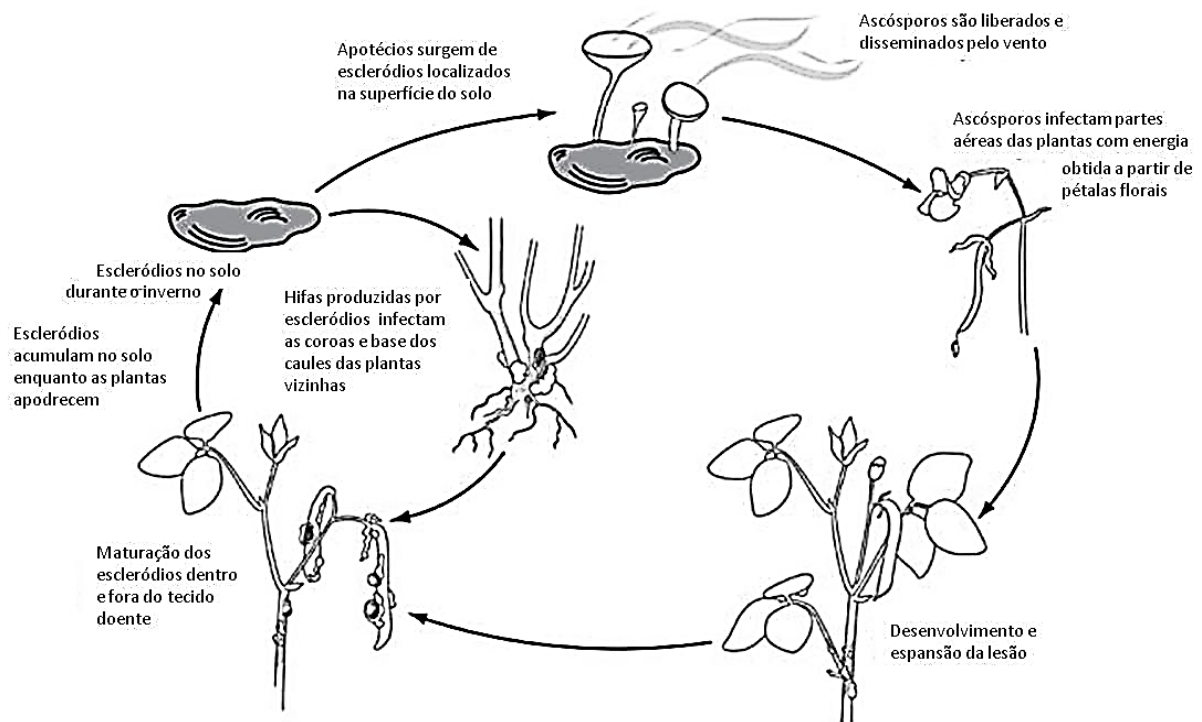


**Figura 2.** Crescimento micelial fora (A) e dentro da haste (B) com presença de escleródios em lavoura de soja (LOVATTO et al., 2018).

O ciclo da doença (Figura 3) ocorre por germinação carpogênica (com a produção de apotécios) ou por germinação miceliogênica (produzindo hifas). Para os escleródios apresentar germinação carpogênica e, conseqüentemente, produzirem apotécios e ascósporos, precisam de



uma adaptação no solo onde estão aproximadamente a dois centímetros de profundidade e que o ambiente se apresente favorável com temperatura variando entre 10 a 21°C (GODOY et al., 2016). Os ascósporos gerados do estágio sexual dos escleródios são disseminados pelo vento e na temperatura entre 14 e 24°C estão aptos a infectarem as partes mais vulneráveis da planta, que geralmente iniciam nas pétalas e folhas senescentes desenvolvendo a germinação micelial (produção de hifas), posteriormente, penetram no caule, folhas e frutos (EPAMIG, 2006). Após todo o processo de contaminação, os escleródios são formados sobre a superfície e no interior dos tecidos infectados e a planta ao morrer ou partes dela, caem no solo onde poderão viver por longos períodos em torno de oito anos ou mais (JUNIOR, 2010).



**Figura 3.** Ciclo do mofo branco da soja, ilustrando a germinação carpopôgica de escleródios, dispersão e deposição de ascósporos, germinação, penetração e colonização do tecido vegetal, até o aparecimento dos sintomas e formação de novos escleródios (LINK e JOHNSON, 2007).

O patógeno é agressivo e a principal forma de disseminação é consequência do transporte do fungo em sementes piratas e em maquinários agrícolas que não sofrem manutenções (TUPICH et al., 2017). Além disso, os ascósporos sendo os maiores influenciadores de inóculo nas lavouras, são levados pelo vento para diferentes partes da planta e para outras plantas da mesma área, podendo também atingirem outros campos de cultivo em regiões circunvizinhas (EPAMIG, 2006). O controle do mofo branco da soja é trabalhoso devido a capacidade de resistência estrutural dos escleródios (FERRAZ et al., 2003).

### 1.5. Efeito da temperatura sobre o crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum*

Diversas pesquisas tentam elucidar quais seriam as condições ideais para promover a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*. Foi verificado em campo que temperaturas entre 10 e 21°C sinalizam condições favoráveis para a formação de apotécios (GODOY et al., 2016). Embora também haja um consenso geral equiparado a essa variação, em torno de 10 e 20°C, outros autores dizem que as temperaturas variando entre 7 e 25°C estimulam a produção apotecial (GARG et al., 2010).

