

GERMINAÇÃO CARPOGÊNICA DE *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* EM SOLOS COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE PLANTIO¹

CARPOGENIC GERMINATION OF *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* IN SOILS WITH DIFFERENT PLANTING HISTORIES

AFONSO CARVALHO LOPES²

GABRIEL MORAES MENDANHA³

RENATA SILVA BRANDÃO

RESUMO

Resumo: Este estudo se concentra na tentativa de reproduzir as condições ideais para a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*, um patógeno agrícola notável, em uma câmara BOD. A pesquisa foi meticulosa na criação de um ambiente controlado, no entanto, os resultados não corresponderam às expectativas. A alta umidade na câmara BOD impediu a formação de apotécios, estruturas fundamentais para a reprodução sexuada do fungo. Este resultado sublinha a delicadeza e a complexidade do processo de germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*. Ficou evidente que o equilíbrio preciso entre a umidade do ar e do solo é crucial para o desenvolvimento dos apotécios. Além disso, a umidade excessiva pode ter impactado negativamente os escleródios, contribuindo para a falta de sucesso na germinação. Este estudo ressalta a sensibilidade intrínseca do processo e as implicações significativas para futuras investigações. A compreensão desses desafios é vital para avanços na biologia do patógeno e para aprimorar estratégias de manejo em ambientes agrícolas reais. Portanto, este estudo destaca a necessidade de considerações precisas das condições ambientais ao projetar experimentos destinados a compreender a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*.

Palavras-chave: Germinação Carpogênica, *Sclerotinia sclerotiorum*, Apoteóticos, BOD, Umidade.

Abstract: This study focuses on attempting to reproduce the ideal conditions for carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum*, a notable agricultural pathogen, in a BOD chamber. The research was meticulous in creating a controlled environment, however, the results did not match the expectations. The high humidity in the BOD chamber prevented the formation of apothecia, fundamental structures for the sexual reproduction of the fungus. This result underlines the delicacy and complexity of the carpogenic germination process of *S. sclerotiorum*. It became

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Inhumas FacMais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, no segundo semestre de 2023.

² Acadêmicos Afonso Carvalho Lopes e Gabriel Moraes Mendanha, do 10º Período do curso de Agronomia pela Faculdade de Inhumas. E-mail: afonsolopes@aluno.facmais.edu.br gabrielmendanha@aluno.facmais.edu.br

³ Professora-Orientadora Renata Silva Brandão. Doutora em Biotecnologia e Biodiversidade. Docente da Faculdade de Inhumas. E-mail: renatabrandao@facmais.edu.br

evident that the precise balance between air and soil moisture is crucial for the development of apothecia. In addition, the excess humidity may have negatively impacted the sclerotia, contributing to the lack of success in germination. This study highlights the intrinsic sensitivity of the process and the significant implications for future investigations. Understanding these challenges is vital for advances in pathogen biology and for enhancing management strategies in real agricultural environments. Therefore, this study highlights the need for precise considerations of environmental conditions when designing experiments aimed at understanding the carpogenic germination of *S. sclerotiorum*.

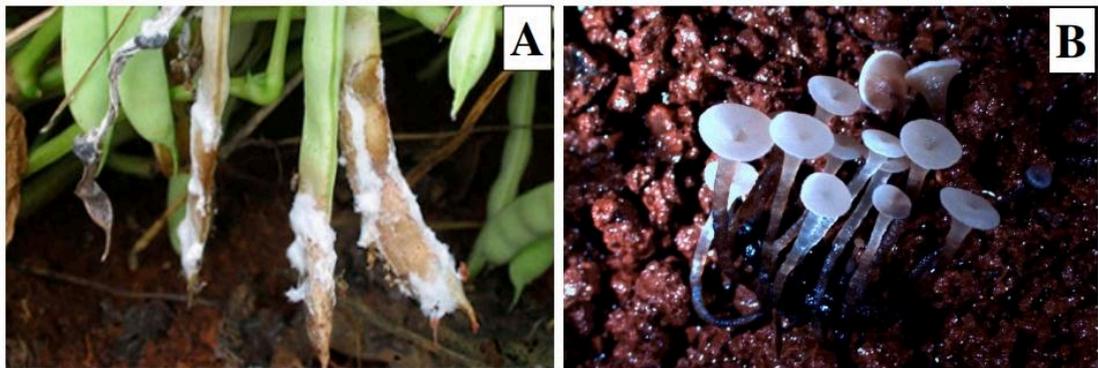
Keywords: Carpogenic Germination, *Sclerotinia sclerotiorum*, Apothecia, BOD, Humidity.

