

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
CAMPUS IBIRUBÁ

Tratamento de sementes de soja visando controle de *Sclerotinia sclerotiorum*
(Projeto do trabalho de conclusão do curso)

Pedro Henrique Gatti

Ibirubá– RS, 2022

Pedro Henrique Gatti

Tratamento de sementes de soja visando controle de *Sclerotinia sclerotiorum*
(Projeto do trabalho de conclusão do curso)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, como requisito parcial para aprovação no componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Daniela Batista dos Santos

Ibirubá, RS, 2022

AGRADECIMENTOS

A minha família, por me apoiarem nos momentos mais difíceis desta jornada acadêmica, sendo a base para esta conquista.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, pelo suporte com laboratórios e materiais utilizados para condução do trabalho.

À minha orientadora, Professora Daniela Batista dos Santos por toda a compreensão, ajuda e conhecimentos repassados durante este período.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Biologia e do Laboratório de Fitossanic IFRS, -Campus Ibirubá, pelo auxílio durante a condução do trabalho.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
CAMPUS IBIRUBÁ

Tratamento de sementes de soja visando controle de *Sclerotinia sclerotiorum*

Elaborado por
Pedro Henrique Gatti

Como requisito parcial para aprovação na disciplina
de Trabalho de conclusão de curso.

Banca Examinadora:

Eng. Agrônomo Tiago Rocha

Eng. Agrônomo Andrei Bandera

Ibirubá, 19 de agosto de 2022.

“Escreva algo que valha a pena ler, ou faça algo que
valha a pena escrever”.

Benjamin Franklin

RESUMO

Tratamento de sementes de soja visando controle de *Sclerotinia sclerotiorum*

Pedro Henrique Gatti

Orientadora: Daniela Batista dos Santos

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal de mofo-branco na cultura da soja, encontra-se distribuído em todo território brasileiro atingindo cerca de 10 milhões de hectares. Sementes infectadas por micélio dormente estão entre as causas do aumento da área infestada. Assim, a prática de tratamento de semente é uma alternativa para minimizar a sua disseminação. Dada a escassez de informações sobre o tema, este estudo objetivou verificar o efeito de fungicidas de diferentes princípios ativos sobre a viabilidade do patógeno, bem como a possibilidade de formação de escleródios em substrato, e sobre o poder germinativo da semente. Para isso, escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* foram repicados e cultivados em meio BDA para a obtenção de colônias puras, nas quais 50 sementes de soja por placa de Petri foram mantidas por 24 h para que ocorresse a infecção externa das sementes. Após, as sementes foram submetidas ao tratamento de sementes com 6 fungicidas, a saber: Carbendazim, Carboxin + Thiram, Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-m, Tiodicarbe + Imidacloprido. Foram acrescentados ao estudo, a condição de sementes sem infecção de *Sclerotinia sclerotiorum* e sementes infectadas com *Sclerotinia sclerotiorum* e sem tratamento de sementes. A porcentagem germinação das sementes foi determinada aos 6, 15 e 30 dias após o tratamento de sementes, com 4 repetições de cada unidade experimental, através do teste de germinação com uso de papel para geminação e acondicionamento em incubadora BOD a 25°C. Aos 6 dias após o tratamento de sementes, houve a semeadura em vasos plásticos com areia esterilizada, os quais foram acondicionados em incubadora BOD a 25 °C, com um fotoperíodo de 12 horas luz, no 15º dia foi feita a massa seca da parte aérea das plantas e mantidos por 38 dias, até que as unidades experimentais foram destruídas e a areia peneirada visando quantificar os escleródios formados no substrato. O modelo experimental utilizado foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado), onde os resultados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando significativo, as médias das variáveis quantitativas foram submetidas à análise de regressão e as médias das variáveis qualitativas submetidas ao teste de Tukey ou Scott Knott ($p < 0,05$). A presença do patógeno afetou a germinação das sementes de soja. Nenhum dos tratamentos estudados foi capaz de erradicar o fungo, pois em todos os tratamentos houve produção de escleródio no substrato. O tratamento com carbendazin foi o mais eficiente, sendo capaz de evitar, até o 15º dia de armazenamento das sementes tratadas, a queda da germinação das sementes armazenadas e diminuir a incidência do patógeno nas sementes germinadas. Ainda, esse tratamento apresentou maior matéria seca de planta e sem diferir de Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-m, foram os tratamentos que resultaram em menor produção de escleródios no substrato.

Palavras-Chave: Germinação, Escleródio, fungicida.

ABSTRACT

Tratamento de sementes de soja visando controle de *Sclerotinia sclerotiorum*

Pedro Henrique Gatti

Advisor: Daniela Batista dos Santos

The fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, the causal agent of white mold in soybean, is distributed throughout the Brazilian territory, reaching about 10 million hectares. Seeds infected by dormant mycelium are among the causes of the increase in the infested area. Thus, the practice of seed treatment is an alternative to minimize its spread. Given the scarcity of information on the subject, this study aimed to verify the effect of fungicides with different active principles on the viability of the pathogen, as well as the possibility of sclerotia formation in substrate, and on the germination power of the seed. For this, sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* were subcultured and cultured in PDA medium to obtain pure colonies, in which 50 soybean seeds per Petri dish were kept for 24 h for external infection of the seeds to occur. Afterwards, the seeds were submitted to seed treatment with 6 fungicides, namely: germination during stored period, incidence of *S. sclerotiorum*, and dry mass, in the amount of sclerotides per pot the best results were also Carbendazim and Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-m, but at no time were they enough to eradicate the disease from the units. The condition of seeds without *Sclerotinia sclerotiorum* infection and seeds infected with *Sclerotinia sclerotiorum* and without seed treatment were added to the study. The germination percentage of the seeds was determined at 5, 15 and 30 days after seed treatment, with 4 replications of each experimental unit, through the germination test using paper for twinning and conditioning in a BOD incubator at 25°C. At 6 days after seed treatment, there was sowing in plastic pots with sterilized sand, which were placed in a BOD incubator at 25 °C, with a photoperiod of 12 hours light, on the 15th day the dry mass of the aerial part was made. of the plants and kept for 38 days, until the experimental units were destroyed and the sand sieved in order to quantify the sclerotia formed in the substrate. The experimental model used was the IHD (completely randomized design), where the results were submitted to variance analysis by the F test ($p < 0.05$) and when significant, the means of quantitative variables were submitted to regression analysis and the means of qualitative variables submitted to the Tukey or Scott Knott test ($p < 0.05$). The presence of the pathogen affected soybean seed germination. None of the treatments studied was able to eradicate the fungus, because in all treatments there was sclerotia production in the substrate. The treatment with carbendazim was the most efficient, being able to avoid, until the 15th day of storage of the treated seeds, the fall in the germination of stored seeds and decrease the incidence of the pathogen in the germinated seeds. Furthermore, this treatment showed higher dry matter of the plant and without differing from Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-m, were the treatments that resulted in lower production of sclerotides in the substrate.

Keywords: Seeds, Treatment, *Sclerotinia sclerotiorum*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Micélio de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	17
Figura 2: Escleródios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (A).....	18
Figura 3: Germinação carpogênica, após formação dos estipes (A), no ápice tem-se a formação dos apotécios (B) que formam os ascósporos, os quais quando maduros são liberados (C), formando a nuvem de ascósporos.....	19
Figura 4: Monociclo do mofo-branco em soja	20
Figura 5: Fluxograma de imagens que demonstram o passo a passo para desenvolvimento do experimento.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no presente estudo.....	28
Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes de soja infectadas artificialmente com <i>S. sclerotiorum</i> , após 6, 15 e 30 dias de tratamento de sementes com diferentes fungicidas.	32
Tabela 3 - Incidência de <i>S. sclerotiorum</i> (%) em sementes de soja infectadas artificialmente com <i>S. sclerotiorum</i> , após 6, 15 e 30 dias de tratamento de sementes com diferentes fungicidas	34

LISTA DE ABREVIATURAS

BDA - Ágar batata dextrose

BOD - Biochemical Oxygen Demand

DIC - Delineamento inteiramente casualizado

S. sclerotiorum - *Sclerotinia sclerotiorum*

I.A. - Ingrediente ativo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Soja (<i>Glycine max</i>)	16
2.2 Mofo Branco - Etiologia	17
2.2.1 Micélio e escleródios	17
2.2.2.1 Germinação do Escleródio: Miceliogênica e Carpogênica	19
2.2.4 Apotécios, ascas e ascósporos	19
2.3 Infecção do patógeno em plantas de soja	20
2.4 Estratégia de controle da doença	22
2.5 Tratamento de semente com fungicidas contra o mofo-branco	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Isolamento de patógeno e infecção artificial das sementes	26
3.2 Tratamento de sementes	27
3.3 Avaliações	28
3.3.1 Teste de germinação em germitest e incidência de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	28
3.3.2 Semeadura em areia esterilizada e contagem de escleródios	29
3.4 Modelo experimental e tratamento	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 Incidência de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em sementes de soja tratadas com fungicidas ao longo do tempo de armazenamento e seu efeito sobre a germinação	31
4.2 Semeadura em areia esterilizada: massa seca de plantas de soja e número de escleródios encontrados	36
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Entre as doenças que infectam a cultura da soja e apresentam elevado potencial de danos e perdas, destaca-se o mofo-branco causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, que pode reduzir a produtividade da soja em até 70% (REIS, ZANATTA, REIS, 2019). Ao longo dos anos tem sido cada vez mais relatado o aumento da incidência e severidade da doença. Em 2018, Meyer (2008) mencionou a estimasse que cerca de 28% das áreas de produção de soja brasileira estivessem infestadas pelo mofo-branco, sem considerar a disseminação do patógeno e apenas multiplicando essa porcentagem à área brasileira semeada com soja, pode-se afirmar, que no mínimo, 17 milhões de ha na safra 2022/2023 possam ser afetados.