Em condições laboratoriais e dentro de uma estufa de germinação de micro-organismos do tipo BOD, para efeito de pesquisas com crescimento micelial de *S. sclerotiorum* em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), verificaram que a temperatura ideal que favoreceu o desenvolvimento do mofo branco, foi a 25°C, fotoperíodo de 12 horas e em condições de escuro (GARCIA et al., 2011).

Alguns dos estudos que avaliaram os fatores ambientais que influenciam no ciclo do mofo branco, Clarkson et al. (2003) constataram em laboratório, que em temperaturas abaixo de 15°C, ocorre alta sobrevivência de ascósporos (estruturas que são liberadas pelos apotécios na germinação carpogênica), ao passo que temperaturas acima de 21°C a taxa de mortalidade é elevada. De forma oposta, WU et al. (2007), verificaram o comportamento dos ascósporos quando incubados a temperatura de 21°C e, observaram que este nível de calor influenciou positivamente na maturação dos ascósporos, sendo ótima temperatura para promover o amadurecimento. Um outro experimento realizado em ambiente controlado, cinco temperaturas foram testadas e identificaram que temperaturas entre 15 e 20°C favoreceram a ação do patógeno (FISCHER et al., 2014).

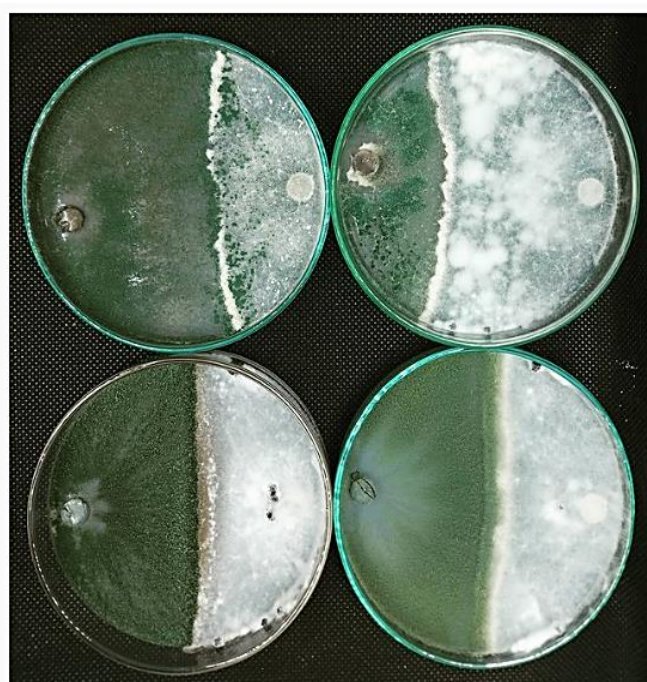
### 1.6. O fungo *Trichoderma* spp.

O gênero *Trichoderma* corresponde a fase imperfeita de *Hypocrea*, faz parte do Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Ordem Hypocreales e Família Hypocreaceae (KIRKE, 2012). As principais espécies por nome *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. koningiopsis*, *T. virens*, *T. longibrachiatum*, *T. viridescens* e o *T. brevicompactum* estão entre os mais estudados, no Brasil e no exterior, conferindo além da capacidade de colonizar a rizosfera, produzirem substâncias que promovem o crescimento das plantas (HOYOS-CARVAJAL et al., 2009).

Estes antagonistas são fungos saprofíticos e comum nos solos. Morfologicamente, os seus isolamentos a partir dos ascósporos do gênero *Hypocrea* são classificados com formato anamórfico (SAMUELS, 2006; MACHADO et al., 2012). As estruturas vegetais são

caracterizadas por formação de micélios e as estruturas reprodutivas denominadas de conídios, apresentam tamanhos e formatos variados, tons verdes ou amarelos no meio de cultura Cornmeal Dextrose Ágar (CMD) ou brancas em Batata Dextrose Ágar (BDA) e podem ser dispersas, flocosas ou compactas em tufo (ESPOSITO e SILVA, 1998). Os seus formatos ainda podem variar de globoso a elipsoidal, ovoides ou cilíndrico curto com base cônica e truncada. Outras possuem superfície do conídio lisa e algumas espécies como o *T. viride* possuem um aspecto áspero ou rugoso (GAMS e BISSETT, 1998).

O *Trichoderma* spp. age contra os fitopatógenos de forma direta por antibiose e inativação de enzimas e indiretamente no biocontrole como competidores agressivos em busca de nutrientes e espaço (PUNJA e UTKHRDE, 2003; HAFEZ et al., 2013). São mais eficientes com temperatura em torno de 25°C e podem produzir enzimas aplicáveis na indústria (HJELJORD et al., 2001). Estimulam a produção de mecanismos de defesa, sendo também um organismo endofítico e se destacam na promoção do crescimento e o desenvolvimento das plantas (WOO et al., 2006; VINALE et al., 2008).



**Figura 4.** Pareamento de culturas entre *Trichoderma* x *Sclerotinia sclerotiorum*.

**Fonte:** Acervo de Magno R. Carvalho Filho, 2021.

### 1.7. Controle biológico de mofo branco pelo emprego de *Trichoderma* spp.

O *Trichoderma* spp. vêm com a proposta de controlar biologicamente patógenos habitantes do solo, uma vez que cepas deste gênero apresentam a capacidade de protegerem a



planta de interesse por meio de diferentes mecanismos de ação que são: micoparasitismo, antibiose, competição e a indução de mecanismos de defesa da planta (HARMAN et al., 2004).