1 INTRODUÇÃO

Sclerotinia sclerotiorum é um fungo fitopatogênico que afeta mais de 400 espécies de plantas, incluindo culturas economicamente importantes. Uma característica notável desse organismo é sua capacidade de produzir estruturas de resistência conhecidas como escleródios. Os escleródios podem sobreviver no solo por longos períodos e germinação carpogênicamente para produzir apotécios, estruturas reprodutivas que liberam ascósporos infecciosos. *Sclerotinia sclerotiorum* causa doença em importantes culturas no mundo (Porto, 2019). Esse tema permite explorar o processo de germinação carpogênica do fungo e analisar como as práticas agrícolas sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária e a utilização de adubos verdes, podem ser eficazes na redução da incidência da doença nas culturas agrícolas. Além disso, permite aprofundar em estudos sobre o controle biológico e químico da doença, bem como analisar a viabilidade e a eficácia desses métodos na redução da população de escleródios no solo e na inibição da germinação carpogênica (Lima, 2015).

À medida que enfrentamos desafios significativos na agricultura devido à presença do fungo fitopatogênico *Sclerotinia sclerotiorum*, é fundamental investigar a dinâmica da germinação carpogênica desse patógeno. Uma das principais formas de introdução do patógeno na área é através de sementes contaminadas. Após introduzido o fungo na área, a erradicação se torna mais difícil, por isso medidas de prevenção à entrada são muito importantes. Estruturas de resistência do fungo no solo (escleródios), quando em condições favoráveis, germinam e produzem as estruturas reprodutivas de onde saem os esporos, os chamados apotécios. Elevada umidade, comumente em períodos chuvosos, e temperaturas amenas (abaixo de 20 °C) são bastante favoráveis para o fungo (Cardoso, 1994). No entanto, a persistência dos escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* no solo representa um desafio para essa abordagem, pois essas estruturas de resistência podem germinar e infectar as culturas, resultando em doenças como a podridão branca.

Figura 1. Sintomas de mofo branco em feijoeiro comum (A) e germinação carpogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (B).



O mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) é uma doença altamente destrutiva que tem aumentado sua importância em culturas anuais no Brasil, como o feijoeiro comum, a soja e o algodão. Sua disseminação se dá principalmente por sementes infectadas. O patógeno sobrevive no solo por tempo indefinido por meio de estruturas de resistência (escleródios), cuja população aumenta a cada plantio de espécie hospedeira. Como não há cultivares resistentes ao mofo-branco, o manejo da doença se torna bastante difícil, e assim a doença tem se alastrado nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (Civardi, 2008).

Esses escleródios, muitas vezes encontrados no solo ou em restos de plantas, servem como reservatórios de inóculo, contribuindo para a disseminação do patógeno de uma estação para outra. A habilidade do fungo de permanecer viável por longos períodos em forma de escleródios é uma característica que desafia as estratégias de controle. (Potrich, 2022)

Os escleródios desempenham papel muito importante no ciclo de vida de *S. sclerotiorum*, visto que são precursores dos apotécios, onde são formados os ascósporos que, em condições ideais. (Costa, 2006) A plasticidade genética de *Sclerotinia sclerotiorum* é notável, permitindo-lhe adaptar-se a diferentes condições e hospedeiros. Isso resulta em desafios consideráveis na implementação de práticas de manejo, pois o fungo pode rapidamente superar estratégias convencionais, desenvolvendo resistência a fungicidas e adaptando-se às mudanças climáticas (Gorgen, 2008).

As recomendações técnicas para minimizar os danos da doença envolvem a redução, tanto da população de estruturas de resistência do patógeno no solo, como na formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de epidemias. A severidade do mofo branco em diferentes hospedeiros é proporcional à densidade de inóculo do patógeno no solo. Assim a redução da população de escleródios é essencial para o controle efetivo da doença, como também, o bloqueio da formação de apotécios, da ejeção de ascósporos e redução da produção de novos escleródios pelo controle preventivo da doença na parte aérea das plantas são importantes estratégias de controle (Queiroz, 2012). No que diz respeito à patogenicidade, a *Sclerotinia sclerotiorum* produz uma variedade de enzimas e metabólitos secundários que desempenham papéis cruciais na infecção das plantas hospedeiras. O processo de germinação carpogênica, discutido anteriormente, representa um estágio vital na disseminação e propagação do fungo.