Este aumento de incidência e severidade da doença tem relação direta com o ciclo da relação entre patógenos e hospedeiro e deve-se a diversos fatores: como o uso de sementes infectadas produzidas por lavouras infestadas; ausência de rotação de culturas; sucessão de culturas na qual há o cultivo de espécies suscetíveis; uso de cultivares com alta densidade de plantas e alta densidade foliar, tornando o ambiente favorável a doença. Salienta-se que o uso e comercialização de sementes infectadas tem sido apontada como causa do avanço da doença para novas áreas (REIS, ZANATTA, REIS, 2019).

Quanto à disseminação do patógeno via semente, essa irá ocorrer em função da localização do micélio do fungo na semente (se no embrião, tecido de reserva ou tegumento) além da dependência de outros fatores extrínsecos (ambientais) e intrínsecos (idade da planta em que ocorreu a infecção, tempo de infecção, entre outros).

Dessas associações dependerá o impacto sobre a germinação das sementes, o desenvolvimento de plântulas e a fonte de inóculo para novas áreas. Reis et al. (2019) citam que a transmissibilidade de *S. sclerotiorum* é inferior a 1%, no entanto, estudos como o de Ballaris (2014) menciona que esses valores são discutíveis, tanto que se propôs a estudar métodos laboratoriais eficientes na detecção de micélio em sementes, de modo a prevenir a infestação de áreas isentas ou, ainda, elevação do potencial de inóculo nos solos onde a cultura já é cultivada, evitando, assim, possíveis epidemias. Brustolin (2012) verificou em seu estudo que as sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* não germinaram, mas foram fonte de inóculo da doença, onde cada semente infectada foi capaz de formar 3,07 escleródios no solo em condições controladas.

Dado o panorama de disseminação do patógeno via sementes e a insensibilidade do fungo a alguns grupos químicos de fungicidas, o tratamento de semente, que é

caracterizado por ser um método de alta eficiência e com um baixo custo, pode ser uma alternativa para a erradicação do fungo e controle do mofo branco (CAMARGO, 2013). Segundo Julio (2019), o tratamento de sementes com fungicida auxilia na “ausência de propágulos viáveis da doença na superfície das sementes e, quando este é sistêmico, protege a plântula nos seus estádios iniciais”; ele cita que os produtos registrados para o tratamento são os princípios ativos tiofanato metílico (350 g.L^{-1}) + fluazinam ($52,5 \text{ g.L}^{-1}$).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar fungicidas para o tratamento de sementes de soja artificialmente infectadas com *S. sclerotiorum*, visando elencar os que possuem eficiência no controle da doença, seja na manutenção da germinação das sementes quanto na diminuição da disseminação do fungo em substrato.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja (*Glycine max*)

A sojicultura é umas das principais atividades agrícolas em nível mundial com uma produção de 363,19 milhões de toneladas em uma área de 127,93 milhões de hectares (USDA, 2021). Para o Brasil, a cultura é extremamente importante para a economia do País, dado que em 2021 o Brasil foi o maior produtor com 135.540.3 milhões de toneladas em uma área de 41,9 milhões ha, estando a frente dos Estados Unidos (CONAB, 2021), fato que se deve à elevada competência tecnológica do País.

O Rio Grande do Sul, na safra 20/21, possuía uma área semeada com a cultura de cerca de 6.358,0 milhões ha de soja, com uma produção de aproximadamente 9.111 milhões toneladas. Convém destacar que essa produção foi extremamente baixa quando em comparação à safra anterior, devido à estiagem que afetou o Estado, que mesmo com essa situação mantem-se entre os maiores produtores do País (CONAB, 2022).

Levando em consideração a situação atual, na qual vivencia-se um cenário de pós-pandêmico, com guerra civil em outros países, crise econômica, tensões políticas e uma busca por proteína alimentar (humana e animal) de baixo custo, vê-se o estado do Rio Grande do Sul com grande potencial de se sobressair, sendo o grande produtor de soja que abastece o País inteiro. A demanda mundial pela cultura de soja é crescente, logo, para supri-la é essencial manejar a cultura para obter altos rendimentos.

Contudo, anualmente a produção da soja no Brasil é ameaçada por fatores abióticos e bióticos. A exemplo do fenômeno climático *Lá Niña*, que causa efeitos no clima de todo o país, e ocasionou perdas na cultura de soja, no RS, em mais de 50% (PIVA; MATTOS, 2022).

Quanto aos fatores bióticos, as doenças fúngicas se classificam como as que causam maiores danos e perdas. Entre elas, o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo-branco, têm se destacado pois a infecção pode reduzir a produtividade da soja em até 70% (REIS, ZANATTA, REIS, 2019). Dentre os 40.950,60 milhões de hectares cultivados estima-se que cerca de 28% da produção esteja infestada pelo patógeno, coincidindo com cerca de mais de 11 milhões de hectares (MEYER, 2018).

2.2 Mofo Branco - Etiologia

O mofo-branco é causado por um fungo de classe dos Ascomicetos, subdivisão Ascomicotina, subclasse Discomicetos ordem Helotiales, família Sclerotiniaceae e gênero e espécie *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, descrito por Libert em 1837 (ALEXOPOULOS et al., 1996; apud BOLTON et al., 2006). A subdivisão Ascomycotina inclui fungos cuja característica é a formação de esporos sexuais, os ascósporos, dentro da asca (ALEXOPOULOS et al., 1996). Sendo ele um fungo necrótico, ou seja, o fungo provoca morte dos tecidos vegetais (LEITE, 2005) e o patógeno já infecta cerca de 400 espécies de plantas (PURDY 1979).

O fungo possui algumas estruturas características, as quais serão melhor descritas abaixo. De maneira geral, sua estrutura se divide num talo assimilativo (hifas que formam um micélio), responsáveis por extrair nutrientes das plantas, e num talo reprodutivo (esporos), responsáveis pela disseminação do inóculo. Se tratando de *Sclerotinia sclerotiorum*, o fungo apresenta uma hifa modificada, chamada de escleródio, que também pode ter a função de sobrevivência e disseminação do inóculo.

2.2.1 Micélio e escleródios

O micélio constitui o talo assimilativo do fungo, é composto por um conjunto de hifas septadas com células multinucleadas, como pode ser visualizado na (Figura 1).

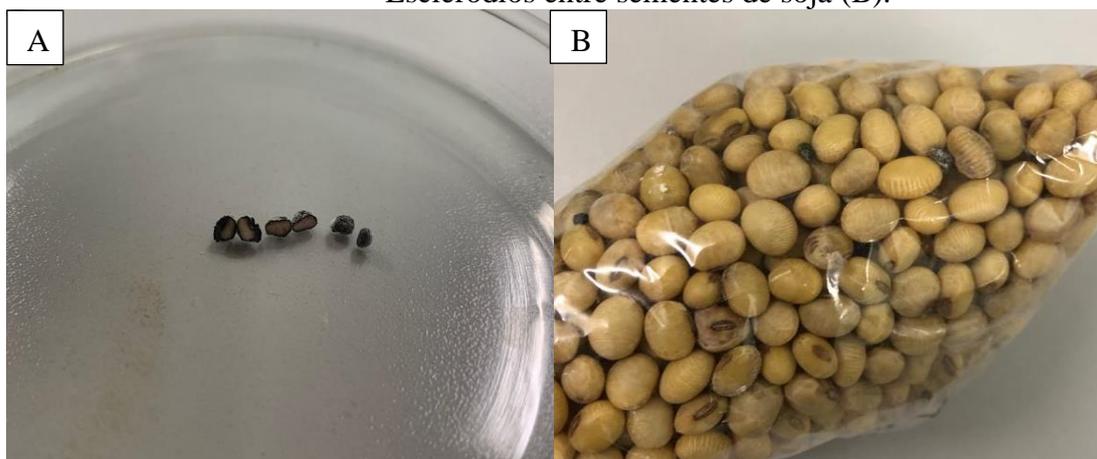
Figura 1: Micélio de *Sclerotinia sclerotiorum*.



Fonte: Gatti, 2022.

O micélio pode permanecer viável em flores colonizadas por até 144 horas, na ausência de condições ambientais, retomando o desenvolvimento quando aquelas condições retornarem (HARIKRISHAN, DEL RÍO, 2006). Normalmente o fungo coloniza primeiramente o material vegetal morto, como pétalas senescentes e folhas danificadas utilizando-as como fonte nutritiva. Assim, retiram os nutrientes necessários para seu crescimento saprofítico e posterior penetração nos tecidos saudáveis.

Figura 2: Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (A)
Escleródios entre sementes de soja (B).



Fonte: Gatti, 2022.

Os escleródios (Figura 2) são as estruturas mais marcantes para identificação do patógeno, sendo compostos por massas de hifas, de consistência firme, com formato cilíndrico que desempenha um papel muito importante na sobrevivência do fungo durante o período de entressafra (Figura 2B). A formação do escleródio é produzida após o micélio desenvolvido encontrar um ambiente de limitação nutricional (CHRISTIAS; LOCKWOOD, 1973).

A estrutura dos escleródios é formada por 3 partes: i) uma parede grossa externa rica em melanina, responsável pela resistência a condições adversas do solo; ii) o córtex e iii) a medula branca, o micélio dormente do fungo (Figura 2A) (REIS, ZANATTA, REIS, 2019).

Segundo Reis; Zanatta; Reis (2019) as formas de escleródios podem variar. Na soja os formados na medula das hastes são cilíndricos com 0,5 a 2,0 cm de comprimento, os formados na superfície da haste são geralmente globosos e os no interior das vagens entre as sementes achatados em forma de meia-lua ou x.

Cerca de 90% do tempo de duração do ciclo do fungo é na forma de escleródios (ADAMS; AYRES, 1979). Segundo Nelson (1988), a longevidade se dá pela constituição física dura à presença de uma proteção exterior formada por melanina, altamente resistente à degradação microbiana. Estudos feitos por diversos autores apontam que a longevidade dos escleródios pode variar de 12 meses à 8 anos (REIS, ZANATTA, REIS, 2019). Gørgen et al. (2009) relataram até 136 escleródios por metro quadrado de solo em uma camada de 5 cm de espessura.

2.2.2.1 Germinação do Escleródio: Miceliogênica e Carpogênica

Da germinação dos escleródios pode ocorrer duas fases distintas do patógeno: i) um referente à germinação miceliogênica e ii) outro referente à germinação carpogênica.