Dentre as várias pesquisas que abordam o tema, pode-se citar o trabalho conduzido por Louzada et al. (2016), os quais mostraram em análise multivariada, a versatilidade da atuação de forma direta e indireta do fungo benéfico contra o patógeno do mofo branco. Em outros estudos, Guimarães et al. (2018), observaram o potencial do antagonista no controle biológico de patógenos em sementes, incluindo *S. sclerotiorum*, bem como na promoção de crescimento da cultura do feijoeiro.

Milan et al. (2015), avaliaram a ação positiva da produção de conídios de *T. harzianum* na inibição da germinação miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes e na supressão de lesões foliares no feijão. Haddad et al. (2017), concluíram que isolados de *Trichoderma* spp. podem impedir os efeitos prejudiciais do patógeno na germinação das sementes, promover o aumento da massa de matéria seca e crescimento da parte aérea, além de proteger as plantas de soja.

Em trabalho mais recente, tratamentos de sementes de soja com *Trichoderma* potencializaram o controle e o aumento da resposta de defesa de plântulas contra *Colletotrichum truncatum* (BORGES et al., 2022). Portanto, é pertinente que mais pesquisas experimentais sejam realizadas para suprir a falta de cultivares resistentes, tendo vista que a preocupação em reduzir os riscos ao utilizar produtos químicos altamente prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, cresce na procura por produtos biológicos que possam controlar o mofo branco (SILVA et al., 2015).

## 2. OBJETIVO

Este trabalho objetivou realizar a caracterização fisiológica de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* e avaliar cepas de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes de soja, bem como no controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* inoculado nas sementes.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Obtenção dos isolados de *Sclerotinia sclerotiorum*

Para obtenção dos isolados, escleródios e micélio de *S. sclerotiorum* foram removidos de plantas infectadas de soja cv. ‘SoyTech 797 Ipro’ na fase de enchimento de grãos, safra 2021/22, no município de Ipameri-GO. Em seguida, o material coletado foi submetido a repicagens para meio Batata Dextrose Ágar (BDA) em placas de Petri até obtenção de isolados purificados. Ao final do processo de isolamento e purificação, seis isolados foram obtidos e codificados como a seguir: A-43-01, A-43-02, A-43-03, A-43-04, A-43-05 e A-43-06. Os isolados foram armazenados pela técnica de Castellani no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, Goiás.

#### 3.2. Crescimento micelial e produção de esclerórios de *Sclerotinia sclerotiorum* a 25°C e fotoperíodo de 12 h.

Para avaliação do crescimento micelial, discos de micélio (7 mm Ø) dos seis isolados de *S. sclerotiorum* foram retirados de colônias com aproximadamente dez dias de idade e transferidos para o centro de placas de Petri (85 mm Ø) contendo meio BDA. Em seguida, as placas foram mantidas em incubadoras tipo BOD na temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas. Em seguida, o crescimento radial do micélio foi avaliado diariamente até os 05 dias após a inoculação (DAI), a partir da média de dois diâmetros diametralmente opostos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições (placas de Petri) para cada isolado de *S. Sclerotiorum*. Após o término do experimento as placas foram mantidas por mais 5 dias para produção de escleródios, os quais foram recolhidos para mensurar massa total produzida e massa individual de cada escleródio. Os dois isolados de maior potencial de colonização e produção de escleródios foram selecionados para a realização dos testes com sementes (item 3.4).

#### 3.3. Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes sadias de soja cv. ‘DonMario 75i76’

Para este experimento, sementes sadias de soja cv. DonMario 75i76, foram semeadas em gerbox num total de 9 sementes por caixa gerbox (36 sementes por tratamento). Antes do semeio as sementes foram tratadas com as seguintes cepas: *T. harzianum* CCT 7589, Mix de cepas (*T. harzianum* + *T. asperellum* + *T. koningiopsis*) e *T. asperellum* URM 5911, na dose de

2,0 mL de suspensão ( $2,5 \times 10^8$  conídios/mL) para cada 100 g de sementes. Além disso, empregou-se um controle (sementes sem tratamento). Em seguida, as sementes foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. No oitavo dia de germinação, foram avaliados o número de sementes mortas, plântulas normais, plântulas anormais segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (MAPA, 2009). Além disso, também foram mensurados o comprimento de raiz e parte aérea de cada plântula considerada normal e posteriormente pesadas para obter massa fresca e em seguida ensacadas para obter massa seca após 24 horas em estufa com temperatura a 65°C. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

#### **3.4. Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. 'DonMario 75i76' infectadas com *Sclerotinia sclerotiorum***

Para este teste, o mesmo procedimento descrito no item 3.3 foi adotado, exceto o detalhe de que sementes contaminadas com *S. sclerotiorum* foram empregadas. Para a contaminação, as sementes de soja cv. DonMario 75i76 foram infectadas com os micélios dos isolados A-43-01 e A-43-05, selecionados conforme o item 3.2. Para a contaminação, as sementes sadias foram depositadas nas placas de Petri para entrar em contato com o micélio do patógeno por 60 segundos. Após o contato com micélio do patógeno, as sementes foram semeadas em gerbox e incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Após 8 dias de inoculação (DAI), todas as plântulas obtidas foram consideradas anormais. Não foram mensurados os aspectos morfológicos (comprimento de parte aérea e de raiz) das plântulas existentes e nem pesadas para fins de obtenção de massa fresca e seca. O número de sementes mortas foi estimado, bem como o percentual de plântulas com presença ou ausência de micélio de *S. sclerotiorum*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições para cada isolado de *Trichoderma*.