Embora esta doença ocorra com frequência, causando danos consideráveis em vários estados brasileiros, as estimativas de perdas de produção devido ao mofo branco são escassas. Em pequenas propriedades, onde os agricultores não utilizam

uma rotação adequada das culturas e cultivam legumes suscetíveis por muito tempo no mesmo campo, a incidência de mofo branco é alta, principalmente quando as condições climáticas são adequadas ao seu desenvolvimento. Além disso, é comum encontrar produtores que utilizam sementes, material propagado vegetativamente, ferramentas agrícolas e equipamentos contaminados com *S. sclerotiorum*, o que contribui para a dispersão do patógeno em campos não infestados (Reis, 2018).

O controle do patógeno em diversas culturas tem sido difícil devido à formação de estruturas de repouso, que permitem sua sobrevivência por longos períodos. Os escleródios de *S. sclerotiorum* sobrevivem no solo por 6 a 8 anos. Os escleródios presentes no solo em condições favoráveis germinam e formam apotécios, que produzem grande quantidade de ascósporos, fonte primária de infecção. Dentre as medidas de controle preventivas preconizadas para o mofo branco, em diversas culturas, destaca-se a adoção de um sistema de rotação de culturas com espécies não hospedeiras. O controle químico só é eficaz preventivamente e nem sempre viável economicamente (Silva, 2011).

Diante desse cenário, é necessário encontrar estratégias eficientes para inibir a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos sob integração lavoura-pecuária com *Brachiaria ruziziensis*. Essa gramínea forrageira, amplamente utilizada na agricultura, apresenta características compatíveis para o controle desse patógeno. A compreensão dos movimentos de transição da germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos sob integração lavoura-pecuária é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo adaptado. Essas estratégias podem incluir práticas culturais, como a rotação de culturas, o manejo da palhada e o controle biológico, com o objetivo de reduzir a viabilidade dos escleródios e minimizar a ocorrência de doenças causadas pelo fungo.

O presente estudo tem como objetivo investigar a capacidade de alcance da germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* em diversos tipos de solos.

2 DESENVOLVIMENTO

O início da infecção por *S. sclerotiorum* a partir das sementes pode ocorrer, portanto, a partir dos escleródios presentes como contaminantes em lotes utilizados para plantio ou por inóculo na forma de micélio no interior dos tecidos das sementes. A partir dos escleródios formam-se os apotécios. Em seguida formam-se os ascósporos que são infectivos e penetram os tecidos da planta em fases suscetíveis, como acontece durante a fase de florescimento. A partir do micélio nas sementes, o fungo pode desenvolver-se diretamente nos tecidos da planta emergente e causar os danos típicos da doença. Em sementes infectadas na forma micelial pode haver também a formação de escleródios junto às sementes e assim formar os apotécios e os ascósporos. Normalmente escleródios em mistura com as sementes ou previamente presentes nas áreas de cultivo apresentam este tipo de comportamento (Juliatti, 2015).

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* está entre os patógenos mais importantes do ponto de vista agrônomo para diversas culturas. O patógeno faz parte de um grupo de fitopatógenos habitantes do solo, de difícil controle, pois ataca inúmeras culturas e sobrevive por anos no solo conservando seu poder patogênico, por meio de estruturas de resistência denominadas escleródios (Venturoso, 2014).

A ação da germinação carpogênica dos escleródios do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, pode elevar a disseminação do patógeno, pois os apotécios produzem grande quantidade de cascas que liberam e ejetam no ar os ascósporos do fungo,

que são disseminados pelo vento até os sítios de infecção (fonte primária de infecção), fazendo com que as plantas fiquem infectadas em uma maior área geográfica (Reis, 2018) .

O tipo de plantio pode ser uma estratégia de manejo, capaz de suprimir a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*. Sabe-se que este efeito é dependente da espécie de planta, do organismo utilizado e das condições climáticas. A supressão de patógenos é creditada ao manejo de espécies de *Brachiaria spp.* que, junto ao aporte de matéria orgânica no solo e à formação de palhada, estimulam o desenvolvimento de fungos e bactérias que reduzem o inóculo de patógenos, diminuindo assim a necessidade da utilização de defensivos agrícolas (Silva, 2011).

Segundo Gulart et al. (2016), a germinação dos escleródios de *S. sclerotiorum* pode ser miceliogênica (produzindo micélio) ou carpogênica (com a produção de apotécios). Os apotécios que produzem grande quantidade de cascas que liberam e ejetam no ar os ascósporos do fungo, que são disseminados pelo vento até os sítios de infecção (fonte primária de infecção). Hoje existem vários trabalhos que pesquisam o efeito de resíduos culturais de plantas cultivadas e utilização de controle biológico sobre a viabilidade de estruturas de resistência de fungos. Buscam-se estratégias de manejo, capazes de suprimir a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*. Sabe-se que este efeito é dependente da espécie de planta, do organismo utilizado e das condições climáticas. Portanto, este estudo tem como objetivo investigar os fatores ambientais e nutricionais que afetam a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* usando uma abordagem sistemática.

