

Alexandre França Pires

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE OS FUNGOS**  
*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary **E** *Sclerotium rolfsii* Sacc

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação  
em Ecossistemas Agrícolas e Naturais da  
Universidade Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
Orientador: Prof. Dr. João Batista Tolentino Júnior  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana Terumi Itako

Curitibanos  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

França Pires, Alexandre

Influência de fatores abióticos sobre os fungos *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e *Sclerotium rolfsii* Sacc / Alexandre França Pires ; orientador, João Batista Tolentino Junior, coorientadora, Adriana Terumi Itako, 2019.

74 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Escleródios. 3. Fatores abióticos. 4. Mofo-branco. 5. Mofo-cinzeno. I. Batista Tolentino Junior, João. II. Terumi Itako, Adriana. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS - PPGEAN

**Termo de aprovação**

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE OS FUNGOS *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary E *Sclerotium rofsii* Sacc**

**Por**

**ALEXANDRE FRANÇA PIRES**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências, área de concentração Ciências Agrárias, no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, pela Comissão formada pelos membros:

  
Dr. João Batista Tolentino Júnior – UFSC  
Presidente e orientador

  
Dra. Leosane Cristina Bosco – UFSC

  
Dra. Maria Isabel Balbi-Peña – UEL  
(Participação por videoconferência)

Curitibanos, 18 de fevereiro de 2019.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e também por toda saúde que me deu.

Aos meus pais, João Batista Pires e Rozelde França Pires que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Agradeço minha esposa, Rosemeri da Silva Pires, que de uma forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. João Batista Tolentino Júnior e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana Terumi Itako, pela grande amizade, paciência, confiança e pelo meu aprendizado nesses últimos anos.

Aos meus amigos: Ana Gabriela Mabe Martins, Leonardo Nentwig e Roger Vinicius Konkel pela amizade e ajuda nos experimentos

Aos técnicos de laboratório de Biologia: Aline Cardoso da Silva, Flavia da Silva Krechemer, Gabriel Felip Gomes Olivo e Renata Almeida Schmidt

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais eu agradeço a orientação incansável, o empenho e a confiança que ajudaram a tornar possível esta etapa da minha vida.

À FAPESC e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

E aos amigos e colegas, que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.



## RESUMO

O ambiente é um dos fatores mais importantes na regulação de doenças de plantas, pois pode impedir a ocorrência mesmo quando hospedeiros suscetíveis e patógenos virulentos estão presentes na mesma área. No ambiente, os organismos associados às doenças de plantas destacam-se os fungos. Esses organismos produzem escleródios ou esporos, que resistem às condições ambientais adversas e permanecem viáveis na ausência de plantas hospedeiras. Dentre esses organismos destacam-se *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii*, conhecidos por causar podridão, esses fitopatógenos se caracterizam pela produção de escleródios, que podem permanecer viáveis no solo por vários anos. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da temperatura, fotoperíodo, umidade e adubação nitrogenada e potássica que influenciam no crescimento e na produção de escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* da região de Curitiba, Santa Catarina. Foram avaliados os efeitos de temperatura (5°C, 15°C, 25°C e 35°C) e fotoperíodo (0, 6, 12 e 18 horas de luz) através do cálculo da área abaixo da curva do crescimento micelial (AACCM) e do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM). Além disso foram avaliados a produção, formação e viabilidade dos escleródios produzidos por esses fungos nessas condições. Para avaliar o efeito da umidade (0, 66, 130 e 200 g de água/kg de solo), adubação nitrogenada (0, 8, 10, 12 e 15 mg/kg de solo) e adubação potássica (0, 20, 40, 80 e 160 mg/kg de solo) foi realizado a avaliação da taxa de germinação dos escleródios e o número de dias máximo para germinação de todos os escleródios. Verificou-se que o *S. sclerotiorum* na temperatura de 35 °C e o *S. rolfsii* na temperatura de 5 °C não apresentou crescimento micelial. O *S. rolfsii* na temperatura de 35 °C e no fotoperíodo de 0 e 6 de horas luz apresentaram maior média de AACCM (30,27 e 28,93). Além disso, os escleródios de *S. rolfsii* acondicionados em temperaturas de 35 °C, nos fotoperíodos de 6, 12 e 18 horas de luz induziram maior número de escleródios (460 escleródios). O crescimento micelial do fitopatógeno *S. sclerotiorum* na temperatura de 25 °C foi mais rápido (0,17 cm/h) em comparação aos outros tratamentos. Os diâmetros dos escleródios foram menores (1,952 mm e 2,182 mm) na temperatura de 5 °C associado aos fotoperíodos 0 e 6 horas de luz. A umidade do solo e adubação nitrogenada não afetou a germinação e o número de dias para germinação dos escleródios. De acordo com os resultados, os escleródios de *S. rolfsii* apresentaram em média 58,4 % de germinação no tratamento que não houve aplicação de potássio, enquanto aos outros tratamentos apresentaram mais de 80 % de germinação. Os escleródios de *S.*

*sclerotiorum* submetidos a dose de 116,8 mg de KCl, tiveram períodos maiores para germinação dos escleródios (8 dias). Portanto, verificou-se nesse estudo que a temperatura, fotoperíodo e adubação por KCl, apresentaram efeito no desenvolvimento dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, sendo que esses dados poderão auxiliar trabalhos futuros para elaboração de estratégias para controle dessas doenças.

**Palavras-chave:** Cloreto de Potássio. Escleródios. Fotoperíodo. Mofo-branco. Mofo-cinzentos. Temperatura. Ureia. Umidade.

## ABSTRACT

The environment is one of the most important factors in the regulation of plant diseases, as it can preclude the occurrence even when susceptible hosts and virulent pathogens are present in the same area. In the environment, organisms associated with plant diseases stand out fungi. These organisms produce sclerotia or spores, which resist adverse environmental conditions and remain viable in the absence of host plants. Among these organisms stand out *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii*, known to cause rot, these phytopathogens are characterized by the production of sclerotia, which can remain viable in the soil for several years. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of temperature, photoperiod, moisture and nitrogen and potassium fertilization that influence the growth and sclerotia production of fungi *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii* in the region of Curitiba, Santa Catarina. The effects of temperature (5°C, 15°C, 25°C and 35°C) and photoperiod (0, 6, 12 and 18 light hours) were evaluated by calculating the area under the mycelial growth curve (AUMGC) and mycelial growth rate index (MGI). In addition, were evaluated the production, formation and viability of the sclerotia produced by these fungi under these conditions. To evaluate the effect of moisture (0, 66, 130 and 200 g of water/kg of soil), nitrogen fertilization (0, 8, 10, 12 and 15 mg/kg soil) and potassium fertilization (0, 20, 40, 80 and 160 mg/kg of soil), was evaluated the germination rate of the sclerotia and the maximum number of days for germination of all sclerotia. It was verified that *S. sclerotiorum* at 35 °C and *S. rolfsii* at 5 °C did not show mycelial growth. The *S. rolfsii* at temperature in 35 °C and in the photoperiod of 0 and 6 of light hours presented a higher average of AUMGC (30.27 and 28.93). In addition, sclerotia of *S. rolfsii* conditioned at temperatures of 35°C, in photoperiods of 6, 12 and 18 hours of light induced a greater number of sclerotia (460 sclerotia). Mycelial growth of phytopathogen *S. sclerotiorum* at temperature in 25 °C was faster (0.17 cm/h) compared to the other treatments. The diameters of the sclerotia were smaller (1.952 mm and 2.182 mm) at the temperature of 5 °C associated with photoperiods 0 and 6 hours of light. Soil moisture and nitrogen fertilization did not affect the germination and number of days for germination of the sclerotia. According to the results, sclerotia of *S. rolfsii* presented on average 58.4% of germination in the treatment that did not apply potassium, while the other treatments presented more than 80% of germination. Sclerotia of *S. sclerotiorum* submitted to a dose of 116.8 mg of KCl had longer periods for germination of sclerotia (8 days). Therefore, it was verified in this study

that the temperature, photoperiod and fertilization by KCl influenced the development of fungi *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii*, and this data may help future work to elaborate strategies to control these diseases.

**Keywords:** Moisture. Photoperiod. Potassium chloride. Sclerotia. Southern blight. Temperature. Urea. White mold.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 FITOPATÓGENOS DO SOLO .....	15
2.2 MOFO-BRANCO .....	15
2.3 MOFO-CINZENTO.....	18
2.4 EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS.....	20
2.5 FATORES ABIÓTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DOS FITOPATÓGENOS .....	20
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>25</b>
1. INTRODUÇÃO .....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3. RESULTADOS.....	34
<b>3.1. Área abaixo da curva de crescimento micelial .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Índice de velocidade de crescimento micelial.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. Produção de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> e <i>S. rolfsii</i> .....</b>	<b>38</b>
4. DISCUSSÃO .....	44
5. CONCLUSÕES .....	46
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>51</b>
1. INTRODUÇÃO .....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	58
3. RESULTADOS.....	60
4. DISCUSSÃO .....	63
5. CONCLUSÕES .....	65
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A interação entre plantas, fitopatógenos e o ambiente exerce forte influência no desenvolvimento de uma epidemia. Dentre os fatores citados, o ambiente é um dos mais importantes, pois pode regular o desenvolvimento de doenças, e até mesmo impedir a ocorrência mesmo quando hospedeiros suscetíveis e patógenos virulentos estão presentes na mesma área (VALE, JESUS JUNIOR; ZAMBOLIM, 2004; AMORIM; REZENDE; BERGAMIM FILHO, 2011).

No ambiente, os principais fatores que estão relacionados com o desenvolvimento de patógenos de plantas são: temperatura, umidade, vento, luminosidade, pH do solo e a fertilidade do solo. O conhecimento desses fatores é necessário para estabelecer estratégias de instalação e condução de uma cultura com a finalidade de criar condições de um ambiente que desfavoreçam o patógeno ou que favoreçam o hospedeiro, como por exemplo a solarização e a terapia do solo (AMORIM; REZENDE; BERGAMIM FILHO, 2011; AGRIOS, 2005).

No ambiente edáfico, dentre os organismos associados às doenças de plantas, destacam-se os fungos. Algumas espécies de fungos são capazes de produzir escleródios ou esporos, que resistem às condições ambientais adversas e permanecem viáveis na ausência de plantas hospedeiras. Essas características são as razões pela qual os fungos fitopatogênicos do solo são difíceis de serem eliminados do solo (DULLAHIDE *et al.*, 1994; BUENO; AMBRÓSIO; SOUZA, 2007; BODAH, 2017).

Dentre os fitopatógenos do solo destacam-se os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, conhecidos popularmente por causar podridão, são consideradas importantes na agricultura dado que ocorrem em todas as regiões de produção agrícola no mundo. Além disso, ambos os patógenos se caracterizam pela produção de escleródios, que podem permanecer no solo por vários anos conservando intacto o poder patogênico (LEITE, 2005; AGUIAR, 2011; AMORIM *et al.*, 2016).

Os isolados utilizados para o desenvolvimento deste estudo foram obtidos do município de Curitibaanos, Santa Catarina. Conforme o IBGE (2019), as principais culturas produzidas nessa região são o alho, a cebola, o feijão e a soja. Todas essas culturas, conforme Mendes *et al.* (1998), são hospedeiras dos fitopatógenos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, e ambas causam danos as culturas e a economia local.

Diante do exposto, os fatores abióticos (temperatura, fotoperíodo, umidade, adubação nitrogenada e potássica) influenciam no crescimento e na produção de escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*

isolados da região de Curitibanos, Santa Catarina. Então, o experimento teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura, fotoperíodo, umidade e adubação nitrogenada e potássica que influenciam no crescimento e na produção de escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* da região de Curitibanos, Santa Catarina.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FITOPATÓGENOS DO SOLO

Os fitopatógenos do solo são microrganismos que passam a maior parte do seu ciclo de vida infectando órgãos subterrâneos ou caules de plantas. São capazes de sobreviver no solo por um longo período sem a presença de hospedeiros, além disso, sua disseminação e sobrevivência ocorrem no solo, embora alguns possam produzir esporos que são disseminados pelo ar ou água (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

No ambiente edáfico, dentre os organismos associados às doenças de plantas destacam-se os fungos, as bactérias e os nematoides. Destes grupos, os fungos constituem o maior grupo de patógenos do sistema radicular. Além disso, esses organismos produzem escleródios ou esporos, que resistem às condições ambientais adversas e permanecem viáveis na ausência de plantas hospedeiras (DULLAHIDE *et al.*, 1994; BUENO; AMBRÓSIO; SOUZA, 2007).

Essas estruturas podem estar associadas com resíduos vegetais, mas podem ser encontrados livres no solo. Essa característica é uma das razões pela qual os fungos fitopatogênicos do solo são difíceis de serem eliminados do solo (BODAH, 2017).