#### **3.5. Análise estatísticas**

Todos os valores foram, separadamente, submetidos à análise de variância e ao teste Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ), no programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Crescimento micelial e produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* a 25°C e fotoperíodo de 12 h.

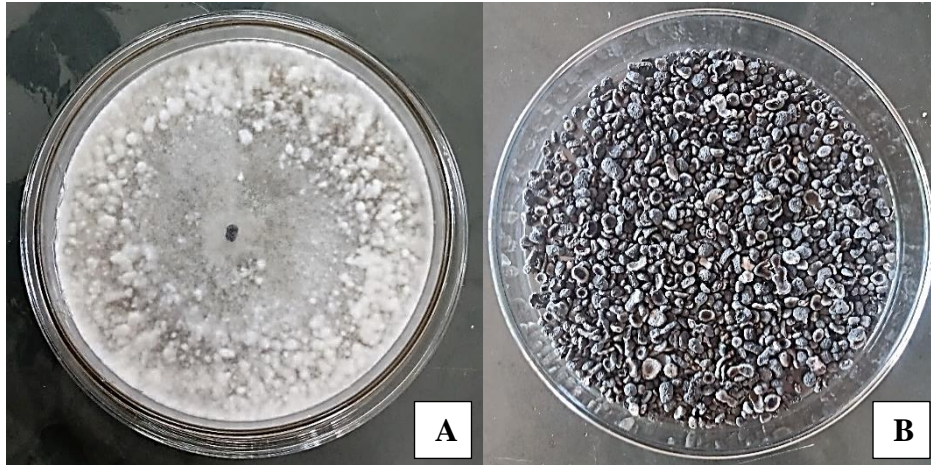
Os isolados A-43-01 e A-43-05 se destacaram em relação aos demais quanto a capacidade de colonização superficial (Tabela 1). Devido a esta característica, estes foram selecionados para experimento subsequente, objetivando avaliar o controle biológico de *S. sclerotiorum* em sementes de soja pelo tratamento com cepas de *Trichoderma* spp. Não houve entre os isolados diferença quanto ao número de escleródios produzidos, entretanto, o isolado A-43-05 produziu escleródios com massa significativamente menor em relação aos demais.

**Tabela 1.** Diâmetro de colônias aos 4 dias após a inoculação (DAI), número de escleródios, massa total de escleródios e massa de 01 escleródio de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* aos 14 DAI quando cultivados em meio BDA a 25°C e fotoperíodo de 12 h. Ipameri, Goiás, Brasil.

Isolados de <i>S. sclerotiorum</i> <sup>(1)</sup>	Diâmetro de colônias (cm)	Número de escleródios	Massa total (g) de escleródios	Massa (g) de 01 escleródio
A-43-01	3,34 a	31 <sup>(ns)</sup>	0,38 a	0,012 a
A-43-02	2,46 b	40	0,42 a	0,011 a
A-43-03	1,90 b	28	0,28 b	0,009 a
A-43-04	2,24 b	41	0,52 a	0,012 a
A-43-05	3,50 a	38	0,18 b	0,005 b
A-43-06	1,22 b	36	0,54 a	0,015 a
CV	38,61%	22,02%	31,49%	22,45%

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>(ns)</sup> não significativo



**Figura 5.** Massa micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* em placa de Petri para produção de escleródios (A) e aglomerado de escleródios (B).

**Fonte:** Arquivo do autor.

#### **4.2 Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes sadias de soja cv. ‘DonMario 75i76’**

Não houve diferença estatística entre as cepas de *Trichoderma* spp. quanto ao percentual de plântulas normais emergidas e nem quanto aos comprimentos das plântulas originadas (Tabela 2). Já para a massa fresca das plântulas, verificou-se que aquelas tratadas com a mistura de 8 cepas das espécies *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis*, se destacaram dos demais, apresentando maior massa fresca total. Não foram observadas diferenças significativas entre as cepas de *Trichoderma* spp. quanto a MSR e MST. A mistura de cepas (Mix *T.h* + *T.a* + *T.k*) e a cepa *T. harzianum* CCT 7589 se mostraram superiores quanto a MSPA.

**Tabela 2.** Percentual de plântulas normais (PN), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e biomassa seca total (BIO) de plântulas de soja cv. 'Don Mario' provenientes de sementes tratadas com cepas de *Trichoderma* spp. Ipameri, Goiás, Brasil.

Tratamento <sup>(1)</sup>	PN (%)	CR (cm)	CPA (cm)	CT (cm)	MFR (mg)	MFPA (mg)	MFT (mg)	MSR (mg)	MSPA (mg)	MST (mg)
<i>T. harzianum</i> CCT7589	53,7 <sup>(ns)</sup>	11,07 <sup>(ns)</sup>	9,67 <sup>(ns)</sup>	20,74 <sup>(ns)</sup>	0,05 b	0,62 b	0,67 b	0,01 <sup>(ns)</sup>	0,12 a	0,13 <sup>(ns)</sup>
Mix ( <i>T.h</i> + <i>T.a</i> + <i>T.k</i> ) <sup>(2)</sup>	58,3	11,41	11,51	22,92	0,10 a	0,77 a	0,87 a	0,01	0,12 a	0,13
<i>T. asperellum</i> URM 5911	72,2	13,45	10,94	24,39	0,08 a	0,65 b	0,72 b	0,01	0,11 b	0,12
Testemunha	69,4	10,73	10,80	21,51	0,05 b	0,72 a	0,77 b	0,01	0,11 b	0,12
CV	18,59%	40,04%	24,41%	30,61%	22,61%	5,14%	5,76%	32,07%	6,88%	8,17%

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>(2)</sup>*T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis* em uma mistura de 8 cepas.