Estudos recentes têm mostrado que a integração lavoura-pecuária com *B. ruziziensis* pode reduzir significativamente a população de escleródios de *S. sclerotiorum* no solo, o que pode resultar em menor incidência de doenças nas culturas agrícolas subsequentes. Além disso, a presença de *B. ruziziensis* no solo pode estimular a atividade de microrganismos benéficos que são capazes de suprimir a germinação carpogênica do fungo. Outros estudos têm demonstrado que a aplicação de adubos verdes, como a aveia-preta, também pode inibir a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* no solo. A aveia-preta é capaz de produzir compostos bioquímicos que têm atividade fungicida e podem inibir a germinação de escleródios de *S. sclerotiorum*. (Gulart 2016).

A interação entre plantas, patógenos e o ambiente exerce influência no desenvolvimento de uma epidemia. Dentre eles o ambiente é um dos mais importantes, podendo impedir a ocorrência de doenças (Ethur, 2005). A germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* é influenciada por diversos fatores ambientais, como temperatura, umidade, luminosidade, pH e nutrientes do solo. A temperatura ótima para a germinação carpogênica varia entre 15 e 20°C, sendo que temperaturas acima de 25°C ou abaixo de 10°C inibem o processo (Silva, 2021).

A umidade relativa do ar deve ser superior a 80% e o solo deve estar saturado de água para que os escleródios possam absorver água e iniciar a germinação. A luminosidade também é um fator importante, pois a presença de luz inibe a germinação carpogênica, enquanto a ausência de luz favorece o processo. (Silva, 2021). O pH do solo também interfere na germinação carpogênica, sendo que valores entre 5 e 7 são os mais adequados para o desenvolvimento do fungo. Seu inóculo primário é proveniente de ascósporos, os quais germinam na presença de água livre e a disseminação secundária da doença é provocada pela infecção de planta para planta, pelo crescimento micelial entre as bases do caule ou pelo contato entre as partes aéreas de plantas infectadas com plantas saudáveis. Além disso, a

disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente nitrogênio e cálcio, também estimula a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*.(Reis, 2018)

Dessa forma, é possível inferir que as práticas agrícolas que alteram esses fatores ambientais podem afetar a germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* e, conseqüentemente, a incidência da doença nas culturas agrícolas. Por exemplo, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras do fungo, como milho, sorgo, trigo e aveia, pode reduzir a quantidade de escleródios no solo e a fonte de inóculo para as culturas subseqüentes (Agostini, 2017). A utilização de plantas de cobertura, como *Brachiaria ruziziensis*, pode formar uma camada de palha sobre o solo, que protege os escleródios da luz e da dessecação, mas também pode liberar substâncias alelopáticas que inibem a germinação carpogênica do fungo. Além disso, a integração lavoura-pecuária pode favorecer o pastejo dos animais sobre os apotécios, reduzindo a produção e a dispersão de ascósporos no ambiente. A aplicação de adubos verdes, como crotalária, mucuna e guandu, pode aumentar a matéria orgânica e a atividade biológica do solo, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos antagonistas que competem ou parasitam os escleródios de *S. sclerotiorum* (Rodrigues, 2012).

Além das práticas agrícolas sustentáveis, existem outras formas de controle da germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*, como o controle biológico e o controle químico. O controle biológico consiste no uso de agentes biológicos, como fungos, bactérias e nematóides, que podem atuar na degradação, na colonização ou na inibição dos escleródios de *S. sclerotiorum*. Alguns exemplos de agentes biológicos eficazes contra o fungo são: *Coniothyrium minitans*, *Trichoderma spp.*, *Gladiolium spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.* e *Heterorhabditis bacteriophora*. O controle químico consiste na aplicação de produtos químicos, como fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento, que podem atuar na inibição da germinação carpogênica ou na redução da viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum* (Meyer, 2022).

No entanto, o controle biológico e o controle químico apresentam algumas limitações e desvantagens, como o custo elevado, a dificuldade de aplicação, a baixa eficiência, a seletividade, a resistência, a toxicidade e o impacto ambiental. Por isso, é importante integrar esses métodos com as práticas agrícolas sustentáveis, visando um manejo integrado da doença, que seja econômico, eficaz e ecológico (Gulart,2016).