Além disso, as doenças do solo são caracterizadas por uma diversidade de sintomas nas plantas, incluindo podridões de sementes, tombamento de plântulas, podridões de raízes, murchas vasculares e podridões moles. Dentre os principais gêneros de fungos fitopatogênicos encontrados no solo são *Aspergillus*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Penicillium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizopus*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Trichoderma* e *Verticillium* (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005; AMORIM *et al.*, 2016).

O controle dessas doenças pode ser realizado de forma biológica, cultural, genética e química. A ausência do controle dessas doenças nas áreas agrícolas pode causar danos nas plantas cultivadas, e além disso, gerar impactos socioeconômicos na propriedade rural (LOPES; MICHEREFF, 2018).

### 2.2 MOFO-BRANCO

Os fungos do gênero *Sclerotinia* pertencem ao filo Ascomycota, classe Leotiomycetes, ordem Helotiales, família Sclerotiniaceae. São conhecidas mais de 250 espécies de *Sclerotinia* no mundo, os fungos

deste gênero infectam mais de 500 espécies de plantas, sendo que a espécie *Sclerotinia sclerotiorum* tem sido encontrado em todos os continentes com exceção da Antártida (SAHARAN; MEHTA, 2008; BENSCH, 2019).

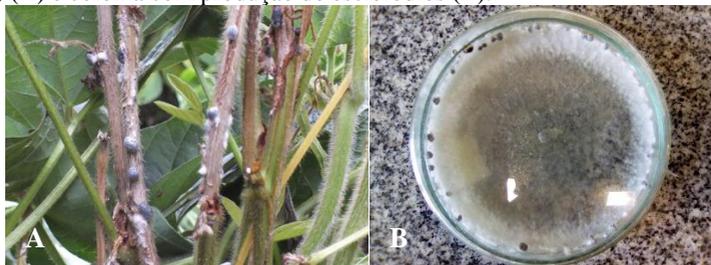
As principais características das espécies do gênero *Sclerotinia* são o crescimento de micélio algodonoso de coloração branca na planta hospedeira e o desenvolvimento de massas compactas de hifas conhecidos como escleródios (BATURO-CIESNIEWSKA *et al.*, 2017; WILLBUR *et al.*, 2018).

Os escleródios inicialmente são brancos, porém tornam-se enegrecidos e sólidos no exterior e podem variar de 2 a 10 milímetros de diâmetro, embora sejam geralmente achatados e alongados do que esféricos. Os escleródios das espécies do gênero *Sclerotinia* podem se formar internamente na medula do caule das plantas hospedeiras, não dando sinais externos de sua presença, ou eles podem ser formados na parte externa do caule onde eles são bastante aparentes (SAHARAN; MEHTA, 2008).

Dentre as principais espécies do gênero *Sclerotinia* encontradas no Brasil podem ser citados: *Sclerotinia minor* nas culturas de amendoim (*Arachis hypogaea*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), *Sclerotinia sclerotiorum* nas culturas de alho (*Allium sativum*), feijão (*P. vulgaris*), soja (*Glycine max*) e tomate (*S. lycopersicum*) e *Sclerotinia trifoliorum* nas culturas de alfafa (*Medicago sativa*) e feijão (*P. vulgaris*) (MENDES *et al.*, 1998; AMORIM *et al.*, 2016).

Dentre esses fungos, o *S. sclerotiorum*, agente causal da doença conhecida como mofo-branco (Figura 1), é considerado um dos patógenos fúngicos mais importantes no mundo e sua distribuição se encontra em todas as/ regiões de produção agrícola. Essa espécie é considerada um fungo polífago, ou seja, apresenta mais de 400 espécies de plantas hospedeiras. Além das citadas anteriormente, destacam-se a batata (*Solanum tuberosum*), canola (*Brassica napus*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) e girassol (*Helianthus annuus*) (LEITE, 2005).

**Figura 1:** Mofo-branco causado por *S. sclerotiorum* na cultura da soja (*Glycine max*) (A) e colônia com produção de escleródios (B).



**Fonte:** Meyer *et al.* (2015); Autor (2019)

A morfologia do fungo *S. sclerotiorum* caracteriza-se pela produção de hifas hialinas, septadas, ramificadas e multinucleadas. A dispersão desse fungo ocorre através de estruturas reprodutivas conhecida como ascósporos e de estruturas vegetativas através de micélio e de escleródios (BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006).

A germinação dos escleródios pode ocorrer através de duas formas: uma miceliogênica, formando somente hifas, e outra carpogênica, produzindo apotécios. O apotécio pode ter formato plano ou em forma de taça, com uma camada himenial de ascos e muitas paráfises na parte superior, onde serão produzidos os ascósporos de *S. sclerotiorum*. Solos úmidos por um longo período e luz são essenciais para a formação de apotécios (AMORIM *et al.*, 2016).

Segundo Leite (2005), os escleródios podem permanecer no solo, dependendo das condições ambientais por até 11 anos, conservando intacto o seu poder patogênico. As sementes são importantes veículos de disseminação de *S. sclerotiorum*, por meio de escleródios misturados a elas ou de micélio existente nos tecidos internos.

Segundo Amorim *et al.* (2016), as medidas recomendadas para o controle de *S. sclerotiorum* para as principais culturas agrícolas são: rotação de culturas com gramíneas, pois as mesmas auxiliam na redução do inóculo inicial; evitar o plantio em solos contaminados; aração profunda de forma de inverter as camadas do solo; pulverização com fungicidas antes dos patógenos colonizarem os tecidos senescentes e eliminar as plantas daninhas que, na maioria, são hospedeiras do fungo.

Segundo a AGROFIT (2019), estão registrados no Brasil 48 produtos para o controle de *S. sclerotiorum*, sendo que 15 são produtos de controle biológico à base de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp.

Apesar de existirem diversos métodos de controle de *S. sclerotiorum*, existem dificuldades no manejo deste fitopatógeno nas

culturas. Segundo Aguiar (2011), menciona a dificuldade do controle de *S. sclerotiorum* na cultura do tomate, pois não existem híbridos resistentes e o controle químico apesar de ser o método mais utilizado no manejo da doença, pode ser ineficiente devido à dificuldade do produto em atingir as estruturas de resistência do patógeno.

### 2.3 MOFO-CINZENTO

Os fungos do gênero *Sclerotium* pertencem ao filo Basidiomycota, classe Agaricomycetes, ordem Agaricales e família Typhulaceae (BENSCH, 2019). Segundo Agrios (2005), os fungos desse gênero eram conhecidos como fungos estéreis, pois durante muitos anos acreditava-se que a reprodução ocorria somente por escleródios e que os mesmos eram incapazes de produzir esporos de qualquer tipo. Porém, sabe-se agora que algumas espécies do gênero *Sclerotium* produzem basidiósporos como seus esporos sexuais (fase teleomórfica). Contudo esses esporos são produzidos apenas sob condições especiais no laboratório ou são extremamente raros na natureza. Por estas razões, estes fungos continuam sendo considerados estéreis.

Dentre os principais fungos encontrados no Brasil relacionados ao gênero *Sclerotium* podem ser citados: *Sclerotium cepivorum* nas culturas do alho (*A. sativum*) e cebola (*Allium cepa*), *Sclerotium coffeicola* nas culturas do café (*Coffea arabica*) e *Eucalyptus* sp., *Sclerotium oryzae* na cultura do arroz (*Oryza sativa*) e *S. rolfsii* nas culturas do alho (*A. sativum*), cebola (*A. cepa*), cenoura (*Daucus carota*), feijão (*P. vulgaris*), soja (*G. max*) e tomate (*S. lycopersicum*) (MENDES *et al.*, 1998).

Dentre esses fungos, o *S. rolfsii* (Figura 2) é um dos mais importantes fungos que afetam culturas de importância agrícola, devido a mesma possuir uma ampla gama de hospedeiros, constituída por mais de 200 espécies de plantas, pertencentes a quase 100 famílias botânicas (AMORIM *et al.*, 2016).

**Figura 2** - Mofo-cinza causado por *S. rolfsii* na cultura da cenoura (*D. carota*) (A) e colônia com produção de escleródios (B).



**Fonte:** Reis e Lopes (2019); Autor (2019)

Sua fase teleomórfica, *Athelia rolfsii*, raramente é vista na natureza, porém quando ocorre, produz himênio com basídios clavados e hialinos, com basidiósporos piriformes medindo 1,0 a 1,7 por 6 a 12  $\mu\text{m}$ . O *S. rolfsii* apresenta o micélio de coloração branca quando jovem, tornando-se marrom escuro com a idade. Este fungo produz escleródios de forma globular e medindo 0,5 - 1,5 mm de diâmetro, sendo que os mesmos podem sobreviver no solo em um período superior a 5 anos (AMORIM *et al.*, 2016).

Segundo a AGROFIT (2019), estão registrados para comercialização oito produtos químicos que podem limitar a incidência da doença causada por *S. rolfsii*, uma vez que estes compostos são tóxicos para o *S. rolfsii*. Outras alternativas para controle são mencionadas anteriormente, por Amorim *et al.* (2016), que descreveram que o manejo da doença pode ser feito através do plantio em locais de boa drenagem, evitando plantios densos. Também devem-se controlar plantas daninhas que servem como hospedeiro ao patógeno. A adubação equilibrada, a calagem do solo e a incorporação dos restos de cultura também são outras medidas citadas pelos autores que podem ser tomadas para reduzir os danos causados pela doença.

O controle biológico por *Trichoderma* sp. e o método de controle alternativo com o uso de plantas medicinais também são considerados eficientes no manejo de *S. rolfsii*, sendo que Mello *et al.* (2007) e Domingues *et al.* (2009), verificaram a inibição do crescimento micelial do fitopatógeno em laboratório.

## 2.4 EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS

Gäumann (1950) estabeleceu o conceito de triângulo de doença, na qual considera que plantas hospedeiras, fitopatógenos e o ambiente são essenciais para ocorrência e desenvolvimento das doenças de plantas. Para uma doença de planta se desenvolver, é necessário que ocorra uma interação desses fatores. Sendo que a ausência de um desses fatores poderá provocar a não ocorrência da doença (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Atualmente, sabe-se que o tempo e a interferência humana também são incluídos como fatores de ocorrência e desenvolvimento desses fitopatógenos. A interferência humana, entre todos os fatores, é a mais importante, pois pode alterar os tipos de plantas que são cultivadas em determinada área, semear plantas com maior ou menor grau de resistência, antecipar ou adiar a época de plantio, aumentar ou diminuir a densidade das plantas, etc. (GHINI; BETTIOL, 2000; VALE; JESUS JUNIOR; ZAMBOLIM, 2004).

Segundo Amorim, Rezende e Bergamin Filho (2011) e Pautasso *et al.* (2012), dentre todos esses fatores, o ambiente é considerado o componente que frequentemente apresenta alterações que são importantes no ciclo de uma cultura e no ciclo de vida do fitopatógeno. O ambiente é capaz regular as epidemias, podendo impedir a sua ocorrência, mesmo quando hospedeiros suscetíveis e patógenos virulentos estão presentes em uma mesma área.

## 2.5 FATORES ABIÓTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DOS FITOPATÓGENOS

Segundo Agrios (2005), os principais fatores ambientais que estão relacionados ao desenvolvimento de patógenos de plantas são: a temperatura, a umidade, o vento, a luminosidade, o pH do solo e a adubação do solo.

A temperatura é um fator essencial no crescimento dos patógenos, sendo que a severidade da doença pode ser elevada em áreas, estações, ou anos com temperaturas mais frias, enquanto outros patógenos podem se desenvolver melhor em locais com temperaturas elevadas. Determinadas doenças de plantas nas regiões tropicais e subtropicais, são capazes de se desenvolver em amplas faixas de temperatura (AGRIOS, 2005; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

As mudanças climáticas ao longo do tempo, conforme Scherm *et al.* (2000), provocaram o aumento dos fitopatógenos, o que facilitou a

multiplicação e a dispersão desses microrganismos. Bebbler *et al.* (2014) evidenciaram que o aumento da temperatura causou a disseminação de patógenos em direção aos polos na velocidade de  $2,7 \pm 0,8 \text{ km ano}^{-1}$ , desde 1960. Os autores concluíram a hipótese de que as mudanças climáticas governam o movimento dos fitopatógenos.

Para verificar o efeito das temperaturas sobre fitopatógenos, Blum *et al.* (2002), verificaram a influência da temperatura no desenvolvimento de *S. rolfsii* e de *S. sclerotiorum*. Em seus resultados, observaram que a temperatura que beneficiou o desenvolvimento e produção de escleródios de *S. rolfsii* foi de 27 °C e a temperatura de 21 °C foi considerada a temperatura que mais favoreceu o desenvolvimento e produção de escleródios de *S. sclerotiorum*. Em ambos os fungos a temperatura de 5 °C inibiu a produção de escleródios.