<sup>(ns)</sup>não significativo

### 4.3 Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. ‘DonMario 75i76’ infectadas com *Sclerotinia sclerotiorum*

Após serem infectadas com os isolados A-43-01 e A-43-05 de *S. sclerotiorum* e tratadas com as cepas de *Trichoderma* spp., as sementes de soja germinaram, mas não houve formação de plântulas normais. As plântulas anormais obtidas se apresentavam demasiadamente danificadas em seus órgãos e, portanto, inviáveis de serem mensuradas quanto ao comprimento e massa. Neste sentido, as observações se limitaram a quantificar o percentual de plântulas anormais e sementes mortas (Tabela 3). Nenhum tratamento proporcionou menor percentual de plântulas anormais quanto comparado à testemunha.

**Tabela 3.** Percentual de plântulas anormais de soja cv. ‘Don Mario’ após inoculação com micélio de *S. sclerotiorum* e tratadas com cepas de *Trichoderma* spp.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Plântulas anormais após inoculação com <i>S. sclerotiorum</i> (%)		Média
	A-43-01	A-43-05	
<i>T. harzianum</i> CCT7589	100 aB	85 aA	92 a
Mix ( <i>T.h</i> + <i>T.a</i> + <i>T.k</i> ) <sup>(2)</sup>	100 aA	100 bA	100 b
<i>T. asperellum</i> URM5911	100 aA	100 bA	100 b
Testemunha	97 aB	82 aA	89 a
CV	3,02 %	10,01 %	7,41 %
Média	99 B	92 A	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna e mesma letra maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>(2)</sup>*T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis* em uma mistura de 8 cepas.





**Figura 6.** Plântulas de soja cv. 'Don Mario' colonizadas por micélio de *S. sclerotiorum* (isolado A-43-01) sem tratamento com *Trichoderma*.

**Fonte:** Arquivo do autor.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Crescimento micelial e produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* a 25°C e fotoperíodo de 12 h.

Os isolados A-43-01 e A-43-05 se destacaram em relação aos demais quanto a capacidade de colonização superficial, o que determinou a seleção destes para o experimento com sementes contaminadas. Segundo Masangkay et al. (2000), o nível de virulência e as condições de crescimento de um isolado podem estar relacionados com a esporulação, pois estes fatores afetam o potencial de inóculo de um patógeno. De forma análoga, não somente a esporulação, mas também a capacidade de colonização superficial pela produção de micélio, também podem afetar o potencial de inóculo de um patógeno, visto que os escleródios infectivos de *S. sclerotiorum* provém do adensamento de hifas (AGRIOS, 2005).

Poucos estudos avaliam especificamente as causas que favoreceram o crescimento micelial e produção de escleródios entre os isolados de *S. sclerotiorum*. Todavia, foi possível, no presente trabalho, a obtenção de quantidade de inóculo suficientes para a execução dos testes, da mesma forma que observado por Garcia et al. (2011).

Os isolados de *S. sclerotiorum* foram obtidos de uma mesma cultivar, isto é, micélio e escleródios foram removidos de plantas infectadas de soja cv. 'SoyTech 797 Ipro' na fase de enchimento de grãos, safra 2021/22, no município de Ipameri-GO, o que sugere a obtenção de isolados próximos quanto aos seus caracteres fisiológicos, de modo que, a não diferença destes, quanto a produção de escleródios, era um resultado esperado. Ademais, segundo Pereira et al. (2016), fatores físicos e nutricionais é que vão ser determinantes na produção de escleródios, tais como temperaturas e meio de cultivo.

O isolado A-43-05 apresentou menor produção de massa total e individual de escleródios. Embora Venturoso et al. (2014) afirmam, que escleródios maiores possuem maior germinação carpogênica, unidades infectivas menores e mais numerosas podem proporcionar maiores condições para o desenvolvimento de epidemias. Já que a germinação carpogênica não é um evento garantido na natureza, pois este depende de condições ambientais específicas (MILA & YANG, 2008).

## 5.2 Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes sadias de soja cv. ‘DonMario 75i76’

Observou-se, que o percentual de plântulas normais emergidas e os comprimentos das plântulas originadas não sofreram diferença estatística entre as cepas de *Trichoderma* spp. Tais eventos corroboram com os trabalhos de Carvalho et al. (2014) e Carvalho et al. (2011), respectivamente. A indiferença entres os tratamentos quanto ao percentual de plântulas normais era esperada, pois estão em conformidade com Carvalho et al. (2011), onde o tratamento de sementes com 2 mL de suspensão de conídios a  $2,5 \times 10^8$  conídio/mL de *T. harzianum* para cada 100 g de sementes também não causou efeito adverso na germinação das sementes quando comparadas à testemunha. Já para os dados com comprimento, diferenças tem sido observada em uma frequência maior para as raízes em comparação com a parte aérea (CARVALHO et al. 2011; GUIMARÃES et al. 2014).