Apesar do papel das sementes como portadoras de inóculo inicial ser subestimado e modelos propostos darem ênfase ao inóculo presente no solo na forma de escleródios, estudos evidenciam que sementes contaminadas com escleródios ou infectadas pelo micélio do fungo são as principais responsáveis pela introdução e sustentação da doença no campo. A resistência do patógeno aos fungicidas é mencionada, principalmente para os fungicidas do grupo benzimidazóis (tiofanato metílico e carbendazim); propondo assim, a rotação entre as dicarboximidas e outros grupos químicos para o controle da doença. Em condições de campo os fungicidas *fluazinam* (erradicante) e *procimidone* (sistêmico) tem-se destacado no controle da doença. O uso de agentes de controle biológico, com *Trichoderma spp.*, têm sido pesquisado no Brasil, com um controle chegando a 80%, para um a sete escleródios/g de solo (Juliatti, 2015)

Por tratar-se de um fungo necrotrófico, de solo, com alta capacidade de sobrevivência na ausência de seus hospedeiros e com um variável arsenal infectivo, envolvendo diferentes e complexos mecanismos de infecção, esse patógeno é

considerado uma das mais sérias ameaças ao sistema de produção de espécies hospedeiras em diferentes circunstâncias e ambientes.(Juliatti, 2015) No Brasil, o patógeno tem sido categorizado como praga não quarentenária regulamentada em programas de produção de sementes de feijão, soja, algodão e girassol, sendo a ele atribuído nível de tolerância zero em amostras de sementes submetidas à análise em laboratório. (Machado, 2005, p.81)

A germinação carpogênica é um processo fundamental na disseminação de esporos em fungos filamentosos, permitindo que novos indivíduos sejam formados a partir de estruturas reprodutivas. Muitos fatores ambientais e moleculares influenciam a germinação carpogênica em fungos, incluindo temperatura, umidade, luz, nutrientes, concentração de oxigênio, entre outros (Araújo e Martins, 2017). O mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* é uma das doenças mais destrutivas da soja na região sul do Brasil. O patógeno pode sobreviver no solo como estruturas de repouso do tipo escleródios. (Reis, 2011).

A compreensão dos mecanismos e reguladores da germinação carpogênica em fungos é de grande importância para o desenvolvimento de estratégias de controle de doenças fúngicas e para a utilização de fungos em processos biotecnológicos. (Araújo e Martins, 2017, p.87). Segundo Goulart (2016) o estudo de integração lavoura-pecuária com *Brachiaria ruziziensis* para inibição da germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*, a presença da forrageira no sistema agrícola pode reduzir significativamente a população de escleródios do fungo no solo, mostrando-se uma estratégia eficaz para controle da doença.

A importância de se conhecer o efeito desses produtos sobre a viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* é relevante, uma vez que esse fungo é muito agressivo, apresentando várias formas de infecção. A alta eficiência desses produtos no seu ciclo biológico, com exceção do fungicida benomyl que apresentou resultados intermediários, pode influenciar na redução da densidade de inóculo no solo, inibindo a germinação miceliogênica e carpogênica dos escleródios (Costa, 2004).

3 Metodologia

O experimento foi realizado na Instituição de Ensino Unidade FACMAIS-Inhumas, no laboratório de microbiologia. Os escleródios do patógeno *S. sclerotiorum* foram disponibilizado pela Embrapa Arroz e Feijão, as coletadas das amostras de solo foram retiradas na camada 0-10 cm, em diferentes históricos de plantio, monocultura de milho solo cultivado a mais de 12 anos, vegetação nativa na mesma propriedade, integração lavoura pecuária a 9 anos, pastagem degradada a mais de 20 anos, rotação de cultura com uso do método a 15 anos Em cada histórico foram obtidas três amostras distintas.

Os escleródios foram submersos em álcool 70% por um minuto para desinfectá-los, em seguida secos em papel filtro e distribuídos em placas de Petri com meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e antibiótico Estreptomina. As placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em câmara de crescimento a 25°C e fotoperíodo de 12 horas até a germinação dos escleródios. Após a germinação, foram retirados das placas de Petri é feita uma nova desinfecção em álcool.

Foram distribuídos 15 escleródios sobre 150g solo colocados nas embalagens gerbox, para cada tipo de solo 4 repetições totalizando 20 embalagens,

Em seguida os recipientes foram tampados e incubados na BOD com temperatura de 23° C graus, com fotoperíodo de 12 horas Luz/Escuro, por 40 dias.

Figura 2. Escleródios na placa de petri.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 3. Repetições de cada tipo de solo, monocultura, pastagem degradada, integração lavoura pecuária, mata nativa e com rotação de cultura.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 4. Escleródios no recipiente.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 5. Escleródios na BOD.