A água é um outro fator importante no desenvolvimento dos patógenos, pois a mesma em forma de chuva, de orvalho ou de irrigação, altera a umidade do ar, do solo e das folhas, contribuindo ou prejudicando o crescimento e reprodução de fungos, bactérias e nematoides. A umidade do solo exerce forte influência sobre os patógenos, sendo que o excesso de água, pode promover a eliminação de espécies patogênicas, devido ao desenvolvimento de um ambiente anaeróbico. A baixa umidade do solo pode causar o dessecamento das estruturas do patógeno, diminuindo sua população ou provocando seu desaparecimento (AGRIOS, 2005; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Segundo Michereff, Andrade e Menezes (2005), patógenos radiculares são extremamente dependentes da umidade do solo, sendo que ambientes secos podem favorecer o crescimento de *Macrophomina phaseolina* e *Fusarium* spp. e ambientes úmidos podem favorecer o crescimento de *Phytophthora* sp., *Pythium aphanidermatum*, *S. rolfsii* e nematoides.

Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) e Trigiano, Windham e Windham (2011), consideram que a temperatura e a umidade são frequentemente os fatores mais importantes que afetam a duração do ciclo de uma doença. A temperatura combinada com a umidade, age como um agente moderador e amplificador das doenças fitopatogênicas. Conforme Alves e Fernandes (2006), quando a umidade relativa é elevada ( $\geq 90\%$ ) e aumenta-se a temperatura até 28 °C, ocorre o aumento da produção de conídios de *Magnaporthe grisea*.

O aparecimento da podridão de *Botrytis cinerea* na videira em São Joaquim, Santa Catarina, conforme Würz *et al.* (2017), ocorre com a combinação de altos volumes de chuvas ( $>950 \text{ mm}$ ) e alta umidade

relativa (>80%), na faixa de temperatura de 15 – 23 °C. Essas condições tornam essa doença mais virulenta nos períodos de primavera e verão.

O vento é um dos componentes importantes na propagação de doenças fitopatogênicas. Algumas espécies de fungos que produzem basidiósporos ou conídios, podem apresentar fragilidade com o vento e não sobrevivem ao transporte em longas distâncias. Porém, existem esporos e muitos tipos de conídios, que podem ser transportados pelo vento por muitos quilômetros. O vento se torna mais importante quando sofre interação com a chuva, pois quando os esporos são carregados pelo ar e ocorre a deposição em superfícies molhadas nas folhas de plantas hospedeiras susceptíveis, estas são infectadas imediatamente (AGRIOS, 2005).

Os efeitos da luminosidade sobre o desenvolvimento de patógenos de plantas, especialmente sob condições naturais, é muito menos importante do que a de temperatura ou umidade. Em algumas doenças de plantas a luminosidade pode causar a inibição ou o estímulo de produção de conídios. Um exemplo é fungo *Drechslera teres*, onde a produção de conidióforos é estimulada pela luz de comprimento de onda variável de 310-355 nm e inibida na faixa de 355-495 nm (AGRIOS, 2005; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011). Posteriormente, Marcuzzo e Xavier (2017), verificaram que o fotoperíodo mais favorável ao desenvolvimento de *S. cepivorum* é de 12 horas de luminosidade, sendo que nesse período foi observado o crescimento micelial de 6,71 cm e no fotoperíodo de 0 horas luz e 24 horas luz apresentou 4,75 e 5,75 cm de crescimento micelial. Diante a isso, os autores concluíram que *S. cepivorum* tem seu desenvolvimento favorecido por dias nublados e temperaturas amenas.

O pH do solo tem forte influência nas plantas hospedeiras e também pode afetar diretamente o desenvolvimento dos patógenos. Este fator do ambiente pode causar alterações na sobrevivência, germinação, penetração e reprodução de patógenos ligados ao solo. Os patógenos de plantas são classificados em quatro categorias de acordo com a sua tolerância aos níveis de pH: a) indiferentes, crescem em amplas faixas; b) neutrófilos, crescem com pH próximo a neutralidade; c) acidófilos, crescem em ambientes ácidos; e d) basófilos, que não suportam pH inferior a 8,0. Os agentes patogênicos de natureza fúngica são classificados em acidófilos, pois são favorecidos em solos de pH ácido (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

De acordo com Michereff, Andrade e Menezes (2005), a maioria dos nutrientes minerais exigidos para o crescimento das plantas tem sido

responsável pelo aumento ou a redução da severidade de doenças, sendo que os macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) tem mais efeitos sobre as doenças.

O principal efeito de adubação nitrogenada nas plantas é de promover um crescimento vigoroso, sendo que o nitrogênio é essencial para produção de aminoácidos, proteínas, hormônios de crescimento, fitoalexinas e fenóis pela planta. Nos patógenos, o nitrogênio apresenta efeitos diretos sobre a germinação, sobrevivência, reprodução, crescimento e virulência do patógeno (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005). Tomazela *et al.* (2006), verificaram o efeito de doses nitrogenadas sobre a severidade da ferrugem tropical (causada por *Physopella zae*) e observaram que o fornecimento de 200 kg/ha de N aumentou a severidade de *P. zae*. Esse mesmo efeito foi observado por Rodrigues, Carvalho e Vale (2002), que observaram que o uso de nitrogênio na forma de nitrato de sódio contribui para o aumento da severidade de podridão-radicular causado pela *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. Porém, Michereff, Andrade e Menezes (2005) relataram que algumas doenças causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Aphanomyces* podem ser reduzidas por aplicação de fertilizante na forma nitrato.

Segundo Taiz e Zeiger (2013), o fósforo é um dos nutrientes mais importantes nas células vegetais, sendo que está presente em compostos como os fosfatos-açúcares, que são intermediários da respiração e fotossíntese e os fosfolipídios que constituem as membranas vegetais. Segundo Michereff, Andrade e Menezes (2005), o fósforo é capaz de aumentar a resistência das plantas, devido ao aumento do balanço de nutrientes na planta, que por sua vez, aceleram a maturação da cultura que auxilia as plantas escaparem da infecção por patógenos que tem preferência por tecidos jovens.

Segundo Michereff, Andrade e Menezes (2005) e Jaiswal *et al.* (2016), o potássio é capaz de reduzir a suscetibilidade de plantas tanto a parasitas obrigatórios quanto a facultativos. Entretanto, plantas deficientes em potássio são mais suscetíveis a doenças do que plantas com níveis suficientes de potássio. Lima *et al.* (2010), avaliaram a incidência e a severidade de *Phoma tarda* em mudas de cafeeiro fertilizado com diferentes doses de potássio, e observaram que aumento das doses de potássio, até a dose de 7 mmol/L reduziu a incidência e a severidade da doença.

Amorim, Rezende e Bergamin Filho (2011), esclarecem que através do conhecimento dos efeitos do ambiente sobre as doenças e as plantas hospedeiras, é possível estabelecer estratégias de instalação e condução de uma cultura com a finalidade de criar condições de ambiente

que desfavoreçam o patógeno ou favoreçam o hospedeiro, com o objetivo de impedir o aparecimento de doenças ou de mantê-las em baixos níveis.

## **CAPITULO 1**

**Influência de temperatura e fotoperíodo sobre os fungos *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e *Sclerotium rolfsii* Sacc em ambiente controlado**



## RESUMO

Os principais fatores ambientais que estão relacionados ao desenvolvimento dos patógenos são a temperatura e a luminosidade. Esses fatores afetam o crescimento micelial, a formação de escleródios e a germinação, bem como o início da infecção e a expansão das lesões. Portanto, esse trabalho objetiva avaliar os efeitos da temperatura e fotoperíodo no crescimento micelial e na formação e na germinação de escleródios dos fungos *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii*. O experimento foi conduzido no laboratório de fitopatologia na Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitiba. Utilizou-se o isolado de *S. sclerotiorum* da cultura da soja e *S. rolfsii* da cultura do tomate preservados pelo método de Castellani, pertencentes a micoteca deste laboratório. Discos de micélio (5 mm de diâmetro) foram retirados das colônias e transferidos para o centro de placas de Petri contendo meio de cultura BDA. Para avaliar o efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre esses fungos, as placas foram incubadas em câmara de crescimento nas temperaturas de 5°C, 15°C, 25°C e 35°C e fotoperíodos de 0, 6, 12 e 18 horas de luz. Foram realizadas avaliações diárias de diâmetro das colônias após a repicagem. Foram calculados a área abaixo da curva de crescimento e o índice da velocidade de crescimento micelial. Foi registrado o número de dias para formação do primeiro escleródio e no trigésimo dia foram avaliados a massa, a quantidade, o diâmetro dos escleródios e realizado o teste de viabilidade dos escleródios. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial com dois fatores (temperatura e fotoperíodo) com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi observado que *S. sclerotiorum* não exibiu crescimento micelial na temperatura de 35°C e o fungo *S. rolfsii* não apresentou desenvolvimento na temperatura de 5°C. *S. rolfsii*, na temperatura de 35 °C nas condições 0 e 6 horas luz tiveram maior crescimento micelial comparados aos outros tratamentos. Além disso, os escleródios de *S. rolfsii* acondicionados nesta temperatura induziram o maior número de escleródios nos fotoperíodo de 12 e 18 horas. O crescimento micelial do fitopatógeno *S. sclerotiorum* na temperatura de 25 °C foi mais rápido, sendo que a velocidade do crescimento micelial foi menor com a diminuição da temperatura. Verificou-se que os valores médios do diâmetro dos escleródios foram menores nas temperaturas de 5 °C nos fotoperíodos de 0 e 6 horas luz e em 15 °C no fotoperíodo de 0 horas luz.

**Palavras-chave:** Crescimento micelial. Escleródios. Mofo-branco. Mofo-cinzentos

## ABSTRACT

The main environmental factors that are related to the development of pathogens are: temperature and luminosity. These factors affect the mycelial growth, sclerotic formation and germination, as well as the infection onset and lesion expansion. Therefore, this work aims to evaluate the effects of temperature and photoperiod on mycelial growth and sclerotia formation and germination on *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii* fungi. The experiment was conducted at the phytopathology laboratory at the Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos. Were used the *S. sclerotiorum* isolate from the soybean culture and *S. rolfsii* from the tomato culture, preserved by the Castellani method, belonging to the mycoteca of this laboratory. Mycelial discs (5 mm diameter) were removed from a *S. sclerotiorum* colony and transferred to the center of Petri dishes containing PDA culture medium. To evaluate the effect of temperature and photoperiod on these fungi, the plates were incubated in a growth chamber at temperatures of 5 °C, 15 °C, 25 °C and 35 °C, and photoperiods of 0, 6, 12 and 18 hours of light. Were performed daily evaluations of diameter of the colonies after the replication, then, were calculated the area below the growth curve and the mycelial growth rate index. It was registered the number of days for formation of the first sclerotia and on the thirtieth day were evaluated the mass, quantity, diameter of the sclerotia and the viability test of sclerotia. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme with two factors (temperature and photoperiod) with five replicates. Data were submitted to analysis of variance and Tukey test at 5% probability. It was observed that *S. sclerotiorum* did not exhibit mycelial growth at the temperature of 35 °C and the fungus *S. rolfsii* did not present development at the temperature of 5 °C. The *S. rolfsii*, at 35 °C at 0 and 6 light hours, have had mycelial growth compared to the other treatments. Besides that, sclerotia of *S. rolfsii* conditioned at this temperature induced greater amounts of sclerotia in the photoperiod of 12 and 18 hours. The mycelial growth of *S. sclerotiorum* phytopathogen at a temperature of 25 °C was faster, and of the mycelial growth rate was minor with the decrease in temperature. The mean sclerotial diameter values were found to be lower at temperatures of 5 °C in the photoperiods of 0 and 6 light hours and at 15 °C in the photoperiod of 0 light hours.

**Keywords:** Mycelial growth. Sclerotia. White mold. Southern blight.

## 1. INTRODUÇÃO

Os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfisii* são polífagos e cosmopolitas e considerados os patógenos fúngicos do solo mais importantes no mundo. Esses fungos apresentam semelhanças na morfologia possuindo hifas hialinas, septadas e ramificadas. Na fase reprodutiva, a dispersão de *S. sclerotiorum* ocorre pela produção de ascósporos e o fungo *S. rolfisii* pela produção de basidiósporos, sendo este produzido somente em laboratório e raramente produzido no ecossistema. Além disso, a multiplicação e a dispersão desses fungos podem ocorrer pela propagação de fragmentos de micélio e de escleródios (LEITE, 2005; BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006; WILLBUR *et al.*, 2018).

Os escleródios de *S. sclerotiorum* e *S. rolfisii* são estruturas vegetativas de extrema importância, pois podem permanecer no solo por vários anos, conservando intacto o seu poder patogênico, tornando o controle desses fitopatógenos difícil. Além disso, existe a dificuldade do controle químico atingir os escleródios do patógeno e não existir cultivares resistentes a longo prazo (LEITE, 2005; BRUSTOLIN; REIS; PEDRON, 2016).