A germinação miceliogênica é caracterizada pelo crescimento de hifas a partir dos escleródios, onde hifas crescem formando micélio, podendo originar novos escleródios ou infectar plântulas ou causar podridão no caule de plantas adultas. (alta umidade e temperaturas entre 18°C e 25°C (REIS, ZANATTA, REIS, 2019)

A germinação carpogênica começa com a hidratação que leva ao desenvolvimento ativo do fungo, onde células crescem formando primórdios que rompem a casca do escleródio e continuam o crescimento formando estipes (Figura 3 (A)) (REIS, ZANATTA, REIS, 2019). (alta umidade e temperaturas em torno de 15°C a 20°C) (REIS, ZANATTA, REIS, 2019),

Figura 3: Germinação carpogênica, após formação dos estipes (A), no ápice tem-se a formação dos apotécios (B) que formam os ascósporos, os quais quando maduros são liberados (C), formando a nuvem de ascósporos.



Fonte: Erlei M. Reis (A e B), Pethybridge et al., 2015 (C).

2.2.4 Apotécios, ascas e ascósporos

No ápice dos estipes estão inseridos os apotécios (Figura 3 (B)), que é um corpo de frutificação do fungo em forma de taça, apresenta diâmetro de 2-10 mm. Cada escleródio pode produzir até 33 apotécios (REIS, ZANATTA, REIS, 2019).

As ascas são cilíndricas e estão presentes sobre os apotécios. Em cada uma são produzidos oito ascósporos (BOLTON et al., 2006), que quando maduros ficam expostas ao ar e liberam os ascósporos (Figura 3 (C)). Logo, os ascósporos são os esporos assexuais presentes nas ascas, são unicelulares.

Segundo Clarkson (2003) um apotécio pode produzir $7,6 \times 10^5$ ascósporos em vinte dias ou 1600 ascósporos por apotécio por dia. Steadman (1983) diz que a distância de deslocamento dos esporos pode ser de até 100 m. Logo, estratégias que visam reduzir a densidade de escleródios no solo são buscadas (REIS, ZANATTA, REIS, 2019).

2.3 Infecção do patógeno em plantas de soja

Para a cultura da soja, a fase crítica para a infecção pelo fungo ocorre no estágio fenológico de pleno florescimento (R2) até o início da formação das vagens (R3/R4), de acordo com a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977).

O fungo ocorre em monociclo na cultura, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Monociclo do mofo-branco em soja



Fonte: Brustolin, 2015.

O fungo por meio de estruturas miceliais, dormente e resistente a dessecação, compacta e escura, denominado escleródio, pode sobreviver por mais 5 anos (STEADMAN, 1983). Quando os escleródios estão na camada superficial do solo, podem germinar após 10 a 14 dias formando estruturas chamadas apotécios (ABAWI; GROGAN, 1975), essas estruturas produzem e liberam os ascósporos que podem atingir as flores da soja (STEADMAN, 1983). O tecido vegetal acaba servindo como nutrição ao patógeno, que se desenvolve formando micélio e, a partir do micélio que desenvolveu na planta, forma novamente os escleródios.

A *S. sclerotiorum* pode ser disseminado por três diferentes formas, todas muito importantes no ciclo das relações patógeno-hospedeiro: i) por meio de escleródios (modificações de hifas que formam estruturas de sobrevivência do fungo) presentes no solo; ii) através da produção dos ascósporos produzidos em corpos de frutificação (apotécios) após germinação carpogênica dos escleródios e que são disseminados pelo vento; iii) e através de sementes infectadas pelo micélio. Sementes infectadas (com presença de escleródios e por micélio) são apontadas como o principal motivo para a disseminação da doença a longas distâncias e, conseqüentemente, infecção e colonização de novas áreas.

O fungo pode permanecer viável na semente por até 8 meses (cujo tempo é normalmente o período entre safras da cultura), assim após o contato das sementes infectadas com o solo algumas sementes podem germinar e também serem fonte de inóculo para a germinação miceliogênica do fungo, e, portanto, formarem os escleródios, que podem ficar cerca de 90% de seu ciclo de vida como escleródios dormentes (REIS, ZANATTA, REIS, 2019). Quando as condições ambientais foram favoráveis à geminação carpogênica os escleródios germinam, produzem ascósporos capazes de infectar a planta; quando as condições forem favoráveis à germinação miceliogênica, há crescimento de micélio e formação de novos escleródios.

Em razão ao potencial de disseminação do fungo, principalmente via escleródios presente nos lotes de sementes, foi proposto pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, na Portaria n° 47, de 26 de fevereiro de 2009, o padrão zero para *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de feijão, soja e girassol (BRASIL, 2009). Silva et al. (2008), ao observar a formação de escleródios em sementes de feijão recomendaram que o lote não fosse utilizado, justificando que a ocorrência de apenas uma semente infectada na amostra já seria preocupante, pois pode haver produção de “n” escleródios, e estes, por sua vez, originarem numerosos corpos de frutificação do fungo (apotécios), que

podem liberar uma nuvem de esporos infectantes em poucos dias, da ordem de 2.000.000 de ascósporos com possibilidade de iniciar o processo infeccioso (STEADMAN, 1983).

Quanto à disseminação do patógeno via semente, essa irá ocorrer em função da localização do micélio do fungo na semente (se no embrião, tecido de reserva ou tegumento), além da dependência de outros fatores extrínsecos (ambientais) e intrínsecos (idade da planta em que ocorreu a infecção, tempo de infecção). Dessas associações dependerá o impacto sobre a germinação das sementes, o desenvolvimento de plântulas e a fonte de inóculo para novas áreas. Reis, Zanatta, Reis (2019) cita que a transmissibilidade de *S. sclerotiorum* é inferior a 2%, no entanto, estudos como o de Ballaris (2014) menciona que esses valores ainda são discutíveis, tanto que se propôs a estudar métodos laboratoriais eficientes nessa detecção, de modo a prevenir a infecção de áreas isentas ou, ainda, elevação do potencial de inóculo nos solos onde a cultura já é cultivada, evitando, assim, possíveis epidemias. Brustolin (2012) verificou em seu estudo que as sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* não germinaram, mas foram fonte de inóculo da doença, onde cada semente infectada foi capaz de formar 3,07 escleródios no solo em condições controladas.

Soma-se a essas características do patógeno, às práticas de manejo adotadas em áreas agrícolas, como: ausência de rotação de culturas, adensamento de plantas, expansão da área agrícola cultivada com soja e adaptação de cultivares para regiões de maior altitude e clima mais ameno (preferencial para desenvolvimento da doença), uso de sementes salva nas propriedades, busca por redução dos custos agrícolas. Decisões que impactam e favorecem o estabelecimento do mofo-branco.

Nesse sentido, o tratamento de semente, que é caracterizado por ser um método de alta eficiência e com um baixo custo, pode ser uma alternativa para a erradicação do fungo e controle do mofo branco (CAMARGO, 2013).

2.4 Estratégia de controle da doença

Além do tratamento de semente como um dos métodos de controle na pré-semeadura da soja, estudos tem apontado que a manutenção de um bom quantitativo de resíduo vegetal sobre a superfície funciona como uma barreira física que impede a entrada de luz direta sobre os apotécios, dificultando assim sua formação e a liberação dos esporos do fungo no ar. Julio (2016) mencionam que a manutenção da cobertura vegetal pode inibir a formação de apotécios no solo em até 90%. Ferraz et al. (1999) e Reis et al. (2011)

relatam que a redução da incidência de mofo-branco é obtido com a implantação de lavouras sobre palhada de braquiária, com obrigatoriedade de rotação de culturas e presença de matéria seca superior a 7 t/ha na superfície do solo.

Outra série de fatores utilizados na semeadura podem se configurar como estratégia para o manejo. Iniciando pela escolha de cultivares de soja com plantas de arquitetura mais ereta, mais resistentes ao acamamento e características genéticas que vão ajudar a reduzir a incidência da doença. Cultivares precoces, em razão do período de floração reduzido, podem ficar menos tempo susceptível à doença. Aliando época de floração e arquitetura de plantas, em áreas que já possuem algum histórico de mofo-branco, é importante trabalhar com uma população menor que 25 plantas por m² e espaçamento entre linhas maior que 0,5 m, visando reduzir a duração do molhamento dos órgãos suscetíveis, e conseqüentemente, a probabilidade de infecção (BLAD et al., 1978; BOLAND; HALL, 1988).

Segundo Leite (2005) é importante fazer a rotação de cultura em área que já possuem algum histórico de mofo-branco. A sucessão, rotação e a monocultura (soja) de espécies vegetais de folhas largas na mesma lavoura, como canola, ervilha, ervilhaca, feijoeiro, girassol, nabo-forrageiro entre outras, contribuem para o aumento do banco de escleródios no solo (SCHWARTZ; STEADMAN, 1978), sendo assim importante utilizar culturas não susceptíveis, como o milho, sorgo e milheto (GRACIA-GARZA et al., 2002).

Para fim dos métodos de controle tem-se as opções com controles biológicos e químicos. Segundo Andréia Provedi da equipe Mais Soja (2019) o controle biológico com *Trichoderma harzianum* vem se destacando como um manejo muito eficiente podendo reduzir em 62,5% os escleródios viáveis no solo, assim também pode promover um crescimento da planta, desenvolvimento de raízes laterais, além da solubilização de nutrientes e tolerância a estresses abióticos. Estudos comprovam que *Trichoderma* atua com forma antagônica sobre os patógenos por meio de parasitismo, competindo por espaço, luz, água, nutrientes e oxigênio com os fitopatógenos. A aplicação de produtos à base de *Trichoderma* pode ser realizada na semente, no solo, na parte aérea e em resíduos culturais.