A produção superior de massa fresca total (MFT) das plântulas originadas de sementes tratadas com as espécies do tratamento Mix (complexo de oito cepas das espécies *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. Koningiopsis*) e a relevância do resultado positivo na produção da massa seca da parte aérea (MSPA), comprovaram a ação promotora do crescimento inicial das plântulas para este tratamento. Durante o teste com o crescimento das plântulas em gerbox, estas foram irrigadas diariamente, havendo elevada disponibilidade de água. Neste sentido, assim como observado por Guimarães et al. (2014), ocorreu maior alocação de biomassa para a parte aérea, resultando em uma maior massa seca da parte aérea (MSPA) em relação aos demais tratamentos.

### **5.3 Efeito de *Trichoderma* spp. na germinação e vigor de sementes de soja cv. ‘DonMario 75i76’ infectadas com *Sclerotinia sclerotiorum***

O tratamento das sementes com as cepas de *Trichoderma* spp., após estas serem infectadas com os isolados A-43-01 e A-43-05 de *S. sclerotiorum* não preveniu a ocorrência de 100% de plântulas anormais, as quais não possibilitaram a mensuração de comprimento e massa. Tal evento sugere isolados com alta virulência e poder de colonização, evidenciando a assertividade dos critérios empregados para seleção de A-43-01 e A-43-05.

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* é altamente comprometedor para o processo germinativo das sementes, fato que a tolerância para que surgissem plântulas normais foi nula. O simples contato das sementes com o fungo fitopatogênico em placa de Petri durante 60 segundos foi suficiente para a efetiva adesão do micélio nas superfícies das sementes sadias, contaminando-as e inviabilizando-as para a formação de plântulas normais (SILVA et al., 2017). Tal evento evidencia também que sementes de soja não apresentam o mecanismo de escape contra *S. sclerotiorum* quando do momento da germinação, tal como é observado para sementes de soja com altos níveis de incidência de *Phomopsis* (HENNING & FRANÇA NETO, 1980).

Os agentes de biocontrole desenvolvem-se nas mesmas condições de temperatura que o patógeno, mas resultados sugerem diversidade na ação dos isolados de *Trichoderma* no antagonismo contra o *S. sclerotiorum* e a temperatura apresenta influência marcante nesse processo, expondo que a atuação do fungo benéfico seja numa faixa de temperatura em torno de 30°C (FIPKE et al., 2015).

## 6. CONCLUSÕES

1- Os isolados A-43-01 e A-43-05 se destacaram em relação aos demais quanto a capacidade de colonização superficial. Tal caractere permitiu a seleção de isolados com alta virulência para o ensaio com sementes de soja.

2- As cepas comerciais avaliadas não causaram efeito adverso na germinação das sementes quando comparadas à testemunha, comprovando-se como atóxicos às sementes.

3- O tratamento composto por uma mistura de três espécies de *Trichoderma* (Mix) proporcionou maior MFT e MSPA, sugerindo maior alocação de biomassa para a parte aérea.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGRIOS, G. N. Patologia Vegetal. **Elsevier Academic Press**, Amsterdam, e. 5, p. 922, 2005.
- BEZERRA, M. C. L.; GOMES, R. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; RODRIGUES, R. M.; SILVA, T. B. M.; MEDEIROS, J. G. F. Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 1, p. 69-73, 2022.
- BORGES, N. O.; SOLINO, A. J. S.; FRANSCISCHINI, R.; CAMPOS, H. D.; OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Induction of soybean resistance mechanisms to anthracnose by biocontrol agents. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 2, p. 265 – 275, 2022.
- BORGES, S. C.; SIMÕES, F. S. B.; TRINDADE, S. L. A relação entre a produção de soja e o PIB no município de Som Pedrito/RS. **Revista Agropampa**, v. 1, n. 2, 2016.
- CANAL RURAL. **Fungo do bem é eficiente contra mofo-branco e mosca-branca, mostra estudo da Embrapa**: Bioinsumos. São Paulo, 2022. Disponível em: Embrapa: fungo do bem é eficiente contra mofo-branco e mosca-branca (canalrural.com.br). Acesso em: 17 abril 2023.
- CAMOCHENA, R. C.; STEILMANN, P.; SANTOS, I.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; OLIVEIRA, M. C. Ação de fosfitos de potássio no manejo de mofo branco em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 46, n. 3, p. 260-266, 2020.
- CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; JUNIOR, M. L.; GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011.
- CARVALHO, D. D. C.; JUNIOR, M. L.; MARTINS, I.; INGLIS, P. W.; MELLO, S. C. M. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 5, 2014.
- CLARKSON, J. P.; STAVELEY, J.; PHELPS, K.; YOUNG, C. S.; WHIPPS, J. M. Ascospore release and survival in *Sclerotinia*. **Mycological Research**, v. 107, n. 2, p. 213–222, 2003.
- COLETTI, C.; CALIARI, L.; FERREIRA, A. P. A. L.; MENEZES, D. C. O agronegócio e os fatores determinantes na tomada de decisão de produzir soja. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 77, 2022.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A Produtividade da Soja: Análise e Perspectivas**. Compêndio de Estudos CONAB, v. 10, 2017. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17\\_08\\_02\\_14\\_27\\_28\\_10\\_compendio\\_de\\_estudos\\_conab\\_a\\_produtividade\\_da\\_soja\\_-\\_analise\\_e\\_perspectivas\\_-\\_volume\\_10\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf). Acesso: 13 setembro 2022.
- CORADI, P. C.; MILANE, L. V.; CAMILO, L. J.; PRADO, R. L. F.; FERNANDES, T. C. Qualidade de grãos de soja armazenados em baixas temperaturas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 3, p.197-208, 2015.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números: Safra 2021/2022.** Londrina, 2022. Disponível em: Dados econômicos - Portal Embrapa. Acesso em: 20 abril 2023.