No município de Curitiba, Santa Catarina, segundo o IBGE (2019), as principais culturas são o alho, a cebola, o feijão e a soja. Todas essas culturas, conforme Mendes *et al.* (1998) são hospedeiras dos fitopatógenos *S. sclerotiorum* e *S. rolfisii* e causam danos a cultura e a economia local. Entretanto, produtores vêm desenvolvendo estratégias para o controle desses fungos, incluindo a remoção de plantas doentes do campo, evitam a transferência do microrganismo para outras plantas na plantação e o desenvolvimento de cultivares resistentes e de fungicidas (RIBEIRO *et al.*, 2018).

A temperatura e o fotoperíodo são fatores ambientais importantes no crescimento micelial, na formação de escleródios e na germinação, bem como o início da infecção e a expansão das lesões de patógenos (ABAWI; GROGAN, 1979; AGRIOS, 2005; GODOY *et al.*, 2017). Além disso, estratégias de controle físico dessas doenças têm sido desenvolvida para reduzir a incidência dessas doenças no solo, como a solarização e a termoterapia (FERRAZ *et al.*, 2003; MARTINS *et al.*, 2010; VISCONTI *et al.*, 2016).

Diante disso, conhecer os fatores ambientais que influenciam na biologia dos patógenos é de suma importância, pois através desse conhecimento é possível estabelecer estratégias de instalação e condução das culturas com a finalidade de criar condições que desfavoreçam o desenvolvimento do patógeno. Portanto, o intuito deste trabalho foi

avaliar os efeitos da temperatura e fotoperíodo no crescimento micelial, na formação e na germinação de escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* em meio de cultura *in vitro*.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitiba. Utilizou-se o isolado de *S. sclerotiorum* da cultura da soja e *S. rolfsii* da cultura do tomate preservados pelo método de Castellani, pertencentes a micoteca deste laboratório.

Após a recuperação do isolado no Castellani, os mesmos foram cultivados em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e mantido a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Para avaliar o efeito da temperatura e do fotoperíodo no crescimento micelial e na formação e viabilidade dos escleródios, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x4 (quatro temperaturas 5 °C, 15 °C, 25 °C e 35 °C e quatro fotoperíodos 0, 6, 12 e 18 horas de luz), totalizando 16 tratamentos com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por uma placa de Petri. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram inoculados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA, discos de micélio com aproximadamente 5 mm de diâmetro a partir de colônias puras de *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*.

As placas foram armazenadas em pastas de ofício (24,5 × 5,5 × 33,5 cm), que possuíam uma fita LED e um micro ventilador (3 × 3 cm) no interior, para fornecer a luminosidade e a circulação de ar para manter a temperatura constante dentro das caixas (Figura 3). O fotoperíodo das pastas foi programado através de timer digital. Estas foram armazenadas por trinta dias em câmara de crescimento BOD com a respectiva temperatura, onde em cada pasta havia uma espécie do fungo e possuía um fotoperíodo.

**Figura 3** – Pastas de ofício com fita LED e micro ventilador adaptadas para armazenar os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* na câmara de crescimento.



**Fonte:** Autor (2019)

Avaliações diárias de diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas), previamente marcadas na parte externa do fundo das placas, foram realizadas a partir do segundo dia após a repicagem, até que a colônia completasse o tamanho da placa.

Com os dados das medições foi calculada a área abaixo da curva de crescimento (AACCM) e o índice da velocidade de crescimento micelial (IVCM), conforme as fórmulas descritas por Shaner e Finney (1977) e Medeiros, Viana e Albuquerque (2012):

$$\text{AACCM} = \sum \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) \times (t_{i+1} - t_i)$$

onde  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas e  $t_{i+1}$  e  $t_i$  o intervalo entre as avaliações;

$$\text{IVCM} = \frac{\sum y_i - y_{i-1}}{n}$$

Em que  $y_i$  é o diâmetro atual da colônia,  $y_{i-1}$  é o diâmetro da colônia do dia anterior e  $n$  o número de dias após a inoculação.

Após o crescimento do micélio dos fungos nas placas, foi registrado o número de dias para formação do primeiro escleródio e, no último dia (trigésimo dia), foi avaliado a massa, a quantidade e o diâmetro dos escleródios de ambos os fungos.

Dados de viabilidade dos escleródios foram obtidos pelo cultivo de dez escleródios de cada tratamento em placas de Petri contendo o meio de cultura ágar-água (AA) e mantidas em câmara de crescimento na temperatura de 25 °C, fotoperíodo de 12 horas, por um período de sete dias.

Após este período, seguindo a metodologia de Martins *et al.* (2003), os escleródios que germinaram e que apresentaram hifas típicas do patógeno foram considerados viáveis.

### 3.RESULTADOS

#### 3.1.Área abaixo da curva de crescimento micelial

Os resultados obtidos referentes aos efeitos da temperatura e fotoperíodo na área abaixo da curva de crescimento micelial sobre os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfii* estão apresentados na Tabela 1 e Tabela 2.

**Tabela 1** – Médias dos valores da área abaixo da curva de crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* submetido a diferentes fotoperíodos (horas luz) e temperaturas.

<b>Fotoperíodo</b>	<b>5 °C</b>	<b>15 °C</b>	<b>25 °C</b>	<b>35 °C</b>
<b>0</b>	4,11 Ca	22,31 Ab	15,40 Bab	0,00 Da
<b>6</b>	4,58 Ca	21,00 Ac	15,80 Bab	0,00 Da
<b>12</b>	4,41 Ca	20,41 Ac	16,17 Ba	0,00 Da
<b>18</b>	4,57 Ca	23,93 Aa	15,23 Bb	0,00 Da
<b>CV (%)</b>	7,46	7,35	3,92	0,00

**Fonte:** Autor (2019)

\*Médias com letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Tabela 2** – Médias dos valores da área abaixo da curva de crescimento micelial do fungo *S. rolfii* submetido a diferentes fotoperíodos (horas luz) e temperaturas.

<b>Fotoperíodo</b>	<b>5 °C</b>	<b>15 °C</b>	<b>25 °C</b>	<b>35 °C</b>
<b>0</b>	0,00 Da	90,34 Aa	25,11 Cb	30,27 Ba
<b>6</b>	0,00 Ca	90,26 Aa	27,25 Bab	28,93 Ba
<b>12</b>	0,00 Da	84,95 Ab	27,40 Bab	24,38 Cb
<b>18</b>	0,00 Da	92,34 Aa	29,15 Ba	25,72 Cb
<b>CV (%)</b>	0,00	3,68	9,47	10,10

**Fonte:** Autor (2019)

\*Médias com letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

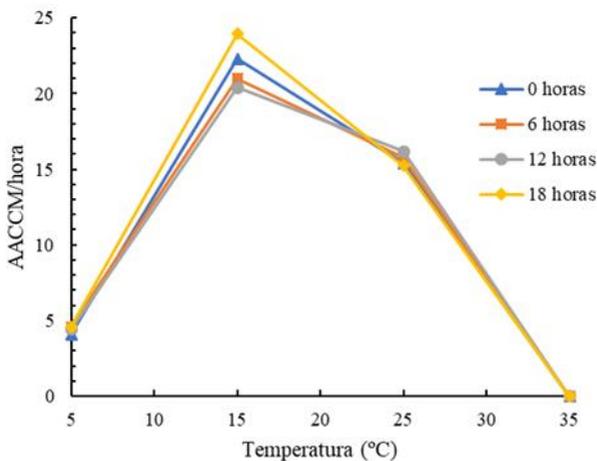
Conforme os resultados, verificou-se que houve interação significativa entre a temperatura e o fotoperíodo ao nível de 5% de probabilidade para ambos os fungos. Além disso, verificou-se que não

houve crescimento micelial na temperatura de 5 °C para o fungo *S. rolfsii* e na temperatura de 35 °C para o fungo *S. sclerotiorum*.

As médias dos valores AACCM para o fungo *S. sclerotiorum* submetidos a temperatura de 5° C não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os fotoperíodos (Tabela 1).

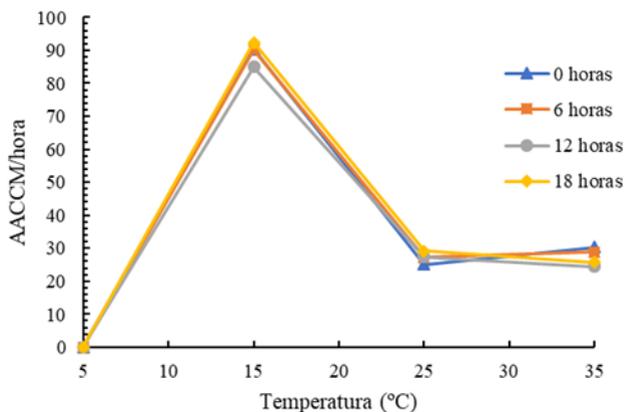
Os valores mais altos de AACCM ocorreram na temperatura de 15°C no fotoperíodo de 18 horas luz em ambos os fungos, além disso, o modelo que melhor se adequou foi a equação polinomial, conforme a figura 4 e figura 5. Nesta temperatura, para o fitopatógeno *S. rolfsii*, os fotoperíodos de 0, 6, e 18 horas luz apresentaram a maior média de AACCM, porém no fotoperíodo de 12 horas a média foi menor.

**Figura 4** – Área abaixo da curva de crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* submetido a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



**Fonte:** Autor (2019)

**Figura 5** – Área abaixo da curva de crescimento micelial do fungo *S. rolfsii* submetido a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



Fonte: Autor (2019)

### 3.2. Índice de velocidade de crescimento micelial

Verificou-se através dos resultados que houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade com os dados de índice de crescimento micelial em ambos os fungos.

As placas inoculadas com *S. sclerotiorum* submetidas a temperatura de 25° C apresentaram crescimento micelial mais rápido comparado com as outras temperaturas podendo observar diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

**Tabela 3** – Médias dos valores do índice de velocidade do crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* submetido a diferentes fotoperíodos (horas luz) e temperaturas.

Fotoperíodo	5 °C	15 °C	25 °C	35 °C
<b>0 horas luz</b>	0,014 Ca	0,130 Bab	0,165 Aa	0,000 Da
<b>6 horas luz</b>	0,016 Ca	0,122 Bb	0,170 Aa	0,000 Da
<b>12 horas luz</b>	0,020 Ca	0,122 Bb	0,175 Aa	0,000 Da
<b>18 horas luz</b>	0,017 Ca	0,139 Ba	0,175 Aa	0,000 Da
<b>CV (%)</b>	23,50	8,48	7,48	0,00

Fonte: Autor (2019)

\*Médias com letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Além disso, na temperatura de 25 °C foi possível verificar que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os fotoperíodos. Na temperatura de 5 °C houve crescimento mais lento comparado com as outras temperaturas, com exceção dos isolados incubados na temperatura de 35 °C que não se desenvolveram.

Na Tabela 4, os isolados de *S. rolfsii* acondicionados na temperatura de 25 °C (todos os fotoperíodos) e 35 °C (fotoperíodo de 0 e 6 horas luz) apresentaram maior velocidade de crescimento micelial comparados aos outros tratamentos. O crescimento mais lento ocorreu nos isolados na temperatura de 15 °C.

**Tabela 4** – Médias dos valores do índice de velocidade do crescimento micelial dos fungos *S. rolfsii* submetidos a diferentes fotoperíodos (horas luz) e temperaturas.