De acordo com Meyer (2019), o controle químico do mofo-branco soma-se às outras medidas para o manejo da doença. O autor ressalta que os fungicidas estão distribuídos em diferentes grupos relacionados ao modo de ação sobre *S. sclerotiorum*, possibilitando racionalizá-los de forma que exerça menor pressão de seleção sobre o patógeno, preservando a eficiência das moléculas por maior tempo possível. Segundo

Reis, Zanatta, Reis (2019) a aplicação dos fungicidas deve ser feito preventivamente em lavouras com situação de risco, ou seja, quando a lavoura estiver em início de floração e com comprovada presença de apotécios. Os mesmos autores recomendam o posicionamento temporal da pulverização entre início da floração até a queda das primeiras flores. Meyer et al. (2020), em estudo, observou que os melhores níveis de controles obtidos baseados na redução da incidência do mofo branco foram nos tratamentos com dimoxistrobina & boscalida.

De acordo AGROFIT (2022) site do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento, os ingredientes ativos registrados para controle do mofo branco na cultura da soja são: fluazinan, tiofanato-metílico, carbendazim, cloreto de benzalcônio, ciprodinil, protioconazol, fenpirazamina, procimidona, isofetamina, lufenurom, picoxistrobina, iprodiona, boscalida, dimoxistrobin, fluopyram, carboxina e tiram.

2.5 Tratamento de semente com fungicidas contra o mofo-branco

Além das aplicações de fungicidas preventivas nas partes aéreas das plantas, é possível elencar como uma opção de manejo para o, mofo-branco, o tratamento de sementes com fungicidas. Tal técnica possui um baixo custo e um bom efeito sobre a manutenção da produtividade das culturas (MENTEN et al., 2005).

Outra contribuição do tratamento de sementes é o auxílio no controle de patógenos necrotróficos, que ficam nos solos e causadores de manchas foliares, e fungos de armazenamento. O tratamento de sementes protege-as durante o processo de germinação (MENTEN, 2010).

Segundo informações do site AGROFIT, dentre os 62 fungicidas registrados apenas 4 são registrados para o tratamento de sementes visando o controle do mofo branco na cultura da soja, são eles: tiofanato metílico (benzimidazol) + fluazinam (fenilpiridinilamina), carbendazim (benzimidazol) , fludioxonil (fenilpirrol) + metalaxil-M (acilalaninato) + tiabendazol (benzimidazol), carboxina (carboxanilida) + tiram (dimetilditiocarbamato).

O artigo sobre a eficiência de fungicidas no controle de mofo-branco da soja publicada por Meyer (2020), na revista Embrapa, cita que esse controle químico é feito através de pulverização no início da floração de vagens, e também com o tratamento de sementes com os corretos fungicidas. Os autores desse respectivo trabalho observaram que a incidência média de mofo-branco no tratamento sem aplicação de fungicidas (T1)

foi de 54,1%, ao passo que os 9 fungicidas testados no estudo apresentaram controle da doença em mais de 65%. Os melhores níveis de controle químico, baseados na redução da incidência de mofo-branco foram observados nos tratamentos com os princípios ativos dimoxistrobina & boscalida; dimoxistrobina & boscalida + carbendazim; procimidona + carbendazim / fluazinam + carbendazim; fluazinam; fluazinam & tiofanato metílico; e fluazinam + carbendazim, com percentuais de controle variando de 73% a 78%.

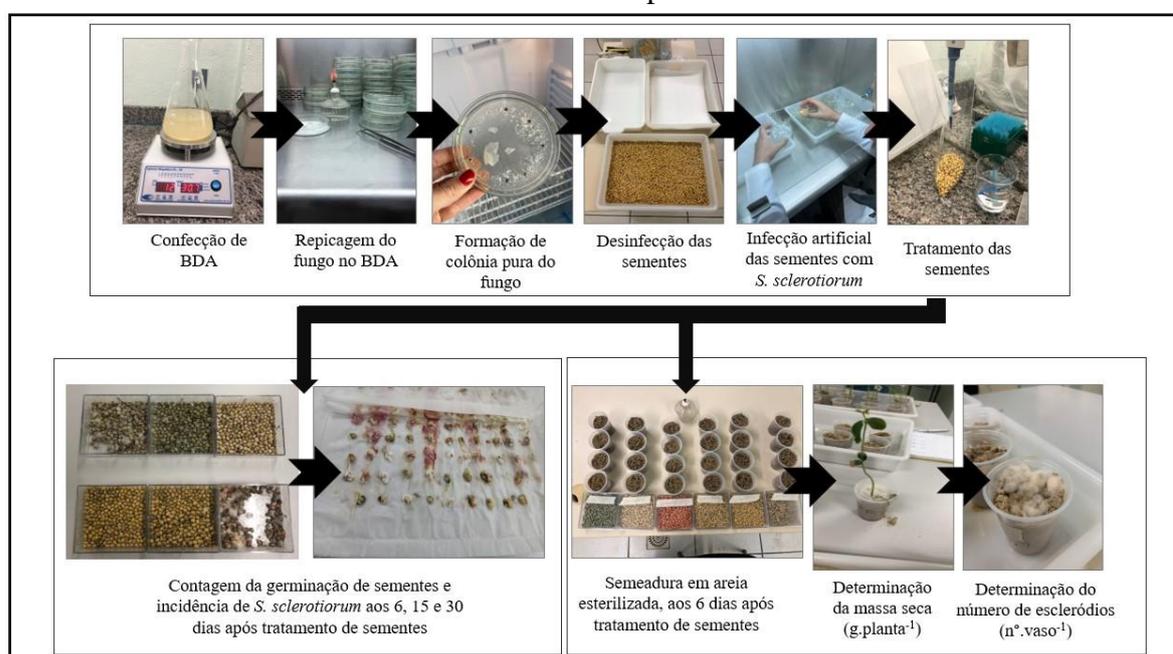
No estudo realizado por Camargo (2013) foram utilizados fungicidas com ingredientes ativos que são registrados para esse tipo de tratamento de semente na cultura de soja, e também aconselhados para o controle de mofo branco, assim sendo, os fungicidas indicados pelos autores são: fluazinam, tiabendazol, piraclostrobina, metalaxil-M, captana, carbendazim, difenoconazol, fludioxonil, fluquinconazol, flutriafol, tiofanato metílico, tiram e procimidona. Para Camargo (2013), todos os fungicidas que foram utilizados nos testes, de alguma forma foram capazes de reduzir o crescimento de *S. Sclerotiorum* em ao menos 60%, e houve uma redução de escleródios em 45%.

Já Batista (2014) observou que na testemunha onde não teve tratamento com fungicida ocorreu uma infestação de mofo branco em 93% de sementes. Enquanto que os tratamentos Fluazinam + Tiofanato Metílico 180; Fluazinam + Tiofanato Metílico 200; Fludioxonil+Metalaxyl-M; Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil; e Carbendazin+Thiram, a redução de infestação foi em 79,5%, 78%, 80%, 45% e 79,5%, respectivamente. A partir dos dados, o autor conclui que todos os tratamentos aplicados apresentaram eficiência no controle do fungo, e o mais indicado e recomendado seria Fluazinam + Tiofanato Metílico doses de 180 e 200mL, Fludioxonil + Metalaxyl-M e Carbendazin + Thiram.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento começou a ser realizado no mês de maio de 2022 e foi conduzido no Laboratório de Biologia e no Laboratório de Fitossanidade do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá. Para melhor ilustrar as etapas que compuseram o estudo, as quais serão melhor descritas na sequência, foi elaborado o fluxograma abaixo.

Figura 5: Fluxograma de imagens que demonstram o passo a passo para desenvolvimento do experimento.



Fonte: Gatti, 2022.

3.1 Isolamento de patógeno e infecção artificial das sementes

A primeira etapa do estudo foi propagar os isolados do patógeno, que foram obtidos a partir de escleródios contidos em uma amostra vegetal de nabo proveniente do município de Ibirubá.

Confeccionou-se meio de cultura do tipo BDA, o qual, em condições assépticas e em câmara de fluxo laminar, foi vertido em placas de Petri. Nesse mesmo dia, sob as mesmas condições assépticas, os escleródios foram depositados sobre o meio de cultura BDA e as placas de Petri foram acondicionadas em incubadora do tipo BOD ajustada para 20 graus Célsius e um fotoperíodo de 12 horas luz (ambiente adequado para germinação

miceliogênica). Após uma semana, as placas de Petri que continham indícios de contaminação foram descartadas. E as demais, foram submetidas a técnica de repicagem visando multiplicar as placas de Petri com colônias puras do fungo.

Quando o crescimento micelial dos fungos alcançaram toda a área das placas de Petri, iniciou-se a organização para a contaminação artificial das sementes.

As sementes de soja utilizadas no estudo foram a cultivar Brasmax Zeus, do grupo de maturação 5.5, oriunda de produtor rural, geração S1, com 81% de germinação (sendo que o mínimo de porcentagem de germinação tolerado para comercialização é de 80% de acordo com MAPA, 2013). Em 10 de junho de 2022 procedeu-se a desinfecção das sementes. Para tal, as sementes foram dispostas numa bacia plástica juntamente com uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, por dois minutos. Após, verteu-se a solução de hipoclorito de sódio e as sementes foram lavadas com água destilada. De igual maneira, a água destilada foi vertida e as sementes lavadas foram dispostas sobre papel toalha, constantemente trocado, para que essas secassem ao ar. Permaneceram em secagem até o dia 13 de junho.

Em 13 de junho de 2022, em condições assépticas na câmara de fluxo laminar, as sementes secas (na quantidade de 50 sementes por placa) foram depositadas dentro das placas de Petri que possuíam as colônias puras, e permaneceram ali por 24 horas para que fossem artificialmente contaminadas com mofo-branco. Uma amostra das sementes desinfectadas foi armazenada para compor o tratamento testemunha (semente sem infecção do fungo).