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?** Belo Horizonte, 2021. 153p.

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Manejo integrado do mofo-branco do feijoeiro.** Viçosa, 2006. 45p.

ESPOSITO, E.; SILVA, M. Systematics and environmental application of the genus *Trichoderma*. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 89-98, 1998.

FERRAZ, L. C. L.; FILHO, A. B.; AMORIM, L.; NASSER, L. C. B. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, 2003.

FIPKE, G. M.; PAZINI, J. B.; ETHUR, L. Z. Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas. **Magistra**, v. 27, n.1, p. 23 – 32, 2015.

FISCHER, I. H.; FILETTI, M. S.; CRUZ, J. C. S.; BUENO, C. J. Efeito da temperatura e reação de genótipos de quiabeiro ao mofo branco. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 49-53, 2014.

GAMS, W.; BISSETT, J. Morphology and identification of *Trichoderma*. In: KUBICEK, C. P.; HARMAN, G. E. ***Trichoderma & Gliocladium: basic biology, taxonomy and genetics.*** London, 1998. 278p.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C.; CASSEMIRO. Produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary em meio de cultura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 1-7, 2012.

GARCIA, R. A.; MEYER, M. C.; SANTOS, J. R. C.; OLIVEIRA, R. M.; BARBOSA, K. A. G. CUNHA, M.G. Efeito de temperatura e luminosidade sobre o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 36, p. 1207, 2011.

GARG, H.; SIVASITHAMPARAM, K.; BARBETTI, M. J. Scarification and environmental factors that enhance carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 927-1071, 2010.

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. F. V. **Manual de Fitopatologia: Doenças da Soja.** Ouro Fino-MG: Editora Agronômica Ceres Ltda, v.2, e. 5, p. 657-675, 2016.

GORGEN, C. A.; NETO, A. N. S.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; JUNIOR, M. L. Controle do mofo branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1583-1590, 2009.

GUIMARAES, G. R.; PEREIRA, F. S.; MATOS, F. S.; MELLO, S. C. M.; CARVALHO, D. D. C. Suppression of seed borne *Cladosporium herbarum* on common bean seed by *Trichoderma harzianum* and promotion of seedling development. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 5,

2014.

GUIMARAES, G. R.; PEREIRA, F. T.; MELLO, S. C. M.; CARVALHO, D. D. C. *Trichoderma harzianum* no tratamento de sementes de *Cladosporium herbarum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e no aumento de crescimento do feijoeiro no Brasil. **Caderno de Pesquisa**. Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 02, p. 28-37, 2018.

HADDAD, P. E.; LEITE, L. G.; LUCON, C. M. M.; HARAKAVA, R. Seleção de estirpes de *Trichoderma spp.* para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.12, p.1140-1148, 2017.

HAFEZ, E. E.; MEGHAD, A.; ELSALAM, H. A. A.; AHMED, S. A. Biological and molecular studies on *Trichoderma viride*-plant pathogenic fungi interactions. **Journal of World Applied Sciences**, v. 21, n. 12, p. 1821-1828, 2013.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: Noções gerais**. Embrapa Soja, Londrina, e. 2, p. 26, 2005.

HENNING, A. A. **Visão histórica, progressos e perspectivas no manejo e controle do mofobranco**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO-BRANCO, 17., 2012, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, 2012. p. 16-17.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J. de B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis sp.* **Revista Brasileira de Sementes**, v.2, p.9-22, 1980.

HJELJORD, L. G.; STENSVAND, A.; TRONSMO, A. Antagonism of nutrient-activated conidia of *Trichoderma harzianum* (*atroviride*) P1 against botrytis cinerea. **Phytopathology**, v. 91, n. 12, p. 1172-1180, 2001.

HOYOS-CARVAJAL, L.; ORDUZ, S.; BISSETT, J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n. 3, p. 409-416, 2009.

INGLIS, P. W.; MELLO, S. C. M.; MARTINS, I.; SILVA, J. B. T.; MACEDO, K.; SIFUENTES, D. N.; VALADARES-INGLIS, M. C. *Trichoderma* from brazilian garlic and onion crop soils and description of two new species: *Trichoderma azevedoi* and *Trichoderma peberdyi*. **PLOS ONE**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 1-23, 2020.

JUNIOR, M. L. Repositório de informação tecnológica da Embrapa. **Boletim Passarela da Soja**, Luiz Eduardo Magalhães, v. 2, n. 2, p. 12, 2010.

KIRKE, P. M. **Index Fungorum** (CABI Bioscience Databases). Available online, ed. 2012. Disponível em [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org). Acesso em: 20 de fevereiro 2023.

LOUZADA, G. A. S.; BARBOSA, H. N.; CARVALHO, D. D. C.; MARTINS, I.; JUNIOR, L.; MELLO, S. C. M. 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.

LOVATTO, M.; PINTO DA SILVA, G. B.; CASAROTTO, G.; CAPITANIO, C. G. Manejo integrado de mofo-branco em soja. **Revista Cultivar**, 2018. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-integrado-de-mofo-branco-em-soja>. Acesso em: 20 de fevereiro 2023.