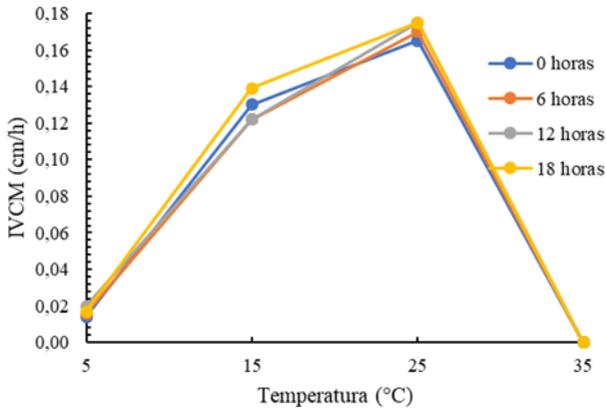
<b>Fotoperíodo</b>	<b>5 °C</b>	<b>15 °C</b>	<b>25 °C</b>	<b>35 °C</b>
<b>0 (horas luz)</b>	0,000 Ca	0,038 Ba	0,083 Aa	0,090 Aa
<b>6 horas luz</b>	0,000 Ca	0,039 Ba	0,090 Aa	0,088 Aa
<b>12 horas luz</b>	0,000 Da	0,037 Ca	0,086 Aa	0,059 Bc
<b>18 horas luz</b>	0,000 Da	0,039 Ca	0,088 Aa	0,068 Bb
<b>CV (%)</b>	0,00	3,20	8,50	19,47

**Fonte:** Autor (2019)

\*Médias com letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

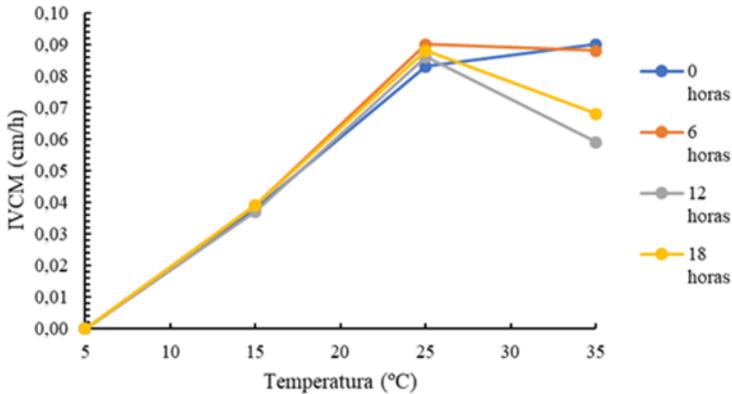
Conforme a figura 6, o fungo *S. sclerotiorum* possui a tendência de aumentar a velocidade de crescimento micelial com o aumento da temperatura, sendo que em 35 °C esse fitopatógeno não apresentou crescimento micelial. O fungo *S. rolfsii*, conforme a figura 7, apresentou o crescimento a partir de 15 °C, não foi observado limitação nas maiores temperaturas testadas. Porém, percebe-se que o IVCm nos fotoperíodos de 0 e 6 horas luz em 35 °C foram maiores quando comparados com os fotoperíodos de 12 e 18 horas na mesma temperatura. Nos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* o modelo que melhor se adequou foi a equação polinomial

**Figura 6** – Índice de velocidade de crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* submetido a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



Fonte: Autor (2019)

**Figura 7** – Índice de velocidade de crescimento micelial do fungo *S. rolfsii* submetido a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



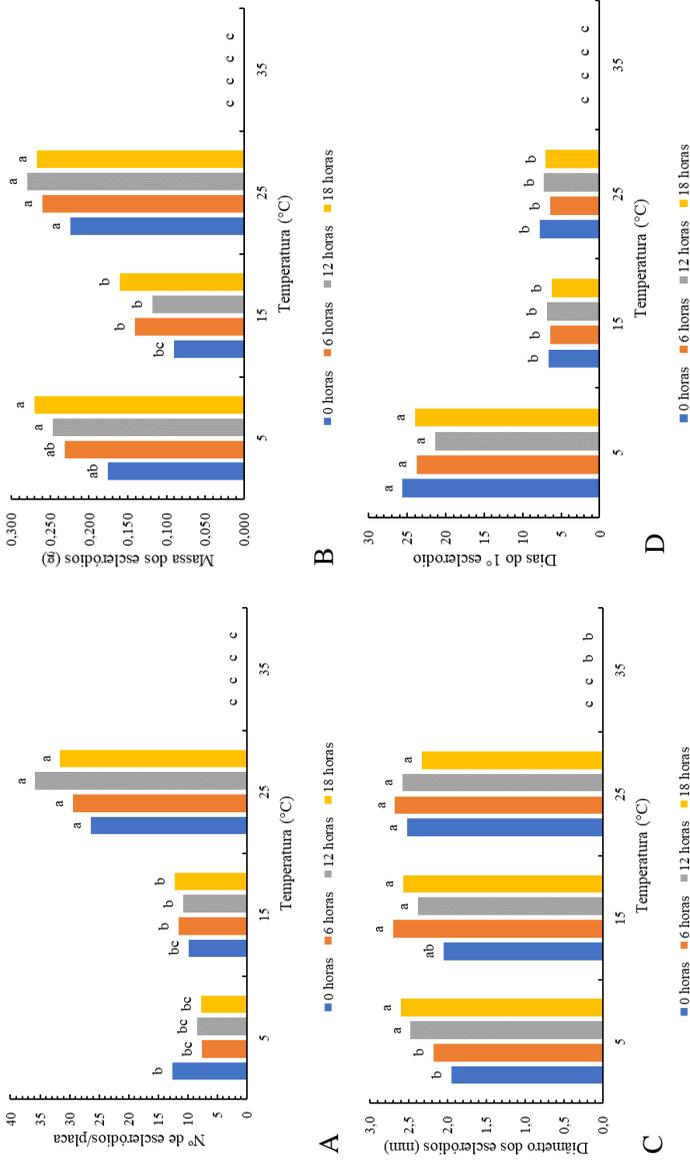
Fonte: Autor (2019)

### 3.3. Produção de escleródios de *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*

A quantidade de escleródios produzidos por *S. sclerotiorum*, segundo a figura 8A, foi maior na temperatura de 25 °C (26 a 36 escleródios) e as menores produções de escleródios ocorreram nas temperaturas de 5 °C e 15 °C (7 a 12 escleródios). A massa dos

escleródios por placa de *S. sclerotiorum* apresentou diferenças nas temperaturas, dado que em 5 °C e 25 °C se obteve as maiores massas comparados aos isolados armazenados em 15 °C (Figura 8B). O diâmetro dos escleródios foi menor nos fotoperíodos de 0 e 6 horas na temperatura de 5 °C (1,952 mm e 2,182 mm) e 0 horas na temperatura de 15 °C (2,049 mm) (Figura 8C). Conforme a figura 8D, verificou-se que os isolados acondicionados na temperatura de 5 °C, demoraram aproximadamente 21 a 26 dias para iniciar a produção dos escleródios, entretanto nas temperaturas de 15 e 25 °C a formação iniciou-se no sexto e sétimo dia.

**Figura 8** – (A) Número médio, (B) massa média, (C) diâmetro médio e (D) dia de produção do primeiro escleróidio do fungo do *S. sclerotiorum* submetidos a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



**Fonte:** Autor (2019)

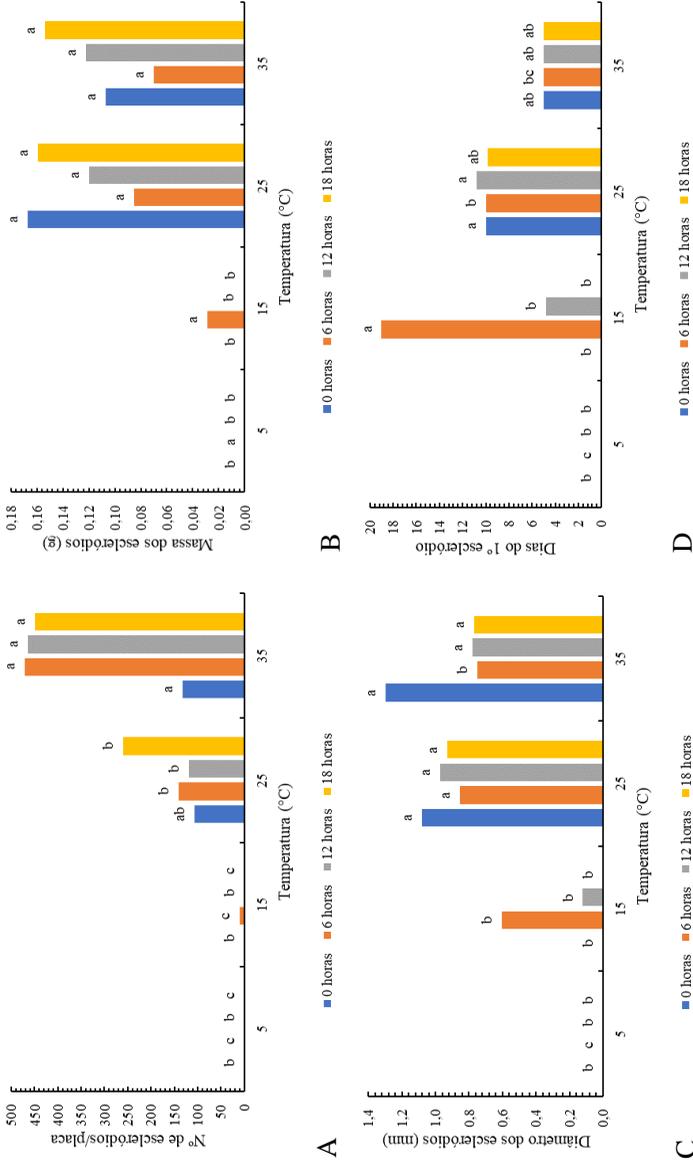
Conforme a figura 9A, a temperatura de 35 °C induziu a produção de maiores quantidades de escleródios (450 a 471 escleródios) de *S. rolfsii*, entretanto no fotoperíodo de 0 horas houve quantidades menores de escleródios (133 escleródios).

As menores quantidades de escleródios ocorreram na temperatura de 15 °C, visto que a produção de escleródios ocorreu no fotoperíodo de 6 horas luz (10 escleródios) e 12 horas luz (1 escleródio). Na figura 9B, verificou-se que os escleródios submetidos a temperatura de 25 °C e 35 °C, no fotoperíodo de 0 horas mesmo que produziram poucos escleródios, apresentaram valores de massa semelhantes aos que produziram altas quantidades. Outra característica expressada nestes tratamentos foi o tamanho dos escleródios, pois o diâmetro foi superior (1,072 a 1,296 mm) quando comparados aos outros tratamentos (Figura 9C e Figura 10).

A formação dos escleródios foi mais acelerada nos isolados submetidos na temperatura de 35 °C, sendo que os primeiros escleródios formados foram no quinto dia (Figura 9D). Os isolados submetidos a 15 °C e fotoperíodo de 6 horas luz iniciaram a produção dos escleródios no décimo nono dia.

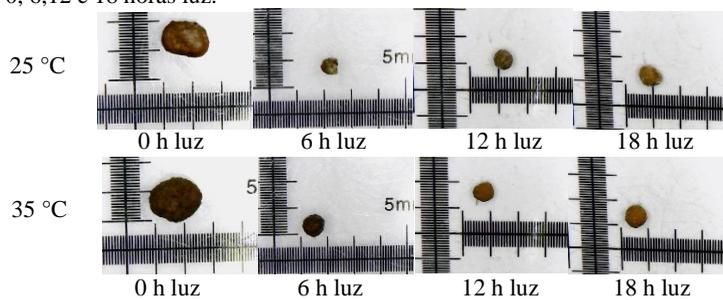
O teste de germinação realizado com os escleródios produzidos das colônias submetidas aos tratamentos (temperatura × fotoperíodo), com exceção dos isolados que não produziram escleródios todos apresentaram germinação miceliogênica em ambos os fungos.

**Figura 9** – (A) Número médio, (B) massa média, (C) diâmetro médio e (D) dia de produção do primeiro escleródio do fungo do *S. rolfsii* submetidos a diferentes fotoperíodos e temperaturas.



Fonte: Autor (2019)

**Figura 10** – Escleródios de nas temperaturas de 25 °C e 35 °C e nos fotoperíodos de 0, 6, 12 e 18 horas luz.



**Fonte:** Autor (2019)

#### 4.DISCUSSÃO

A temperatura e o fotoperíodo são fatores físicos importantes que interferem na fisiologia dos fungos fitopatogênicos. Conforme Purdy (1979), *S. sclerotiorum* é caracterizado por um desenvolvimento lento quando a temperatura se aproxima do ponto de congelamento (0 °C) ou quando prevalecem temperaturas superiores a 32 °C.

Punja (1985), explica que o fungo *S. rolfsii* possui o crescimento ideal em altas temperaturas, sendo que a faixa de desenvolvimento ocorre nas temperaturas de 8 – 40 °C. Os dados obtidos no presente experimento confirmam esta informação, visto que *S. sclerotiorum* não exibiu crescimento micelial na temperatura de 35 °C e o *S. rolfsii* na temperatura de 5 °C.

Os estudos que relacionam a temperatura e o fotoperíodo foram realizados com diversos fitopatógenos, no qual, autores como Nozaki, Camargo e Barreto (2004) observaram que o fungo *Diaporthe citri* na faixa de 20 a 25 °C em regime de luz contínuo teve o maior crescimento micelial e produção de picnídios. Punja (1985), descreve que a luz contínua é ideal para o crescimento micelial de *S. rolfsii*. Entretanto, neste trabalho verificou-se que na temperatura de 35 °C nas condições 0 e 6 horas luz apresentaram ter melhor crescimento micelial comparados aos outros tratamentos que apresentaram maiores períodos de luz.

No experimento, os escleródios de *S. rolfsii* acondicionados na temperatura de 35 °C induziram maiores quantidades de escleródios nos fotoperíodo de 12 e 18 horas. Resultados semelhantes foram encontrados por Serra e Silva (2005) e Medina e Isla (2011), no qual, observaram que a quantidade de escleródios foi maior em condições de claro contínuo e menores quantidades em escuro contínuo.