3.2 Tratamento de sementes

Após a infecção artificial das sementes com *S. sclerotiorum*, em 14 de junho de 2022, procedeu-se o tratamento das sementes com os seguintes tratamentos: Carbendazin (grupo químico benzimidazol, age na inibição da mitose e divisão celular, formação da tubulina na mitose), Carboxina (grupo químico das Carboxanilida, age na inibição da respiração do Complexo II + Tiram (grupo químico Dimetilditiocarbamato, possui um modo de ação multissítio, Thiabendazole (grupo químico benzimidazol, age na inibição da mitose e divisão celular, formação da tubulina na mitose) + Fludioxonil (grupo químico Fenilpirrol, inibição da mitose e divisão celular, formação da tubulina na mitose) + Metalaxil – M (grupo químico Acilalaninas, age na síntese de ácidos nucleicos afetando a RNA polimerase), Tiodicarbe (grupo químico Metilcarbamato de oxima, age como

inibidor da enzima acetilcolinesterase) + Imidacloprido (grupo químico Neonicotinoides, age na agonista da acetilcolina afetando a transmissão sináptica), somente as sementes sem *Sclerotinia sclerotiorum* e sem tratamento (*Sclerotinia sclerotiorum* + sementes). Os tratamentos foram feitos em laboratório seguindo a dose do seu ingrediente ativo, conforme apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no presente estudo, bem como as doses recomendadas.

Código	Tratamento/ ingrediente ativo	Doses recomendadas (g de i.a. 100 kg de semente ⁻¹)
S	Semente sem o mofo e sem tratamento	-
S+F	Semente infectada com mofo e sem tratamento	-
F1	Tiodicarbe + Imidacloprido	10+75
F2	Carboxina + Tiram	50+70
F3	Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M	15+2,5+1
F4	Carbendazin	30

Fonte: Gatti, 2022.

Anterior ao tratamento de sementes, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos, tiveram sua massa quantificada e adicionou-se com auxílio de uma micropipeta a respectiva dosagem de cada tratamento. As sementes foram homogeneizadas em sacolas plásticas.

3.3 Avaliações

3.3.1 Teste de germinação em germitest e incidência de *Sclerotinia sclerotiorum*

Aos 6, 15 e 30 dias após o tratamento de sementes, foi realizada a avaliação da porcentagem de germinação das sementes. Para isso, utilizou-se metodologia descrita em Brasil (2009). As sementes de cada tratamento foram semeadas em papel de germinação, previamente umedecido com água na magnitude de 3 vezes seu peso seco. Entre cada

papel germitest, compondo cada uma das 4 repetições, foram equidistantemente dispostas 50 sementes (selecionadas as que não apresentavam lesões, com auxílio de pinça), que foram enroladas entre as folhas triplas do papel. Os rolos de papel germitest contendo as sementes foram identificados, tiveram as repetições agrupadas, e foram levados à câmara de germinação com temperatura regulada a 25 C°. Foi realizada a leitura da germinação das sementes ao 8º dia, conforme prevê Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Considerou-se como semente germinada todas as que apresentavam emissão de radícula. Concomitantemente à contagem da germinação das sementes, foi feita a contagem de sementes germinadas que, apesar de geminadas, possuíam micélio de *Sclerotinia sclerotiorum* visando avaliar a incidência do fungo sobre as sementes. Ambos os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.2 Semeadura em areia esterilizada e contagem de escleródios

Para a germinação em areia esterilizada, inicialmente a areia foi acondicionada em latas e esterilizada em autoclave por meio de duas autoclavagens com intervalo de 24 horas entre elas, a uma temperatura de 120°C durante 30 minutos. A autoclavagem foi realizada visando erradicar patógenos que poderiam estar no substrato, para que o efeito desses não mascarassem os do objetivo do presente estudo.

Após autoclavagem a areia foi seca em estufa esterilizadora. Em condições assépticas, utilizou-se copos plásticos/vasos com volume de 200 mL, nos quais padronizou-se a adição de 200 g de areia. Em cada vasos, com auxílio de pinça, foram “semeadas” 4 sementes de cada tratamento (somente na data de 6 dias após o tratamento de sementes), em 4 repetições. Foi adicionado em cada vaso, 15% de água (em peso do substrato). O teste iniciou em 20 de junho de 2022 e pretendia-se mantê-lo por 30 dias.

O conjunto vasos + sementes tratadas foram acondicionadas em incubadora BOD ajustada para 20 graus Célsius e um fotoperíodo de 12 horas luz (ambiente favorável para desenvolvimento do patógeno).

Em 25 de junho de 2022, após a germinação das sementes, naqueles tratamentos em que foi possível, foi feito o desbaste deixando duas plantas por vaso. No dia 28, acrescentou-se 6 mL de água em cada vaso, visando manter a umidade do substrato.

Dado o crescimento/estiolamento das plântulas nos vasos, no dia 5 de julho de 2022 foi retirada a parte aérea das plantas de soja cultivadas para determinação da produção de matéria seca (15 dias desde a semeadura). Para tal, as partes aéreas vegetais

foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e acondicionados em estufas de ventilação forçada a 60°C até peso constante. O que foi atingido dois dias depois. Em 7 de julho de 2022 procedeu-se a quantificação da massa seca da parte aérea e fez-se a média em g de matéria seca por planta.

Como o objetivo era visualizar se as sementes serviriam de inóculo para a formação de escleródios no solo, na data em que a parte aérea das plantas foi cortada, adicionou-se mais 3 mL de água em cada vaso, buscando o ambiente favorável para a formação de escleródios no solo e prolongar a avaliação até dia 23 de julho de 2022.

Após 33 dias da semeadura das sementes em substrato, fez-se o peneiramento da areia em peneira com malha de 2 mm e a contagem dos escleródios foi realizada manualmente, recolhendo-os do substrato com auxílio de uma pinça.

3.4 Modelo experimental e tratamento

O delineamento experimental utilizado no presente estudo foi inteiramente casualizado (DIC).

Para as avaliações referentes à porcentagem de germinação juntamente com a incidência de *Sclerotinia sclerotiorum*, o experimento foi considerado como DIC, com 4 repetições, em arranjo experimental em esquema fatorial 6x3, composto pelos 6 tratamentos e 3 datas de intervalo de tempo entre a operação tratamento de sementes e avaliação da germinação. Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando significativo: procedeu-se desdobramento da interação; as médias dos tratamentos qualitativos (tratamentos de sementes) foram submetidas à comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); enquanto que as médias dos tratamentos quantitativos (dias após tratamento de sementes) foram submetidos à análise de regressão.

Para as avaliações voltadas à semeadura em substrato de areia esterilizada, nos quais avaliaram-se a massa seca da parte aérea e o número de escleródios formados no substrato, o estudo foi considerado como DIC, com 6 tratamentos e 4 repetições. Onde realizou-se à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando significativo as médias dos tratamentos foram submetidas à comparação de médias pelo teste de Skott e Knott.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão divididos em dois tópicos. Inicialmente, abordam-se o efeito dos tratamentos de semente sobre a porcentagem de germinação das sementes ao longo do tempo de armazenamento (6, 15 e 30 dias) bem como a porcentagem das sementes germinadas que possuíam micélio de mofo branco. Para essas variáveis, observaram-se as análises da variância, cujas causas de variação: tratamento, datas e interação entre tratamento x data foram significativas pelo teste F ($p < 0,05$). Assim, deu-se ênfase ao desdobramento da interação na qual realizou-se teste de comparação de médias (para fatores qualitativo) e análise de regressão (para fator quantitativo). No segundo tópico é apresentado os resultados referentes às avaliações das plantas oriundas da semeadura em areia esterilizada e a contagem dos escleródios produzidos nesse substrato. Para essas variáveis, procedeu-se a análise de variância, na qual os tratamentos apresentaram ($p < 0,05$) e foram seguidos de teste de comparação de média.

4.1 Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja tratadas com fungicidas ao longo do tempo de armazenamento e seu efeito sobre a germinação

Os resultados das avaliações envolvendo a porcentagem de germinação das sementes de soja tratadas com fungicidas estão descritos na Tabela 2 e Gráfico 1.

De acordo com os dados apresentados na tabela 2, percebe-se que a porcentagem de germinação de sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* foi influenciada pelos dias após os tratamentos de sementes, bem como pelos diferentes fungicidas utilizados.

Referente à porcentagem de germinação de sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* em função dos dias de armazenamento após tratamento de sementes, percebe-se, em média, que houve um decréscimo da porcentagem de germinação das sementes quando comparados os resultados aos 6, 15 e 30 dias. Na média de todos os tratamentos em razão dos dias após o armazenamento das sementes, o percentual de germinação teve uma queda/diminuição da porcentagem de germinação de 33,75% do 6º dia ao 15º dia e 32,75% do 15º ao 30º dia (Tabela 2). Ao longo de 30 dias de armazenamento de sementes infectadas com mofo branco e posteriormente tratadas, nesse estudo, observou-se redução de 66,4% na porcentagem de germinação. Nicholson et al.,

(1972) cita que quando a incidência for maior que 25%, o poder germinativo também foi afetado, assim como a emergência a campo.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum*, após 6, 15 e 30 dias de tratamento de sementes com diferentes fungicidas.

Tratamentos*	Porcentagem de germinação (%)			Média
	Dias após tratamento de semente			
	6	15	30	
S	81,5 Aab	69,5 ABab	61,0 Ba	70,6 a
S+F	83,0 Aab	52,0 Bb	0,0 Cc	45,0 bc
F1	85,0 Aa	21,0 Bc	0,0 Cc	35,3 c
F2	66,5 Ab	2,0 Bd	0,0 Cc	22,8 d
F3	88,5 Aa	67,0 Bb	0,0 Cc	51,8 b
F4	95,0 Aa	85,5 Aa	39,5 Bb	73,3 a
Média	83,2 A	49,5 B	16,7 C	
Média geral	49,83			
C.V. (%)	17,74			

*Tratamentos: S= Semente sem mofo e sem tratamento, S+F= Semente infectada com mofo e sem tratamento, F1= Tiodicarbe + Imidacloprido, F2= Carboxina + Tiram, F3= Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M, F4= Carbendazin.