Fonte: Autores, 2023.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento não obteve o resultado esperado, pois não houve formação de apotécios, a alta umidade pode ter prejudicado a germinação. Pois a umidade excessiva causa a deterioração dos escleródios.

O estudo demonstrou que certos óleos essenciais e extratos de plantas se mostraram promissores no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* in vitro. Em sua pesquisa enfatizaram a importância de estratégias de manejo integrado de pragas para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* no campo, sugeriram que mais pesquisas são necessárias para explorar o potencial de produtos naturais para controlar *Sclerotinia sclerotiorum* e outros patógenos de plantas.

Os resultados de Brandão (2008) indicam que um grande número de apotécios foi formado nas áreas onde havia o cultivo de soja (76%) e arroz (86,67%). Em contraste, apenas 8% dos escleródios de *S. sclerotiorum* desenvolveram apotécios sob vegetação nativa, e 46,67% em pastagem degradada. Isso sugere que diferentes tipos de vegetação podem ter efeitos variados na germinação e no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. Os resultados sugerem que a presença de diferentes tipos de vegetação, como soja, arroz e vegetação nativa, pode influenciar a germinação e o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. Além disso, observou uma redução da germinação carpogênica de escleródios de *S. sclerotiorum* proporcional ao período de permanência de braquiárias no solo. Isso indica que diferentes práticas de manejo, como o uso de coberturas vegetais, podem

ter um impacto significativo na germinação e no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. A eficácia das coberturas de plantas na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* pode variar dependendo de vários fatores, incluindo o tipo de planta, às condições ambientais e o período de permanência da planta no solo.

Os resultados de Görge (2010) indicam que a densidade de inóculo na área experimental foi estimada em 131,4 escleródios m⁻² antes da aplicação dos tratamentos, é considerada uniforme. A densidade de inóculo na área experimental aumentou para 147,73 escleródios m⁻² após a colheita da soja. Em relação à germinação de escleródios na superfície do solo, houve uma redução de *S. sclerotiorum* nas parcelas onde foi aplicado o sistema Santa Fé. Isso sugere que diferentes sistemas de manejo podem ter efeitos variados na germinação e no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*.

No trabalho de Monteiro (2012), é interessante notar que diferentes extratos de plantas de cobertura podem ter efeitos variados no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. Por exemplo, o extrato de *Stylosanthes* sp. conseguiu reduzir substancialmente o crescimento do patógeno na concentração de 25%. No entanto, os extratos de *C. cajan*, *P. glaucum*, *B. ruziziensis*, *P. maximum* cv. mombaça e *C. juncea* promoveram acréscimos no desenvolvimento micelial fúngico, mesmo a partir da concentração de 5%. Isso sugere que esses extratos podem conter substâncias nutritivas que estimulam o desenvolvimento microbiano. Além disso, o extrato aquoso de *Crotalaria paulina* foi encontrado para inibir o crescimento micelial de *Sclerotium cepivorum* em 67%, 53% e 27%, nas concentrações de 0,01%, 0,1% e 1%, respectivamente. Isso indica que diferentes concentrações de extratos de plantas podem ter efeitos variados no crescimento micelial de diferentes patógenos. A eficácia dos extratos de plantas na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* pode variar dependendo de vários fatores, incluindo o tipo de planta, a concentração do extrato e as condições ambientais.

Os resultados de Reis (2011) indicam que a germinação dos escleródios ocorreu em todos os substratos utilizados ao longo do tempo, com equações exponenciais significativas para os cinco substratos. No entanto, o percentual de escleródios germinados ao final de 120 dias variou entre os substratos. Areia grossa esterilizada, ágar-água e vermiculita obtiveram os melhores resultados em relação à germinação carpogênica dos escleródios, alcançando 89%, 89% e 88%, respectivamente. Água esterilizada e água + sulfato de estreptomicina apresentaram resultados um pouco inferiores, com valores de 78% e 64%, respectivamente. No entanto, os resultados sugerem que diferentes substratos podem ter efeitos variados na germinação e no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*.

Além disso, observou-se que o tempo necessário para que os escleródios atingissem um percentual superior a 50% de germinação foi menor em meio de ágar-água, necessitando apenas 30 dias, e de 40 dias para areia e vermiculita. Isso indica que diferentes substratos podem influenciar a taxa de germinação de *S. sclerotiorum*. A eficácia dos substratos na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* pode variar dependendo de vários fatores, incluindo o tipo de substrato e as condições ambientais.