Abawi e Grogan (1979) e Godoy *et al.* (2017) observaram que em folhas de feijão o tamanho das lesões causadas por *S. sclerotiorum* foram semelhantes quando incubadas a 20 °C e 25 °C, mas quando incubadas a 30 °C e 5 °C foram menos agressivas ou não houve lesões da doença. Mikić *et al.* (2014), verificaram que o desenvolvimento do fitopatógeno *S. sclerotiorum* na temperatura de 30 °C apresentava crescimento micelial lento, sendo que nas temperaturas de 15 °C e 20 °C o desenvolvimento foi mais rápido. Esses dados foram semelhantes ao resultado do experimento, onde houve a tendência da velocidade do crescimento micelial ser menor com o aumento da temperatura.

Fischer *et al.* (2014), também observaram a ausência de sintomas nas temperaturas superiores a 30 °C em hastes de quiabeiro inoculadas com *S. sclerotiorum*. Entretanto, a ocorrência do mofo branco do

quiabeiro foi maior nas temperaturas mais amenas, entre 15 e 20 °C, apresentando 100% de incidência a 15 °C para dois isolados do patógeno.

De acordo com Bedi (1963), Dillard *et al.* (1995) e Venturoso *et al.* (2014) os escleródios de *S. sclerotiorum* com maior tamanho (>4,75 mm) tem a maior capacidade de germinar de forma miceliogênica e carpogênica. Através dos resultados, verificou-se que os valores médios do diâmetro dos escleródios foram menores em temperaturas de 5 °C nos fotoperíodos de 0 e 6 horas luz e na temperatura de 15 °C no fotoperíodo de 0 horas luz. Porém, em relação a taxa de germinação miceliogênica foi semelhante aos dos outros tratamentos.

Bolton, Thomma e Nelson (2006), caracterizam os escleródios como agregados de hifas com um casco enegrecido composto por células produtoras de melanina. Esse composto tem um papel importante na proteção contra condições adversas. Através desses autores, pode-se sugerir que a camada de células excretoras de melanina protegeu os escleródios quando submetidos a diferentes temperaturas e fotoperíodos, sendo que todos os escleródios germinaram em placas de Petri.

Conforme Alvares *et al.* (2013), a microrregião de Curitiba é definida pela classificação de Köppen por um clima temperado, com verão ameno, caracterizado por temperaturas mínimas anuais de 11 °C e temperaturas máximas anuais de 23 °C. Diante disso, ambos os isolados testados dessa região apresentam desenvolvimento ideal nestas temperaturas, sendo que em períodos mais frios os isolados tem desenvolvimento mais lento.

## 5.CONCLUSÕES

O fungo *S. sclerotiorum*, apresentou velocidade de crescimento micelial mais rápida na temperatura de 25 °C, sem sofrer influência do fotoperíodo. Na temperatura de 35 °C não houve crescimento micelial do fitopatógeno.

Em condições de temperaturas inferiores a 15 °C e fotoperíodos com menores horas luz, produziu escleródios de menor diâmetro. Além disso, escleródios submetidos a temperaturas de 5 °C, necessitaram de maiores períodos para iniciar a germinação miceliogênica dos escleródios.

O fungo *S. rolfsii* na temperatura de 35 °C nas condições 0 e 6 horas luz apresentaram melhor crescimento micelial, sendo que na temperatura de 5 °C não apresentou desenvolvimento fúngico.

Em relação a produção de escleródios, a maior produção de escleródios ocorreu em fungos em temperaturas de 35 °C, nos fotoperíodos de 12 e 18 horas luz. Nos demais fotoperíodos houve menor produção, porém, esses tinham maior diâmetro dos escleródios.

No teste de germinação realizado com os escleródios produzidos das colônias em ambos os fungos todos apresentaram germinação miceliogênica.

A temperatura e o fotoperíodo são fatores físicos importantes que interferem no desenvolvimento dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*. Em ambos os fungos, esses fatores influenciaram no crescimento micelial, na produção e na formação dos escleródios, mas não tiveram efeito na germinação miceliogênica dos escleródios.

## REFERÊNCIAS

ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. Epidemiology of Diseases Caused by *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**, [s.l.], v. 69, n. 8, p.899-904, 1979.

AGRIOS, G. N.. **Plant pathology**. 5. ed. [s.l.]: Elsevier, 2005.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 1 dez. 2013.

AMORIM, L. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. 810 p.

BEDI, K.S; The age of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary in relation to the formation of apothecia. **Jornal of the Indian Botanical Society**, v.42, p.204-207, 1963.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, [s. l.], v. 7, n. 1, p.1-16, jan. 2006.

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

DILLARD, H.R.; LUDWIG, J.W.; HUNTER, J.E. Conditioning sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* for carpogenic germination. **Plant Disease**, v.4, n.79, p.411-415, 1995.

FERRAZ, L. C. L. *et al.* Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.17-26, jan. 2003.

FISCHER, I. H. *et al.* Efeito da temperatura e reação de genótipos de quiabeiro ao mofo branco. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.49-53, mar. 2014.

GODOY, C. V. *et al.* Mycelial growth, pathogenicity, aggressiveness and apothecial development of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from Brazil and the United States in contrasting temperature regimes.

**Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 43, n. 4, p.263-268, dez. 2017.

HENNING, A. A.; PAULA, F. Y. H.; MONTEMEZZO, C. A. O.; BOSSE, E. J.; BERGONSI, J. S. S. Avaliação dos princípios ativos para controle químico do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja: safra 2008/2009. Curitiba: ABRATES, 2009. 3 p. (**Informativo Técnico, 19**).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola**. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/curitibanos/pesquisa/14/0>>.

Acesso em: 23 jan. 2019.

LEITE, R. M. V. B. C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. Londrina: Editora Embrapa, 2005.

MARTINS, M. V. V. *et al.* Efeito da temperatura e umidade do substrato na viabilidade de *Sclerotium rolfsii*. **Acta Scientiarum**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.217-222, 29 abr. 2010.

MARTINS, M. V. V. *et al.* Erradicação de escleródios de *Sclerotium rolfsii* em substratos tratados em coletores solares, em Campos dos Goytacazes-RJ. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 25, n. 3, p.421-424, dez. 2003.

MEDEIROS, E. V.; VIANA, M. G.; ALBUQUERQUE, C. C. Extrato etanólico de *Senna alata* no controle de *Fusarium oxysporum*, causador da murcha-de-fusarium do meloeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Botucatu, v. 16, n. 11, p. 1166-1170, 2012.

MEDINA, C. A. H.; ISLA, L. H. Influencia de diferentes regímenes de iluminación sobre el desarrollo “*in vitro*” de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Centro Agrícola**, [s.l.], v. 3, n. 38, p.81-84, jul. 2011.

MIKIĆ, I. *et al.* Utjecaj hranjive podloge i temperature na razvoj *Sclerotinia sclerotiorum*. **Poljoprivreda**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.8-11, 2014.

NOZAKI, M. H.; CAMARGO, M.; BARRETO, M. Caracterização de *Diaporthe citri* em diferentes meios de cultura, condições de temperatura e luminosidade. **Fitopatologia Brasileira**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.429-432, ago. 2004.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 1991. 111 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PUNJA, Z. K. The Biology, Ecology, and Control of *Sclerotium rolfsii*. **Annual Review Of Phytopathology**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.97-127, set. 1985.

PURDY, L. H. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, Diseases and Symptomatology, Host Range, Geographic Distribution, and Impact. **Phytopathology**, [s.l.], v. 69, n. 8, p.875-880, 1979.

RIBEIRO, A. I. *et al.* Biological and Chemical Control of *Sclerotinia sclerotiorum* using *Stachybotrys levispora* and Its Secondary Metabolite Griseofulvin. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 66, n. 29, p.7627-7632, 26 jun. 2018.

SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S. Caracterização biológica e fisiológica de isolados de *Sclerotium rolfsii* obtidos de pimentão no Estado do Maranhão. **Fitopatologia Brasileira**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.61-66, fev. 2005.

SHANER, G.; FINNEY, R. E.. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, [s.l.], v. 77, n. 8, p.1051-1056, 1977

VENTUROSOSO, L. R. *et al.* Relação de massa e localização do escleródio no solo com germinação carpopogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.29-33, mar. 2014.

VISCONTI, A. *et al.* Métodos alternativos para o controle de fitopatógenos de solo – solarização e termoterapia. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p.32-35, jan. 2016.

WILLBUR, J. *et al.* An overview of the *Sclerotinia sclerotiorum* pathosystem in soybean: impact, fungal biology, and current management strategies. **Tropical Plant Pathology**, [s.l.], p.1-9, 20 ago. 2018.

ZANCAN, W. L. A. *et al.* Crescimento micelial, produção e germinação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* na presença de fungicidas químicos e *Trichoderma harzianum*. **Bioscience Journal**, [s.l.], v. 28, n. 5, p.782-789, set. 2012.

## **CAPITULO 2**

**Efeito da umidade e adubos minerais sobre escleródios dos fungos**

*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e *Sclerotium rolfsii* Sacc



## RESUMO

A umidade do solo exerce forte influência sobre os patógenos, sendo que o excesso ou a escassez de água, pode promover a eliminação de algumas espécies patogênicas. Os fertilizantes minerais exigidos para o crescimento das plantas têm sido responsáveis pelo aumento e a redução da severidade de doenças no campo. Entretanto, macronutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, apresentam ter efeitos no desenvolvimento das doenças. Diante disso, o intuito do trabalho foi avaliar os efeitos da umidade, de nitrogênio e de potássio na inibição e na proliferação do fungo *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e no laboratório de fitopatologia na Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos. Utilizou-se o isolado de *S. sclerotiorum* da cultura da soja e *S. rolfsii* da cultura do tomate preservados pelo método de Castellani, pertencentes a micoteca deste laboratório. Para produção dos escleródios, os fungos foram cultivados em meio de cultura BDA e mantido a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas em câmara de crescimento por quinze dias. Para avaliar o efeito da umidade sobre os escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, foi realizado o ajuste da umidade nos vasos nos seguintes níveis: 0, 66, 130 e 200 g de água por kg de solo. Na adubação nitrogenada, foi utilizado a ureia nas doses de 0, 8, 10, 12 e 15 mg por kg de solo, no qual foram incorporados no solo. Em relação ao efeito do potássio, foi utilizado como fonte o cloreto de potássio nas doses de 0, 20, 40, 80 e 160 mg por kg de solo. Em todos os vasos, escleródios de *S. sclerotiorum* e de *S. rolfsii* foram colocados separadamente em bolsas de poliéster, em seguida, as mesmas foram enterradas nos vasos, além disso, foram enterrados escleródios em contato direto com o solo. A retirada dos propágulos no teste da umidade ocorreu 23, 35, 49, 82 e 142 dias após implantação do experimento. Nos experimentos com os adubos, a retirada de cada repetição dos tratamentos com ureia ocorreu 20, 37, 41, 47 e 58 dias e nos tratamentos com KCL aconteceu 14, 21, 27, 35 e 42 dias após implantação do experimento. A avaliação da germinação dos escleródios foi realizada diariamente, observando os escleródios germinados e não germinados e o número de dias máximo para germinação de todos os escleródios, para determinar a taxa de germinação. Os dados foram submetidos à análise de variância, e em seguida e teste de Tukey a 5% de probabilidade. No experimento, verificou-se que nos níveis de umidade e nas doses de nitrogênio não afetaram na taxa de germinação dos escleródios e o número de dias máximo para germinação de todos os escleródios. De acordo com os resultados, verificou-se que *S. rolfsii* apresentou germinação dos

escleródios no tratamento que não houve aplicação de KCl. Os escleródios de *S. sclerotiorum* submetidos a altas doses de KCl, tiveram períodos maiores para germinação dos escleródios.

**Palavras-chave:** Cloreto de Potássio. Escleródios. Mofo-branco. Mofo-cinzentos. Ureia.

## ABSTRACT

Soil moisture exerts a strong influence on pathogens, some and the excess or scarcity of water may promote the elimination of pathogenic species. The mineral fertilizers required for plant growth have been responsible for increasing and reducing the severity of diseases in the field. However, macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium, have an effect on the development of diseases. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effects of moisture, nitrogen and potassium on the inhibition and proliferation of fungi *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii* in soil. The experiment was conducted in a greenhouse and in the laboratory of phytopathology at the Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos. Were used the *S. sclerotiorum* isolate from the soybean culture and *S. rolfsii* from the tomato culture were used, preserved by the Castellani method, belonging to the mycoteca of this laboratory. For sclerotia production, the fungi were grown in PDA culture medium and maintained at 25 °C and photoperiod of 12 hours in a growth chamber for 15 days. In order to evaluate the effect of moisture on the sclerotia of *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii* fungi, the humidity was adjusted in the following levels: 0, 6, 6, 13 and 20% water per kg of soil. In the nitrogen fertilization, urea was used at the doses of 0, 8, 10, 12 and 15 mg per kg of soil, in which they were incorporated into the soil. In relation to the effect of potassium, potassium chloride was used as the source at doses of 0, 20, 40, 80 and 160 mg per kg of soil. In all vessels, sclerotia of *S. sclerotiorum* and *S. rolfsii* were placed separately in polyester bags, then they were buried in the vases, in addition, sclerotia were buried in direct contact with the soil. The removal of the propagules in the moisture test occurred 23, 35, 49, 82 and 142 days after implantation of the experiment. In the experiments with fertilizers, the removal of each replicate of the urea treatments occurred 20, 37, 41, 47 and 58 days and in the treatments with KCL occurred 14, 21, 27, 35 and 42 days after the implantation of the experiment. The sclerotia germination was evaluated daily, observing the germinated and non-germinated sclerotia and the maximum number of days for germination of all sclerotia, to determine the germination rate. Data were submitted to analysis of variance, and then Tukey test at 5% probability. In the experiment, it was verified that in the levels of humidity and in the doses of nitrogen did not affect in the germination rate of the sclerotia and the maximum number of days for germination of all the sclerotia. According to the results, it was verified that *S. rolfsii* presented germination of sclerotia in the treatment that there was no

application of KCl. The sclerotia of *S. sclerotiorum* submitted to high doses of KCl had longer periods for germination of the sclerotia.