Letras maiúsculas indica diferença na linha, enquanto minúsculas indicam diferença na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

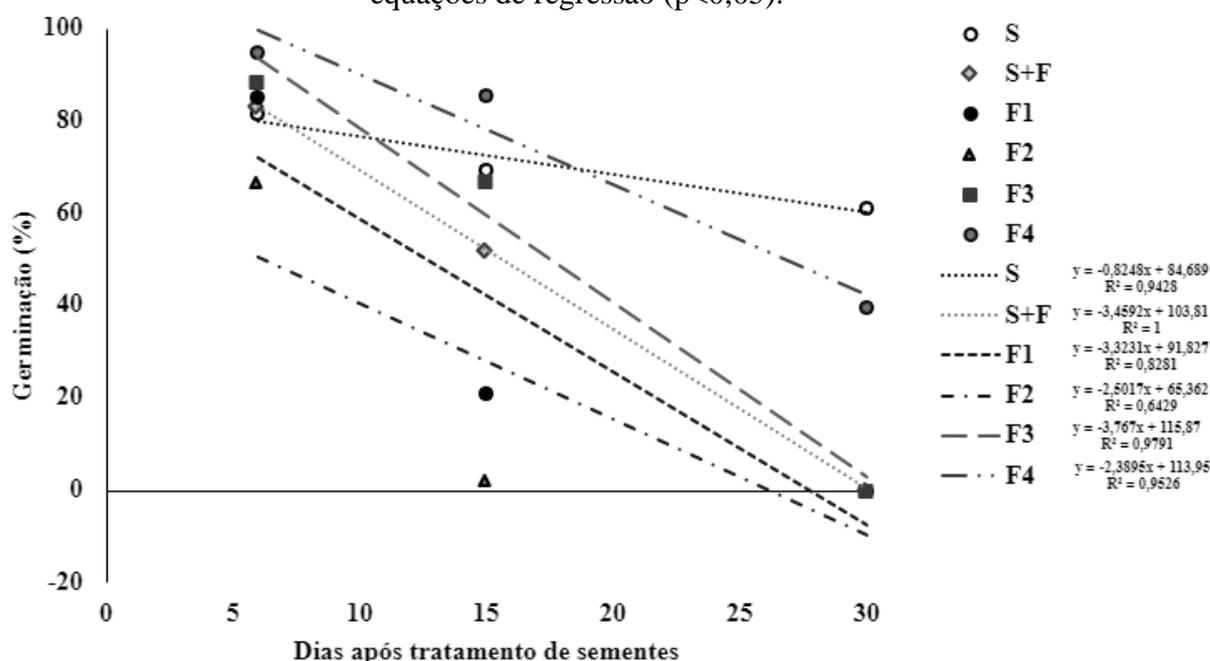
Com relação aos tratamentos utilizados, na média geral, as maiores porcentagem de germinação de sementes foram obtidas pelos tratamentos testemunha S (desinfecção das sementes com hipoclorito de sódio a 1%) com 70,6% e F4 (Carbendazim) com 73,3% de germinação, sem diferirem entre si e mostrando-se superiores a todos os demais tratamentos. Em média, a menor porcentagem de germinação de sementes foi obtida no tratamento F2 (Carboxina + Tiram) com 22,8%.

Analisando os desdobramentos da porcentagem de germinação das sementes de soja em razão dos tratamentos aplicados ao longo do tempo, observa-se que após 6 dias do armazenamento das sementes tratadas, os tratamentos F1, F3 e F4 se demonstraram como os melhores tratamentos, se diferenciado apenas do tratamento F2. O tratamento F2 resultou em pior porcentagem de germinação de sementes (66,5%), não se diferenciando das testemunhas S e S+F (Tabela 2). No 15º dia de armazenamento após os tratamentos de semente, observa-se que a porcentagem de germinação das sementes de soja no tratamento F4 (85,5%) não se diferenciaram da testemunha S (69,5%). Da mesma forma que aconteceu na avaliação da porcentagem de germinação aos 6 dias após o tratamento

de sementes, aos 15 dias o tratamento que resultou em menor porcentagem de germinação foi o F2 com 2% (Tabela 2). Na última avaliação, aos 30 dias após o tratamento de semente, a maior porcentagem de germinação das sementes foi observada na testemunha S (61,0%), seguida pelo tratamento F4 (39,5%), enquanto que os tratamentos S+F, F1, F2 e F3 obtiveram valor zero, ou seja, não tiveram nenhuma das suas sementes germinadas.

Ao realizar a análise de regressão da porcentagem de germinação de sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* em função dos dias de armazenamento, percebe-se, pelo Gráfico 01, que todos os tratamentos apresentaram decréscimo linear.

Gráfico 01: Porcentagem de germinação de sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum*, após 6, 15 e 30 dias de tratamento de sementes com diferentes tratamentos (S= Semente sem mofo e sem tratamento, S+F= Semente infectada com mofo e sem tratamento, F1= Tiodicarbe + Imidacloprido, F2= Carboxina + Tiram, F3= Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M, F4= Carbendazin) e suas respectivas equações de regressão ($p < 0,05$).



Fonte: Gatti, 2022.

A partir da análise dos dados apresentados na Tabela 2 e Gráfico 1, evidencia-se que os tratamentos S+F, F1, F2 e F3 demonstraram decréscimo linear da porcentagem de germinação das sementes de soja e que aos 30 dias após o tratamento de sementes, a porcentagem de germinação zerou (Tabela 2). Nesses tratamentos, de acordo com as equações de regressão, a cada dia de armazenamento, a porcentagem de germinação reduziu 3,45; 3,32; 2,49 e 2,38%, respectivamente (Gráfico 1). As sementes desinfectadas

(Tratamento S) apresentaram maior estabilidade de porcentagem de germinação ao longo do tempo (Gráfico 1), seguido pelo tratamento F4 (Carbendazim), que, de acordo com a equação de regressão, foi capaz de manter a germinação mínima exigida para a cultura da soja (80% de acordo com MAPA, 2013) até os 15 dias após o armazenamento.

Sendo assim o tratamento F4 pode ser utilizado para semeadura, desde que a semeadura ocorra até 15 dias após o tratamento das sementes infectadas. Assim como Camargo (2013) notou que com o passar do tempo, as sementes armazenadas com a *S. sclerotiorum* tem um aumento crescente da incidência do mofo e concomitantemente decrescente da germinação, em que até certo ponto onde germinação se manteve acima dos 80% a semeadura pode ser feita.

Ao avaliar a incidência de micélio de mofo-branco nas sementes de soja germinadas (Tabela 3), observa-se que, em média, a incidência foi crescente à medida em que o tempo de armazenamento das sementes tratadas avançou. Referente aos tratamentos, em média, percebe-se que a testemunha (tratamento S) não apresentou *Sclerotinia sclerotiorum* em nenhuma das datas avaliadas. Em média, a maior incidência de micélio de mofo-branco nas sementes de soja germinadas foi observada no tratamento F2 (Carboxina + Tiram) (Tabela 3), culminando com a observação do referido tratamento na menor porcentagem de soja germinada (Tabela 2).

Tabela 3 - Incidência de *S. sclerotiorum* (%) em sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum*, após 6, 15 e 30 dias de tratamento de sementes com diferentes fungicidas (S= Semente sem mofo e sem tratamento, S+F= Semente infectada com mofo e sem tratamento, F1= Tiodicarbe + Imidacloprido, F2= Carboxina + Tiram, F3= Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M ,F4= Carbendazim).

Tratamentos	Dias após tratamento de semente			Média
	6	15	30	
S	0,0 Ac	0,0Ad	0,0Ab	0,0d
S+F	61,1 Bb	55,4Abc	100,0Ba	72,1b
F1	53,9Ab	71,2Bb	100,0Ca	75,0b
F2	85,3Ba	100,0Aa	100,0Aa	95,1a
F3	13,2Ac	39,8Bc	100,0Ca	51,0c
F4	11,6Bc	15,2Bd	100,0Aa	42,2c
Média	37,5A	46,9B	83,3C	
Média geral	55,94			
C.V. (%)	14,14			

*Letras maiúsculas indica diferença na linha, enquanto minúsculas indicam diferença na coluna pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar as datas de armazenamento das sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum*, seguidas por tratamento de sementes, tanto no 6° como no 15° dia após o armazenamento, a menor incidência de micélio de mofo-branco sobre as sementes de soja germinada foi notada no tratamento F4 (Carbendazim), o qual não se diferenciou da testemunha S. A maior incidência de micélio de mofo branco, ou seja, o pior tratamento observado foi o F2 (Carboxina + Tiram). Aos trinta dias após os tratamentos de semente todos os tratamentos estudados, com exceção da testemunha (S), apresentaram 100% de incidência de micélio de mofo-branco sobre as sementes de soja germinadas.

Considerando os dados acima apresentados, observa-se que, independentemente do tratamento utilizado, todos apresentaram queda do porcentual de germinação de sementes de soja, ou seja, à medida que o tempo de armazenamento das sementes tratadas avançou, as sementes que foram infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* tornaram-se impróprias para a semeadura, pois segundo a Instrução Normativa MAPA 45/2013 anexo XXIII, os padrões para produção e a comercialização de semente de soja exigem germinação mínima de 80% (MAPA 2013).

O tratamento F4 (Carbendazin) do presente estudo pode ser considerado a melhor alternativa de controle do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* dentre as opções estudadas. Tal resultado é respaldado pelos obtido por Cassetari Neto, Machado e Silva (2010), os quais observaram efeito positivo do uso do princípio ativo Carbendazim no controle da referida doença, e, por isso também mencionam que esse princípio ativo é muito utilizado em pulverização na parte aérea (CAMARGO, 2013).

Segundo o despacho nº 60, de 21 de junho de 2022 do diário oficial da união a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária resolve determinar, como medida de interesse sanitário, a suspensão cautelar da importação, fabricação, comercialização e distribuição do ingrediente ativo carbendazim e produtos técnicos que contenham esse ingrediente ativo em todo o território nacional até a conclusão da reavaliação toxicológica do mencionado ingrediente ativo (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2022).

Com resultados concomitantes no controle da *Sclerotinia sclerotiorum* os autores Souza, Lobo Junior e Soarez (2008) trabalharam com o uso de diversos fungicidas na busca de controle da doença em lotes armazenados, mostrando que todos os tratamentos podem ser eficientes, mas nenhum foi capaz de erradicar o patógeno, ou seja, como apresentado nas tabelas acima, alguns tratamentos conseguiram manter a capacidade

germinativa por mais tempo, mas nenhum foi capaz de erradicar o fungo, como apresentado na Tabela 3, como o aumento crescente da incidência do fungo em diversos tratamentos com o passar do tempo.