Os resultados de Venturoso (2013) indicam que as coberturas com braquiária e girassol atrasaram a germinação carpogênica dos escleródios em relação aos demais tratamentos. Isso sugere que a palha de braquiária pode ter atuado como uma barreira física à germinação dos escleródios, possivelmente devido à sua maior persistência na superfície do solo, reduzindo a luminosidade sobre os escleródios.

Os resultados sugerem que diferentes coberturas de plantas podem ter

efeitos variados na germinação e no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. Por exemplo, a cobertura com braquiária atrasou a germinação dos escleródios e reduziu o número de estipes e apotécios. Isso indica que, embora a cobertura vegetal não elimine a possibilidade de ocorrência da doença, ela pode reduzir a sua severidade. Além disso, a cobertura com girassol também atrasou a germinação dos escleródios, possivelmente devido à presença de compostos secundários produzidos durante a decomposição dos restos culturais do girassol. A eficácia das coberturas de plantas na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* pode variar dependendo de vários fatores, incluindo o tipo de planta, às condições ambientais e a presença de compostos secundários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do experimento não ter apresentado resultados esperados, em outros trabalhos foi verificado a inibição da germinação em áreas de integração lavoura pecuária.

A germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*, um patógeno agrícola notável, em vários tipos de solo. No entanto, apesar dos esforços meticulosos para criar um ambiente controlado em uma câmara BOD, os resultados não foram os esperados. A ausência de apotécios sugere que o equilíbrio entre umidade e oxigênio é essencial para o desenvolvimento dessas estruturas. Além disso, a umidade excessiva pode ter afetado negativamente os escleródios, contribuindo para a falta de sucesso na germinação. Esses resultados destacam a delicadeza e a sensibilidade intrínseca do processo de germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*.

Embora os resultados não tenham sido os esperados, as descobertas contribuem para a nossa compreensão do patógeno e destacam áreas importantes para futuras pesquisas. Através de uma investigação mais aprofundada e do desenvolvimento de métodos mais eficazes para controlar as condições ambientais, podemos esperar fazer avanços significativos no manejo deste patógeno agrícola notável.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, V. P., Gavassoni, W. L., & Silva, F. P. M. Germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes condições de solo. **Summa Phytopathologica**, p.123-128, 2017.

ARAÚJO, F. E. L. de; MARTINS, M. N. P. Germinação carpogênica em fungos: mecanismos e reguladores. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 2, p. 89-96, 2017. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/6816>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Índice de plantas hospedeiras de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 39, n. 2, p. 240-242, 2017.

BRANDÃO, R. S.; PRADO, T. S.; JUNIOR, M. L. **Inibição da germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos sob integração lavoura-pecuária com *Brachiaria ruziziensis***. p.1, 2008.

CARDOSO, J. E. Mofo branco. In: SARTORATO, A.; RAVA, C. A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília, D.F.: Embrapa-SPI, 1994. p.111-122. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/doencas/mofo-branco>.

CIVARDI, E.; PERRETO, E.; CARNEIRO, L. C.; SILVEIRA, A. N.; RAGAGNIN, Vr; LOBO, M. **Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* com o Manejo de *Brachiaria ruziziensis* e Aplicação de *Trichoderma harzianum***, p.1-4, 2008. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2009-09/28171/1/circ_81.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

COSTA, G. R.; COSTA, J. L. S. Efeito da aplicação de fungicidas no solo sobre a germinação carpogênica e miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 189-193, 2006.

ETHUR, L.Z., BLUME, E., MUNIZ, M., DA SILVA, A.C.F., STEFANELO, D.R. & DA ROCHA, E.K. Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. **Fitopatologia Brasileira** 30, p.127-133. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/QsLwh38RtPrz6XV57vCDqKx/>.

GOMES, L. B. et al. Inibição da germinação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* por extratos aquosos de *Brachiaria ruziziensis*. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 1, p. 70-74, 2018.

GULART, C.; ORTIZ, S. **Germinação carpogênica de *Sclerotinia***. [S.l.], 13 out. 2016. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/germinacao-carpogenica-de-sclerotinia>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GÖRGEN, C. A. et al. **Redução do inóculo inicial de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja cultivada após uso do sistema Santa Fé**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Y5qKsRXDvvYbcxfMSMJfrHD/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

JULIATTI, F. C. et al. ***Sclerotinia sclerotiorum* e Mofo branco: Estudos básicos e aplicados**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juliatti-Cezar/publication/299484905_Sclerotinia_sclerotiorum_e_Mofo_branco_Estudos_basicos_e_aplicados/links/56faf2fc08aef6d10d9051ae/Sclerotinia-sclerotiorum-e-Mofo-branco-Estudos-basicos-e-aplicados.pdf. Acesso em: 28 nov. 2023.