**Keywords:** Potassium chloride. Sclerotia. White mold. Southern blight. Urea

## 1. INTRODUÇÃO

Os nutrientes minerais exigidos para o crescimento das plantas têm sido responsáveis pelo aumento e a redução da severidade de doenças no campo. Entretanto, esses macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) podem apresentar efeitos no desenvolvimento das doenças. (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005; BALARDIN *et al.*, 2006).

A adubação nitrogenada apresenta efeitos diretos nos patógenos, sobre a germinação, sobrevivência, reprodução, crescimento e virulência. Algumas doenças causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Phytophthora* podem ser reduzidas com aplicação de fertilizantes nitrogenados. (HUBER; WATSON, 1974; MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005). Rodrigues, Carvalho e Vale (2002), observaram que o uso de nitrogênio na forma nítrica contribui mais para o aumento da severidade de podridão-radicular causado pela *Rhizoctonia solani* em feijoeiro.

Segundo Michereff, Andrade e Menezes (2005) e Jaiswal *et al.* (2016), o potássio é capaz de reduzir a suscetibilidade de plantas tanto a parasitas obrigatórios quanto a facultativos. Lima *et al.* (2010), observaram que o aumento das doses de potássio reduziu a incidência e a severidade da doença de *Phoma tarda*, sendo que o nutriente possivelmente conferiu resistência nas mudas de cafeeiro.

Os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* são considerados os patógenos fúngicos do solo mais importantes no mundo, devido os escleródios permanecerem no solo por vários anos, conservando intacto o seu poder patogênico, tornando difícil o controle desses fitopatógenos. (BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006; BRUSTOLIN; AMORIM *et al.*, 2016; REIS; PEDRON, 2016). Diante disso, o intuito do trabalho foi avaliar os efeitos da umidade, do nitrogênio e do potássio na inibição e na proliferação dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* no solo.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (temperatura de  $\approx 25$  °C, sem fotoperíodo e sem sistema de irrigação) da área experimental didática e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibaanos.

Utilizou-se o isolado de *S. sclerotiorum* da cultura da soja e *S. rolfsii* da cultura do tomate preservados pelo método de Castellani, pertencentes a micoteca deste laboratório. Para produção dos escleródios, os fungos foram cultivados em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e mantido a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas em câmara de crescimento por quinze dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. As unidades experimentais foram constituídas por vasos preenchidos com solo, previamente destorroado e peneirado, oriundo da Fazenda Experimental Agropecuária da UFSC, o qual é classificado como Cambissolo háplico de textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2013). Utilizou-se vasos plásticos de 3 L, preenchidos com 1,7 kg de solo sem esterilizar.

Para avaliar o efeito da umidade sobre os escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, foi realizado o ajuste da umidade nos vasos nos seguintes níveis: 0, 66, 130 e 200 g de água por kg de solo.

Na adubação nitrogenada, foi utilizado como fonte de nitrogênio (N) a ureia ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) nas doses de 0, 8, 10, 12 e 15 mg por kg de solo, a qual foi incorporada no solo, conforme Rodrigues, Carvalho e Vale (2002). Em relação ao efeito do potássio (K), foi utilizado como fonte o cloreto de potássio (KCl) nas doses de 0, 20, 40, 80 e 160 mg por kg de solo, o qual foi dissolvido em água e incorporadas no solo de cada vaso, conforme Basseto, Ceresini e Valério Filho (2007).

Escleródios de *S. sclerotiorum* e de *S. rolfsii* produzidos em placas de Petri em meio BDA, foram colocados separadamente em bolsas de poliéster, contendo 15 escleródios por bolsa. Em seguida, as mesmas foram enterradas nos vasos, seguindo a metodologia de Barros, Netto e Hanada (2007). Além disso, próximas das bolsas de poliéster foram enterrados 15 escleródio em contato direto com o solo, na profundidade de 5 cm do solo (Figura 11).

No experimento de umidade, os escleródios e as bolsas de poliéster, foram retirados dos vasos aos 23, 35, 49, 82 e 142 dias após implantação do experimento. Nos experimentos com os adubos, a retirada dos tratamentos com nitrogênio ocorreu 20, 37, 41, 47 e 58 dias e nos

tratamentos com potássio aconteceu 14, 21, 27, 35 e 42 dias após implantação do experimento.

**Figura 11** - Escleródios de *S. sclerotiorum* na bolsa de poliéster e em contato direto com o solo.



**Fonte:** Autor (2019)

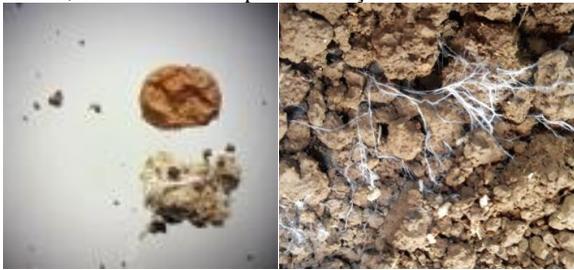
No teste de germinação, os escleródios foram desinfestados em uma solução de álcool a 70% (1 min.), hipoclorito de sódio a 1,25% (1 min.) e enxaguados em água destilada. Em seguida, quinze escleródios coletados dos vasos (sacos de poliéster e do solo) foram depositados na superfície de placas de Petri contendo o meio ágar-água (meio AA). (MARCUIZZO; SCHULLER, 2014)

As placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em câmara de crescimento a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. A avaliação da germinação dos escleródios foi realizada diariamente, observando os escleródios germinados e não germinados e o número de dias para germinação de todos os escleródios, para determinar a taxa de germinação. Os dados foram submetidos à análise de variância, e em seguida ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.RESULTADOS

Durante o experimento, em alguns tratamentos com diferentes níveis de umidade e doses de adubo, não foram encontrados todos os escleródios de *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* nos vasos. Sugere-se que na coleta dos mesmos, alguns escleródios tenham ficado perdidos no vaso. Entretanto, verificou-se que escleródios do fungo *S. rolfsii* germinaram no solo e também nos sacos de poliéster, pois foi observada em lupa e no solo a presença de resíduos desses escleródios, conforme a Figura 12.

**Figura 12** – Resíduo de escleródio e micélio de *S. rolfsii* na superfície do solo tratado com doses de ureia, retirado 41 dias após inoculação.



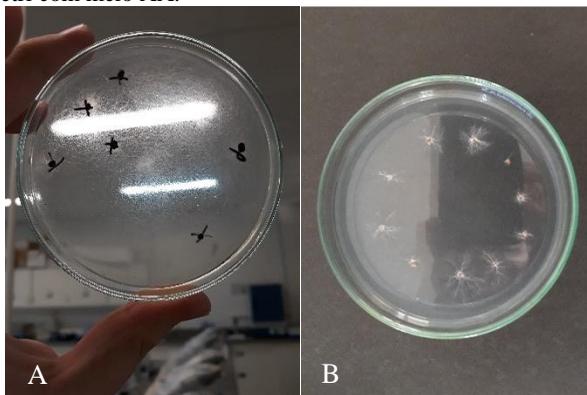
**Fonte:** Autor (2019)

Os escleródios recuperados que estavam submetidos em diferentes níveis de umidade em todos os períodos de coleta apresentaram 100% de germinação.

Além disso, verificou-se que não houve diferença significativa também no número de dias para germinação dos escleródios, sendo que os *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* tiveram o período de aproximadamente 7 e 4 dias, respectivamente, para germinação dos escleródios.

Nas avaliações com as doses de ureia, semelhantes aos resultados da umidade, verificou-se que todos os escleródios recuperados apresentaram 100% de germinação (Figura 13). Os fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* apresentaram, em média, 7 e 4 dias para germinação dos escleródios, sendo que não houve diferença quando comparadas as diferentes doses de ureia.

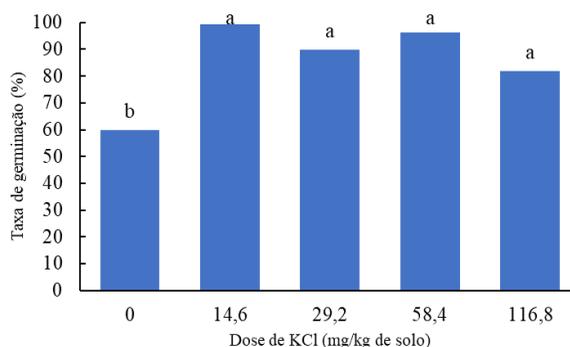
**Figura 13** – Germinação dos escleródios de *S. sclerotiorum* (A) e *S. rolfsii* (B) em placas de Petri com meio AA.



**Fonte:** Autor (2019)

Nas adubações realizadas com KCl, verificou-se que a taxa de germinação de escleródios de *S. rolfsii* apresentou diferença significativa a nível 5% de probabilidade, sendo que os escleródios na dose zero de KCl apresentaram em média 58,4% de germinação dos escleródios enquanto com adubação os valores foram superiores 80% de germinação, conforme a figura 14. O fungo *S. rolfsii* levou, em média, 4 dias para germinação dos escleródios, sendo que não houve diferença significativa quando comparado aos tratamentos.

**Figura 14** – Taxa de germinação de escleródios de *S. rolfsii* a diferentes doses de Cloreto de Potássio (KCl).

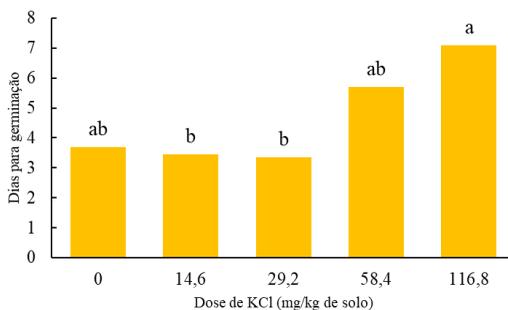


**Fonte:** Autor (2019)

Para *S. sclerotiorum*, verificou-se que em média a taxa de germinação foi de 95,5%, sendo que não houve diferença significativa entre as doses de KCl.

Entretanto, conforme a figura 15, verificou-se que o tempo para germinação dos escleródios foi maior nas doses mais altas de KCl, na dose de 116,8 mg/kg de solo foram necessários aproximadamente oito dias para germinação dos escleródios.

**Figura 15** – Dias para germinação de escleródios de *S. sclerotiorum* em solo com diferentes doses de Cloreto de Potássio (KCl).



**Fonte:** Autor (2019)

#### 4.DISCUSSÃO

No experimento, verificou-se que os níveis de umidade não afetaram na taxa de germinação dos escleródios até 142 dias após implantação do experimento. Segundo Maiti e Sen (1988), escleródios de *S. rolfsii* toleram ambientes secos e úmidos, porém a partir do oitavo mês em ambientes úmidos, os escleródios começam a ter lise celular resultando na perda da viabilidade dos escleródios. Portanto, sugere-se que os escleródios no ensaio podem expressar o efeito supressivo após o período de 142 dias no solo.

A taxa de germinação dos escleródios de 100% pode ser justificada por Bolton, Thomma e Nelson (2006), o casco protetor composto por células produtoras de melanina, poderia ter causado uma proteção dos escleródios nos períodos que estavam submetido a diferentes umidades. A perda da viabilidade dos escleródios devido à umidade já foi verificada por Maiti e Sen (1988), Martins *et al.* (2010) e Pinheiro *et al.* (2010). Para esses autores, a perda da viabilidade dos escleródios ocorre com o aumento da temperatura em solos de alta saturação.

Em áreas contaminadas por *S. sclerotiorum*, segundo Stone e Moreira (2001), produtores de feijão irrigado têm provocado estresse hídrico na fase vegetativa do ciclo da cultura, reduzindo a lâmina de irrigação, com o objetivo de criar condições desfavoráveis ao patógeno pela redução da umidade do solo. Através dos resultados deste ensaio, verifica-se que esse tipo de manejo pode ser ineficaz para o controle desse patógeno nas áreas agrícolas, pois os escleródios podem permanecer no solo sem efeito da umidade.