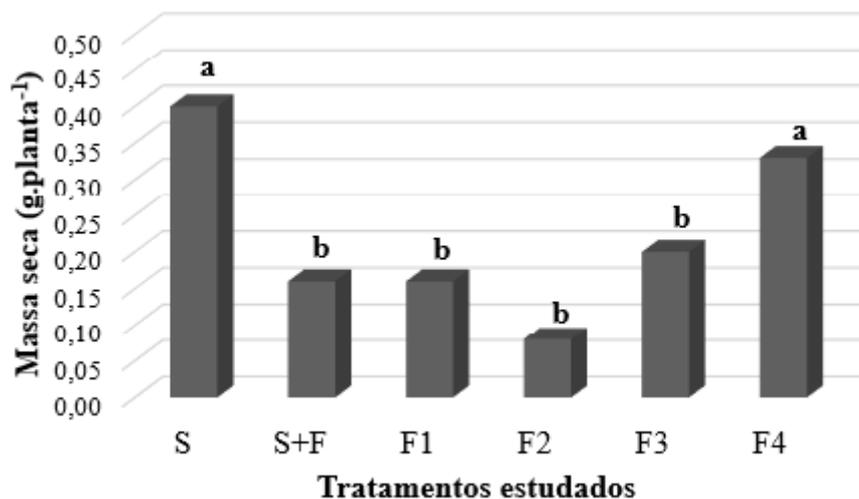
Comparando as Tabelas 2 e 3, pode-se fazer uma relação entre a queda da porcentagem de germinação das sementes de soja (Tabela 2) com o aumento da incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* nas sementes de soja germinadas (Tabela 3). Camargo (2013) aponta que a incidência da *Sclerotinia sclerotiorum*, quando maior que 25%, afeta diretamente o poder germinativo da semente. No presente estudo, pode-se observar que no 30º dia após armazenamento das sementes tratadas todos os tratamentos apresentaram 100% de incidência do fungo sobre as sementes germinadas (Tabela 3), resultando em porcentagem de germinação de 0,0% nos tratamentos F1, F2 e F3 (Tabela 2). Botelho (2011) verificou que as sementes de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* por 0, 24, 48 e 72 horas, apresentaram interferência na porcentagem de germinação das sementes de forma proporcional ao tempo de exposição ao patógeno, causando uma redução na germinação de na média 85%.

4.2 Semeadura em areia esterilizada: massa seca de plantas de soja e número de escleródios encontrados

Foi possível constatar que os tratamentos de sementes estudados no presente estudo diferiram entre si quanto à massa seca das plantas de soja oriundas da semeadura em areia esterilizada (Gráfico 2).

No Gráfico 2 pode-se observar que o tratamento F4 (Carbendazim) ($0,2 \text{ g.planta}^{-1}$), sem diferir da testemunha S ($0,4 \text{ g.planta}^{-1}$), resultaram em maior massa seca de parte aérea por planta de soja. Os demais tratamentos estudados (S+F, F1, F2 e F3) resultaram em menor massa seca. Politoski (2016) notou o impacto que o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* causou na massa seca da parte aérea de plantas de soja. No presente estudo, fazendo uma comparação dos tratamentos S+F, F1, F2, F3 e F4, com o tratamento S, observa-se uma redução da massa seca por planta em todos os tratamentos em que foram infectados com *S.sclerotiorum* isso ocorre pois o fungo *S.sclerotiorum* é um fungo necrotróficos que secreta grandes quantidades de ácido oxálico, associado a enzimas de degradação da parede celular, levando a morte das células e tecidos do hospedeiro (KIM et al., 2008). Esse efeito, de maneira progressiva e contínua ao longo do tempo, resulta em danos e prejuízos ao vegetal.

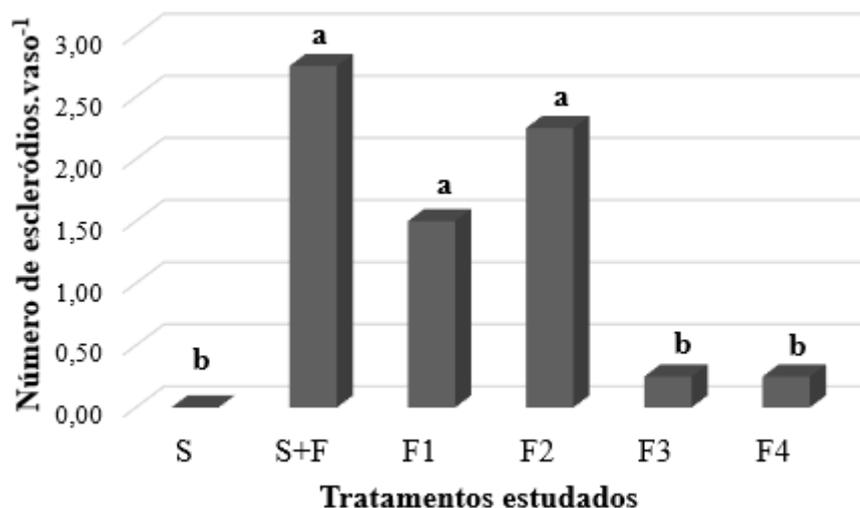
Gráfico 2: Massa seca por planta de soja oriundas de sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum*, após 6 dias de tratamento de sementes com diferentes tratamentos (S= Semente sem mofo e sem tratamento, S+F= Semente infectada com mofo e sem tratamento, F1= Tiodicarbe + Imidacloprido, F2= Carboxina + Tiram, F3= Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M, F4= Carbendazin).



*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

No gráfico 3 pode-se observar o número de escleródios encontrados por vaso de areia esterilizada, nos quais houve a semeadura das sementes de soja infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* e tratadas com os fungicidas estudados.

Gráfico 3: Número de escleródios por vasos de areia esterilizada após 33 dias de semeadura com sementes infectadas artificialmente com *S. sclerotiorum* e posteriormente tratadas com diferentes tratamentos (S= Semente sem mofo e sem tratamento, S+F= Semente infectada com mofo e sem tratamento, F1= Tiodicarbe + Imidacloprido, F2= Carboxina + Tiram, F3= Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M, F4= Carbendazin).



*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

De maneira geral, percebe-se que os escleródios foram encontrados em todos os tratamentos, o que evidencia que nenhum deles foi capaz de erradicar o fungo presente nas sementes. Segundo Souza et al; (2008) verificou-se que os tratamentos tiofanato metílico + fluazinam (180 e 215 mL p.c./100kg de sementes), carbendazim + thiram (300 mL p.c./100kg de sementes), carboxim + thiram (250 mL p.c./100 kg de sementes) e tiofanato metílico + procimidone (150 mL p.c. + 150g p.c./100 kg de sementes) foram eficientes em controlar *S. sclerotiorum* nas sementes infectadas, em comparação à testemunha. Ainda, pode-se observar que o maior número de escleródios foi encontrado nos tratamentos S+F, F1 e F2 (Gráfico 3). Tal resultado já era esperado, especialmente, para o tratamento em que as sementes foram infectadas com o fungo e não receberam nenhum produto químico para controle (S+F). Já com relação ao tratamento F1 e F2, percebe-se que ambos não foram eficientes no controle da doença, pois apresentaram maior incidência de micélio nas sementes germinadas e menor porcentagem de germinação das sementes, além disso resultaram em maior número de escleródios no substrato, que é um importante via de inóculo da doença em novas áreas.

Apesar dos tratamentos F3 e F4 terem apresentado menor quantidade de escleródios, ainda assim produziram, em média, 0,25 escleródios.vaso⁻¹. Resultados semelhantes a esses foram observados por Vrisman et al. (2014), que notaram a eficiência do uso de Carbendazin na redução da formação de escleródios, assim como o número de apotécios por escleródio reduzido.

Considerando que um escleródio é capaz de germinar formando micélio que penetram nos tecidos das plantas (germinação miceliogênica) ou formar apotécios (germinação carpogênica) que emergem na superfície do solo, onde um escleródio é capaz de formar 33 apotécios, e um apotécio pode produzir 1600 ascósporos por dia, podendo se deslocar por até 100 metros, tendo um grande potencial de disseminação (CLARKSON, 2003).

O tratamento S (semente desinfectada com hipoclorito de sódio a 1%) não produziu escleródios no substrato, o que evidencia que a semente não possuía micélio do fungo e que o substrato estava esterilizado e ainda, que as parcelas experimentais não foram fontes de inóculo umas às outras.

5 CONCLUSÃO

A presença do patógeno afeta a germinação das sementes de soja. Nenhum dos tratamentos estudados foi capaz de erradicar o fungo, pois em todos os tratamentos teve produção de escleródio no substrato.

O tratamento com carbendazin foi o mais eficiente, sendo capaz de evitar, até o 15º dia de armazenamento, a queda da germinação das sementes armazenadas e reduzir a incidência do patógeno nas sementes germinadas. Ainda, esse tratamento apresentou maior matéria seca de planta e sem diferir de Thiabendazole + Fludioxonil + Metalaxil-M foram os tratamentos que resultaram em menor produção de escleródios no substrato.