LIMA, F. O. F. de. Sustentabilidade na agricultura com adubos verdes. **Campo Grande News, Campo Grande**, p.1-4, 2015. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=31667&secao=A_grotemas. Acesso em: 30 novembro de 2023.

MACHADO, J. C. et al. **Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/489541/1/Tratamentosementes.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MEYER, M. C., CAMPOS, H. D., Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Jaccoud Filho, D. de S., Venancio, W. S., Brustolin, R., Carneiro, L. C., Nunes Junior, J., Lobo Junior, M., Juliatti, F. C., Medeiros, F. H. V. de, Pizolotto, C. A., Souza, T. P. de, & Oliveira, M. C. N. de.

Experimentos cooperativos de controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja: resultados sumarizados da safra 2021/2022. Embrapa Soja, P.1-8, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1145774/experimentos-cooperativos-de-controle-biologico-de-sclerotinia-sclerotiorum-na-cultura-da-soja-resultados-sumarizados-da-safra-20212022>.

MONTEIRO, F. P. et al. **Extratos de plantas de cobertura no desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*.** Universidade Federal de Lavras, Departamento de Fitopatologia, Lavras, MG, Brasil, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/QhHWskP9mcXQdVwYjHNLywz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PORTO, A. C. M.; GWINNER, R.; MIRANDA, R. N.; LOPES, F. S.; PEREIRA, W. A.; PASQUAL, M.; SANTOS, J. B. Choice of improved phenotyping methods for bean plant reactions to white mold by non-linear model adjustments of symptom progression. **Australasian Plant Pathology**, v. 48, n. 3, p. 257-266, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330959531_Choice_of_improved_phenotyping_methods_for_bean_plant_reactions_to_white_mold_by_non-linear_model_adjustments_of_symptom_progression.

POTRIC, E. C., & Zanatta, T. P. (2022). **Disseminação do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) através das sementes.** Elevagro, 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/disseminacao-do-mofo-branco-sclerotinia-sclerotiorum-atraves-das-sementes>.

QUEIROZ, C. de A.; LOBO JUNIOR, M.; FERNANDES, C. D.; VALLE, C. B. do; JANK, L.; MALLMANN, G.; CHERMOUTH, K.; BATISTA, M. V. **Efeito de gramíneas forrageiras sobre a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* e atividade microbiana do solo.** p.2-12, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/932046/efeito-de-gramineas-forrageiras-sobre-a-germinacao-carpogenica-de-sclerotinia-sclerotiorum-e-atividade-microbiana-do-solo>.

REIS, E. M. et al. Indução da germinação carpogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 1, p. 69-74, 2011

REIS, A., Lourenço Jr., V., & Lopes, C. A. **Mofo branco em hortaliças no Brasil.** Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. p.2-8, 2018.

Rodrigues, G. S. Medeiros, R. D., Albuquerque, J. A. A. Smiderle, O. J., & Rodrigues, T. G. Manejo de *Brachiaria ruziziensis* com uso de herbicidas na cultura da soja em sistema de plantio direto no estado de Roraima. **In Anais do 46º Congresso Brasileiro de Fitopatologia** (pp. 267-267). Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2012.

SANTOS, G. C. dos. **Efeito do ambiente no progresso espacial e temporal de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura do feijoeiro.** 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Agrícolas e Naturais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Curitibanos, p. 12-32, 2021. Disponível em:

file:///C:/Users/Rafael/Downloads/PEAN0026-D%20(1).pdf. Acesso em 29 de novembro de 2023.

SILVA, F. P. M., Gavassoni, W. L., Bacchi, L. M. A., & Garcez, F. R. Germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes resíduos e extratos de plantas cultivadas. **Summa Phytopathologica**, v.37, p.131-136, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/g4zq7Cg6h3GbtsCz5QL55Xj/>.

SOYLU, E. M.; SOYLU, S. Fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*: germination carpogenic and its control. In: **Biological Control of Plant Diseases**. Springer, Cham, 2019. p. 137-151.

WU, B. M.; SUBBARAO, K. V.; XU, X. M. Visão da biologia e patogenicidade de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revisões de microbiologia e biologia molecular**, v. 81, n. 3, e00010-17, 2017.

VELOSO, J. G. et al. Controle biológico da podridão branca causada por *Sclerotinia sclerotiorum* em plantas de feijão com o uso de *Brachiaria ruziziensis*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 39, n. 3, p. 349-355, 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.

VENTUROSOSO, L. R. et al. Produção de soja e germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes coberturas de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 615-626, 2013.