Ghini *et al.* (2001), verificaram que a utilização de ureia na dose de 86 mg/L de solo aumenta a taxa germinação dos escleródios de *S. rolfsii*, sendo que para fitopatógenos *S. sclerotiorum* a taxa de germinação não apresentou efeito. Neste experimento a ureia não interferiu na germinação dos escleródios dos isolados de *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*.

De acordo com os resultados, verificou-se que *S. rolfsii* apresentou em média 58,4% de germinação dos escleródios no tratamento que não houve aplicação de KCl. Nos tratamentos onde houveram a aplicação desde adubo apresentou germinação superior à 80% dos escleródios. Portanto, devido ao solo não estar esterilizado, sugere-se que houve influência de microrganismos que causaram a redução da taxa de germinação dos escleródios.

Nos tratamentos que houveram a aplicação de KCl, as altas concentrações desse adubo reduziram a população desses microrganismos e a taxa de germinação foi maior que o tratamento que

não teve aplicação de adubo. Conforme Silva *et al.* (2001), Silva Júnior *et al.* (2009) e Marschner (2012), o excesso de adubação por cloreto de potássio causa o aumento de salinidade do solo. Posteriormente, este tem efeito prejudicial em processos biológicos no solo como a redução de microrganismos.

A aplicação de fertilizantes potássicos para controle de *S. sclerotiorum* foram verificados por Caixeta, Vieira e Canedo (2012), sendo observado que a aplicação de fosfito de potássio não apresentou efeito significativo no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. Com base neste estudo, sugere-se que o adubo potássico não apresente efeito sobre o mofo-branco. Neste trabalho, verificou-se que escleródios submetidos a altas doses de KCl, tiveram períodos maiores para germinação dos escleródios.

## 5. CONCLUSÕES

Os fatores abióticos influenciam o desenvolvimento de diversas doenças em plantas, agindo no crescimento e na reprodução das mesmas. Com base nos resultados, os escleródios dos fungos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* conseguem germinar em condições de solo com baixa e alta umidade. Portanto a umidade do solo não afeta a germinação dos escleródios no período de tempo estudado.

Os fertilizantes nitrogenado e potássico não influenciaram na taxa de germinação dos escleródios. Os escleródios de *S. sclerotiorum* em altas doses de KCl levaram períodos maiores para germinação dos escleródios, portanto esse fertilizante pode afetar a germinação.

Os escleródios desses fungos conseguem manter o poder germinativo no solo, sem o efeito da umidade e da utilização de fertilizantes. Esses fatores a longo prazo podem ter efeito maior nos escleródios, como foi verificado que altas doses de KCl influenciaram no período de germinação.

Além disso, com base no triangulo da doença recomenda-se a utilização de hospedeiros vivos para verificar o efeito de fertilizantes sobre os escleródios, visto que esse fator pode determinar a germinação e também a multiplicação dos escleródios.



## REFERÊNCIAS

- AMORIM, L. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. 810 p.
- BALARDIN, R. S. *et al.* Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, [s.l.], v. 31, n. 5, p.462-467, out. 2006.
- BARROS, P. P.; NETTO, R. A. C.; HANADA, R. E.. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagonísticos a *Sclerotium rolfsii*. In: XVI JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Manaus. **Anais...** . Manaus: Inpa, 2007. p. 95 - 96.
- BASSETO, M. A; CERESINI, P. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. Severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA em função de doses de potássio. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v.33, n.1, p.56-62, 2007.
- BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D.. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, [s. l.], v. 7, n. 1, p.1-16, jan. 2006.
- BRUSTOLIN, R.; REIS, E. M.; PEDRON, L.. Longevity of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia on the soil surface under field conditions. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 42, n. 2, p.172-174, jun. 2016.
- CAIXETA, A. O.; VIEIRA, B. S.; CANEDO, É. J.. Efeito do fosfito de potássio sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 3, n. 0, p.35-43, nov. 2012.
- GHINI, R. *et al.* Efeito de adubos nitrogenados na supressividade de solos a fitopatógenos. **Revista Ecosystema**, [s.l.], v. 26, n. 2, p.147-152, ago./dez. 2001.
- HUBER, D. M.; WATSON, R. D. Nitrogen form and plant disease. **Annual review of phytopathology**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.139-165, set. 1974.

- JAISWAL, D. K. *et al.* Potassium as an important plant nutrient in sustainable agriculture: A state of the art. **Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture**, [s.l.], p.21-29, 2016.
- LIMA, L. M. *et al.* Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, [s.l.], v. 35, n. 4, p.223-228, jul./ago. 2010.
- MAITI, S.; SEN, C.. Effect of moisture and temperature on the survival of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in soil. **Journal of phytopathology**, [s.l.], v. 121, n. 2, p.175-180, fev. 1988.
- MARSCHNER, P. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2012. 651 p.
- MARTINS, M. V. V. *et al.* Efeito da temperatura e umidade do substrato na viabilidade de *Sclerotium rolfsii*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.217-222, 29 abr. 2010. Universidade Estadual de Maringá.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.
- PINHEIRO, V. R. *et al.* Development of *Sclerotium rolfsii* sclerotia on soybean, corn, and wheat straw, under different soil temperatures and moisture contents. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 45, n. 3, p.332-334, mar. 2010.
- RODRIGUES, F. Á.; CARVALHO, E. M.; VALE, F. X. R.. Severidade da podridão-radicular de *Rhizoctonia* do feijoeiro influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 37, n. 9, p.1247-1252, set. 2002.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA JÚNIOR, J. M. T. *et al.* Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes

adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 4, n. 4, p.378-382, 12 mar. 2009.

SILVA, M. A. G. *et al.* Efeito do cloreto de potássio na salinidade de um solo cultivado com pimentão, *Capsicum annuum* L., em ambiente protegido. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p.1085-1089, jan. 2001.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.473-481, mar. 2001.



### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados, pode-se obter informações sobre a sobrevivência dos fungos submetidos a diferentes temperaturas e fotoperíodos. O fungo *S. rolfsii* na temperatura de 35 °C nas condições 0 e 6 horas luz apresentaram melhor crescimento micelial, sendo que na temperatura de 5 °C o fungo não apresentou desenvolvimento.

Além disso, em alta temperatura nos fotoperíodos de 12 e 18 horas luz, houve o estímulo de produção de escleródios de *S. rolfsii*, entretanto em fotoperíodos inferiores houve menor produção de escleródios caracterizados por escleródios de maior diâmetro.

O fitopatógeno *S. sclerotiorum* na temperatura de 25 °C teve crescimento micelial mais rápido, sendo que em 35 °C não houve desenvolvimento do fungo. Em temperaturas inferiores a 15 °C em fotoperíodos com menores horas luz caracterizaram-se por escleródios de menor diâmetro.

Nos experimentos em casa de vegetação, verificou-se que os níveis de umidade e as doses de ureia não afetaram a germinação dos escleródios de ambos os fungos. Nas doses de potássio, verificou-se que *S. rolfsii* apresentou em média 58,4% de germinação dos escleródios na testemunha. Os escleródios *S. sclerotiorum* a altas doses de KCl, tiveram períodos maiores para germinação dos escleródios.

Em geral, os fatores abióticos influenciaram no desenvolvimento dos agentes fitopatogênicos *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*. Pode se verificar que o fator ambiente é um regulador para o desenvolvimento desses fungos. Esse estudo será importante para trabalhos futuros que necessitam a produção de escleródios de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum* ou a elaboração de estratégias de manejo desses fungos, principalmente no município de Curitiba – SC, local onde foram isolados esses fungos.



## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N.. **Plant pathology**. 5. ed. [s.l.]: Elsevier, 2005.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 15 Janeiro 2019.

AGUIAR, R. A.. **Manejo do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* L.) em tomateiro industrial**. 2011. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

ALVES, K. J. P.; FERNANDES, J. M. C.. Influência da temperatura e da umidade relativa do ar na esporulação de *Magnaporthe grisea* em Trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p.579-584, nov./dez. 2006.

AMORIM, L. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. 810 p.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011.

BATURO-CIESNIEWSKA, A. *et al.* Molecular identification of *Sclerotinia trifoliorum* and *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from the United States and Poland. **Plant Disease**, [s.l.], v. 101, n. 1, p.192-199, jan. 2017.

BEBBER, D. P.; HOLMES, T.; GURR, S. J.. The global spread of crop pests and pathogens. **Global Ecology and Biogeography**, [s.l.], v. 23, n. 12, p.1398-1407, 27 ago. 2014.

BENSCH, K.. **Mycobank**. Disponível em: <<http://www.mycobank.org/BioMICSDetails.aspx?Rec=24988>>. Acesso em: 19 janeiro 2019.

BLUM, L. E. B. *et al.* Temperatura, luminosidade e meio de cultura afetando a produção de esclerócios de *Sclerotium rolfsii* e *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 1, n. 1, p.1-7, 2002.

BODAH, E. T.. Root rot diseases in plants: A review of common causal agents and management strategies. **Agricultural Research & Technology**: Open Access Journal, [s.l.], v. 5, n. 3, p.1-8, 27 mar. 2017.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D.. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, [s. l.], v. 7, n. 1, p.1-16, jan. 2006.

BUENO, C. J.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L.. Produção e avaliação da sobrevivência de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.47-55, mar. 2007.

DOMINGUES, R. J. *et al.* Ação "in vitro" de extratos vegetais sobre *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p.643-649, out./dez. 2009. 29

DULLAHIDE, S. R. *et al.* The role of nematodes, fungi, bacteria, and abiotic factors in the etiology of apple replant problems in the Granite Belt of Queensland. **Australian journal of experimental agriculture**, [s.l.], v. 34, n. 8, p.1177-1182, 1994.

GÄUMANN, E. A.. **Principles of plant infection**. Londres: Crosby Lockwood and son, 1950.

GHINI, R.; BETTIOL, W.. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 1, p.61-70, jan. 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola**. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/curitibanos/pesquisa/14/0>>.  
Acesso em: 23 jan. 2019.

JAISWAL, D. K. *et al.* Potassium as an important plant nutrient in sustainable agriculture: **A state of the art.**, [s.l.], p.21-29, 2016.

LEITE, R. M. V. B. C.. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja.** Londrina: Editora Embrapa, 2005.

LIMA, L. M. *et al.* Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, [s.l.], v. 35, n. 4, p.223-228, jul./ago. 2010.

LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (Ed.). **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos.** Recife: Edufrpe, 2018.

MARCUZZO, L. L.; XAVIER, A.. Efeito da temperatura e do fotoperíodo no desenvolvimento micelial de *Sclerotium cepivorum*, agente causal da podridão branca do alho e da cebola. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 43, n. 1, p.68-69, mar. 2017.

MELLO, S. C. M. *et al.* Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Fitossanidade**, [s. L.], v. 11, n. 1, p.3-9, mar. 2007.

MENDES, M. A. S. *et al.* **Fungos em plantas no Brasil.** Brasília: Editora Embrapa, 1998.

MEYER, M. C. *et al.* Eficiência de fungicidas para controle de mofobranco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2013/2014-resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa**, Londrina, v. 01, n. 109, p.1-4, mar. 2015.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

PAUTASSO, M. *et al.* Impacts of climate change on plant diseases—opinions and trends. **European journal of plant pathology**, [s.l.], v. 133, n. 1, p.295-313, 19 jan. 2012.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C..

**Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 2002. 30

REIS, A.; LOPES, C. A.. **Podridão das raízes.** Disponível em:

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cenoura/arvore/CONT000gnlq114602wx5ok0cdjvschssmcki.html>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

RODRIGUES, F. Á.; CARVALHO, E. M.; VALE, F. X. R.. Severidade da podridão-radicular de *Rhizoctonia* do feijoeiro influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 37, n. 9, p.1247-1252, set. 2002.

SAHARAN, G. S.; MEHTA, N.. **Sclerotinia disease of crop plants:**

Biology, ecology and disease management. Hisar: Springer, 2008.

SCHERM, H. *et al.* Global networking for assessment of impacts of global change on plant pests. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 108, n. 3, p.333-341, jun. 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia Vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TOMAZELA, A. L. *et al.* Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da Ferrugem e atributos morfológicos do milho. **Revista brasileira de milho e sorgo**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.192-201, 30 ago. 2006.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S..

**Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório.** Porto Alegre: Artmed, 2011.

VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.).

**Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas.** Belo Horizonte: Editora Perfíl, 2004.

WILLBUR, J. *et al.* An overview of the *Sclerotinia sclerotiorum*

pathosystem in soybean: impact, fungal biology, and current management strategies. **Tropical Plant Pathology**, [s.l.], p.1-9, 20 ago. 2018.

WÜRZ, D. A. *et al.* Desfolha precoce como estratégia de controle da podridão de *Botrytis cinerea* na videira Cabernet Sauvignon em regiões de altitude. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.111-117, jun. 2017.