LINK, V. H.; JOHNSON, K. B. Mofo Branco (Podridão Branca, pt) (Sclerotinia). **The American Phytopathological Society (APS)**, 2007. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/WhiteMoldPortuguese.aspx>. Acesso em: 20 de fevereiro 2023.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, R. F.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

MASANGKAY, R.F.; PAULITZ, T.C.; HALLETT, S.G.; WATSON, A.K. Characterization of sporulation of *Alternaria alternata* f. sp sphenocleae. **Biocontrol Science Technology**, v. 10, n. 4, p. 385-397, 2000.

MATHIVANAN, N.; PRABAVATHY, V. R.; VIJAYANANDRAJ, V. R. Application of talc formulations of *Pseudomonas fluorescens* Migula and *Trichoderma viride* Pers. ex S.F. Gray decrease the sheath blight disease and enhance the plant growth and yield in rice. **Journal of Phytopathology**, Hoboken, v. 153, n.11-12, p. 697-701, 2005.

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.; SATO, L. N.; MADALOSSO, M.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M. C.; DEBORTOLI, M. P.; BALARDIN, R. S.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2015/2016: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Embrapa Soja, Circular Técnica 122, Londrina, 2016. 5 p.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. ***Trichoderma* uso na agricultura**. Brasília: Editora Embrapa Soja, e. 1, p. 181-199, 2019.

MILAN, M. D.; BARROSO, F. M.; MELLO, S. C. M.; ARAUJO, M. S.; CARVALHO, D. D. C. Regimes de luz na produção de conídios de *Trichoderma harzianum* para controle de mofo branco em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 434-439, 2015.

MILA, A. L.; YANG, X. B. Effects of fluctuating soil temperature and water potencial on sclerotia germination and apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 92, p. 78-82, 2008.

OLIVEIRA, B. M.; JUNIOR, M. L.; PETROFEZA, S. **Aspectos moleculares da interação do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* e plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Embrapa Arroz

e Feijão, 2011. p. 1 – 4.

PEREIRA, F. S.; BORGES, L. P.; GUIMARAES, G. R.; SILVA, A.; GONÇALVES, R. N.; CARVALHO, L. R.; TEIXEIRA, I. R. Estratégias de controle de mofo branco do feijoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1354-1371, 2013.

PEREIRA, F. T.; MARQUES, M. G.; CARVALHO, D. D. C. Produção *in vitro* de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes regimes de luz. **Revista Biociências**, Universidade de Taubaté, v. 22, n. 1, 2016.

PINHO, R. S. C.; POZZEBON, B. C.; RODRIGUES, K. R. R.; ARNS, R. B.; ALVEZ, C. A.; BERGMANN, M. D. Rizobactérias no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, e efeitos no desenvolvimento vegetativo de plântulas de soja. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.4, p. 110-120, 2020.

PUNJA, Z. K.; UTKHEDE, R. S. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. **Trends in Biotechnology**, v. 21, n. 9, p. 400-407, 2003.

REIS, E. M.; BRUSTOLIN, R.; DANELLI, A.; TREZZICASA, R. Manejo integrado do mofo branco. **Revista Plantio Direto**, 2011. Disponível em: <https://www.plantiodireto.com.br/storage/files/122/6.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro 2023.

ROCIO, J. Mofo branco na cultura da soja. **BALLAGRO Agro Tecnologia**, 2020. Disponível em: <https://ballagro.com.br/2020/04/16/o-mofo-branco-na-cultura-da-soja/>. Acesso em 20 de fevereiro 2023.

SAMUELS, G. J. *Trichoderma*: systematics, the sexual state, and ecology. **Phytopathology**, v. 96, n. 2, p. 195-206, 2006.

SILVA, F. F.; CASTRO, E. M.; MOREIRA, S. I.; FERREIRA, T. C.; LIMA, A. E.; ALVES, E. Emergência e análise ultraestrutural de plântulas de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* sob efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 1, p. 41-45, 2017.

SILVA, G. B. P.; HECKLER, L. I.; SANTOS, R. F.; DURIGON, M. R.; BLUME, E. Identificação e utilização de *Trichoderma spp.* armazenados e nativos no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 33 – 42, 2015.

TUPICH, F. L. B.; FANTIN, L. H.; SILVA, A. L.; CANTERI, M. G. Impacto do controle do mofo-branco com fluazinam na produtividade da soja no Sul do Paraná: metanálise. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 2, p. 145-150, 2017.

VENTUROSOSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A. Relação de massa e localização do escleródio no solo com germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 29-33, 2014.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; BARBETTI, M. J.; LI, H.; WOO, S. L.; LORITO, M. A noel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 72, n. 1, p. 80-86, 2008.

WILLBUR, J.; MCCAGHEY, M.; KABBAGE, M.; SMITH, D. L. An overview of the *Sclerotinia sclerotiorum* pathosystem in soybean: impact, fungal biology, and current management strategies. **Tropical Plant Pathology**, p. 1-9, 2018.

WOO, S. L.; SCALA, F.; RUOCCO, M.; LORITO, M. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp. pathogenic fungi and plants. **Phytopathology**, v. 96, p. 181-185, 2006.

WU, B. M.; PENG, Y. L.; QIN, Q. M.; SUBBARAO, K. V. Incubation of excised apothecia enhances ascus maturation of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycologia**, v. 99, n. 1, p. 33-41, 2007.

ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R. GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agrônômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 543-553, 2017.