REFERÊNCIAS

- ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. **Epidemiology of plants diseases caused by *Sclerotinia* species**. *Phytopathology*, v. 8, p. 899-904, 1979
- ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. **Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum***. *Phytopatgology*, v. 65, p. 300-309, 1975
- ADAMS, P. B.; AYRES, W. A. **Ecology of *Sclerotinia sclerotiorum* species**. *Phytopathology*, St. Paul, v. 69, p. 869-899, 1979.
- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, G. W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4th ed. New York: John Willy & Sons, 1996. 868 p.
- BALLARIS, Alessandra de Loudes. **Amostragem sequencial de sementes de soja e feijão na detecção de *Sclerotinia Sclerotiorum***. 2014. 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em: <[file:///C:/Users/ACER/AppData/Local/Temp/Rar\\$D1a0.959/BOM_000755380.pdf](file:///C:/Users/ACER/AppData/Local/Temp/Rar$D1a0.959/BOM_000755380.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2020.
- BATISTA, Thiago Barbosa et al. **Controle do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja**. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/controlo%20do%20fungo.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- BLAD, B. L.; STEADMAN, J. R.; WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence White mold disease and microclimate of dry edible beans. *Phytopathology*, St Paul, v. 68, p. 1431-1437, 1978.
- BOTELHO, Luana da Silva. **luana da silva botelho detecção, transmissão e efeitos de *sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/324584673/TESE-Deteccao-transmissao-e-efeitos-de-Sclerotinia-sclerotiorum-em-sementes-de-soja-pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022.
- BRUSTOLIN, R.; REIS, E. M. ***In vitro* sensitivity of *Sclerotinia sclerotiorum* isolated from soybean to fungicide**. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 2018

BRUSTOLIN, R.; REIS, E. M.; PEDRON, L. **Longevity of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia on the soil surface under field conditions.** *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 172-174, 2016

BRUSTOLIN, R. et al. **Produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, no solo, a partir de sementes de soja infectadas pelo método de restrição hídrica.** *Tropical Plant Pathology*, Brasília – DF, Bento Gonçalves – RS, v. 36, p. 3299, 2011.

CAMARGO, Meyrielle Pires de. **Sclerotinia sclerotiorum em sementes de soja: sobrevivência, efeito na germinação, tamanho de amostras para análise e eficiência in vitro de fungicidas.** 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

CAMARGO, M. C. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle do mofo branco na cultura da soja – safra 2015-2016.** Resumos Expandidos da Xxxv Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina, v. 1, n. 1, p. 184-186, jul. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1052125/1/RPS2016184186.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2022.

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)

CLARKSON, J. P. et al. **Ascospore release and survival in *Sclerotinia sclerotiorum*.** *Mycological Research*, v. 107, n.2, p. 213-222, 2003.

CARPANEZZI, Leonardo *et al.* **HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA MECANIZAÇÃO.** Faef: REVISTAS CIENTÍFICAS ELETRÔNICAS, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-6, jun. 2017. Semestral. Disponível em: http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos Acesso em: 26 junho de 2021.

CASSETARI NETO, D.; MACHADO, A.Q.; SILVA, R.A. **Manual de doenças da soja.** São Paulo: Cheminova Brasil Ltda, 2010. 57 p.

Conab (Companhia nacional de abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira.** 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> >. Acesso em: 12 jan. 2021.

CHRISTIAS, C.; LOCKWOOD, J. L. **Conservation of mycelial constituents in four sclerotium-forming fungi in nutrient deprived conditions.** *Phytopathology*, St. Paul, v. 63, n. 5, p. 602-605, 1973.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **despacho n° 60, de 21 de junho de 2022.** Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-n-60-de-21-de-junho-de-2022-409393414>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ESKER et al. **Management of white mold in soybean**. North Central Soybean Research Program, 2011. Disponível em: http://planthcalth.info/pdf_docs/WhiteMold_NCSRP.pdf. Acesso em 27/07/2022

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FERRAZ, L. C. et al. **Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum***. *Plant Pathology*, v.48, p.77-82, 1999.

GORGEN, Claudia Adriana et al. **Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja**. Goiás, v. 44, n. 12, p.1583-1509, dez. 2009

GRACIA-GARZA, J.A.; BOLAND, G. J.; VYN, T.J. **Influence of crop rotation and reduced tillage on White mold of soybean caused by *Sclerotinia sclerotiorum***. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 24 p. 115-121, 2002

GUTERRES, Caroline Wesp. **Por que pode ocorrer mofo branco em regiões sem histórico?** Disponível em: <http://www.cotriel.com.br/Noticia/por-que-pode-ocorrer-mofo-branco-em-regioes-sem-historico->. Acesso em: 24 abr. 2021.

HARIKRISHNAN, R.; DEL RIO, L. E. **Influence of temperature relative humidity, ascospore concentration, and length of drying of colonized dry bean flowers White mold development**. *Plant Disease*, St. Paul, v.90, p. 946-950, 2006.

HENNEBERG, Luciane et al. **Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja e sensibilidade dos testes de detecção**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Ponta Grossa, v. 47, n. 6, p.763-768, jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n6/47n06a05.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2020.

HENNING, Ademir Assis. **Tratamento de sementes de soja**. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2016/12/30/tratamento-de-sementes-de-soja/?uol=1>. Acesso em: 04 jan. 2020.

JACCOUD FILHO, David de Souza et al. **Encontro internacional de mofo branco**, 1., 2012, Ponta Grossa. Complemento anais. Ponta Grossa: 2012. p. 1 - 87. Disponível em: <http://www.eventos.uepg.br/eimofobranco/pdf/anais.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2020.

JULIO, Vinícius Alencar. **Manejo de mofo branco na cultura da soja**. 2019. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/119/manejo-de-mofo-branco-na-cultura-da-soja>. Acesso em: 21 jul. 2022.

KIM, K.S.; MIN, J-Y.; DICKMAN, M.B. **Oxalic acid is an elicitor of plant programmed cell death during *Sclerotinia sclerotiorum* disease development**. *Molecular Plant Microbe Interactions*. v. 21, p. 605-612. 2008

LEITE, R.M.V.B.C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em 205 girassol e soja**. Comunicado Técnico 76, Embrapa: Londrina/PR, 2005. Disponível em: 206 Acesso em 12/1/2021.

MAPA. **Instrução Normativa MAPA 45/2013**. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas>. Acesso em: 27 jul. 2022.

MARTINS-FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegrete-ES. **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 201-208, 2001.

MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010

MENTEN, J.O.M.; LIMA, L.C.S.F.; FRARE, V.C.; RABALHO, A.A. Evolução dos produtos fitossanitários para tratamento de sementes no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, DFP, 2005. cap. 12, p. 333-374

MEYER, Maurício Conrado *et al.* **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2018/19**, Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1110733/1/CT152OL1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MEYER, M. C. *et al.* **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2017/18**, Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 2018. 5 p. Embrapa Soja, Londrina, 2018.

MEYER, Maurício Conrado et al. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco** (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2019/2020: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, 2020. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217684/1/Circ-Tec-165.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

NICHOLSON, J.F; DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. Internal seed-borne nature of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Phomopsis* sp. And their effects of soybean seed quality. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 62, n. 11, p. 1261-1263, 1972.

POLITOSKI, Fábio. **TRANSMISSIBILIDADE DE PATÓGENOS EM CULTIVARES DE SOJA, COM DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO DA SEMENTE COM FUNGOS**. 2016. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2016.

Portaria n° 47, de 26 de fevereiro de 2009. **Dispõe sobre a aprovação dos níveis de tolerância de pragas para Pragas Não Quarentenária Regulamentadas**. Diário oficial, Brasília, 02 mar. 2009. p. 10-11

NELSON, B. Biology of *Sclerotinia*. In: **INTERNATIONAL SCLEROTINIA WORKSHOP**, 10th. Fargo, ND, USA. North Dakota State University Department of Plant Pathology, Fargo, ND, p. 1-5, 1988.

PROCEDI, Andréia. **Manejo de mofo-branco em soja: aplicações de Trichoderma**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/manejo-de-mofo-branco-em-soja-aplicacoes-de-trichoderma/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PETHYBRIDGE, S. J.; COBB, A. C.; AND DILLARD, H. R. **Production of apothecia and ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum***. *The Plant Health Instructor*. Revision to DOI: 10.1094/PHI-T-2004-0604-01. Update 2015

PIVA, Amanda M.; MATTOS, Lucas de. **Os efeitos do fenômeno La Niña na agricultura do Rio Grande do Sul**. 2022. Disponível em: <https://maissoja.com.br/>. Acesso em: 27 jul. 2022.

PURDY, L.H. **Sclerotinia sclerotiorum: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact**, phytopathology, v.8, p 875-880, 1979

REIS, E. M. et al. **Manejo integrado do mofo branco**. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 122, p. 28-30, mar. 2011.

REIS, Erlei Melo; ZANATTA, Mateus; REIS, Andrea Camargo. **Mofobranco da soja**. Passo Fundo: Berthier, 2019.

SILVA, G. C. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás**. Semina Ciências Agrárias, v.29, n. 1, p. 29-34, 2008.

STEADMAN, J. R. White mold – **A serious yield limiting disease of bean**, Plant Diseases, v.67, p. 346-350, 1983

SOUZA, Rodolfo Cassiano Pires de et al. **EFEITO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE MOFO BRANCO EM SEMENTES DE FEIJÃO PARA O CONTROLE DE *Sclerotinia sclerotiorum***. Conafe, Campinas, v. 1, n. 85, p. 1-3, jan. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1052125/1/RPS2016184186>. Acesso em: 27 jul. 2022.

USDA (United States Department of Agriculture). **World Agricultural Production**. 2020. Disponível em: < <https://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans> >. Acesso em: 12 jan. 2021.

VINÍCIUS ALENCAR JULIO. **Manejo de mofobranco na cultura da soja**. 2019. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/119/manejo-de-mofobranco-na-cultura-da-soja>>. Acesso em: 04 jan. 2020.

VRISMAN, Cláudio Maurício *et al.* INFLUÊNCIA DE HERBICIDAS E FUNGICIDAS NA GERMINAÇÃO CARPOGÊNICA DE ESCLERÓDIOS DE *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Researchgate**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 477-483, mar. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em: 27 jul. 2022.

YAMASHITA, J. et al. **Ocorrência da fase pefeita do fungo *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf & Dumond, em lavouras de soja no estado do Paraná**. Fitopatologia Brasileira, Brasília – DF, v.3, n.1, p.

ZHU W., WEI W., YANPING F., CHENG J., XIE J., LI G., YI X., KANG Z., DICKMAN M.B., JIANG D. **A secretory protein of necrotrophic fungus *Sclerotinia sclerotiorum* that suppresses host resistance**. Plos One. v. 8, e53901. 2013.