

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**MARCOS LENZ**

**BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO  
EM FEIJOEIRO**

**CERRO LARGO  
2023**

**MARCOS LENZ**

**BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO  
EM FEIJOEIRO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção de grau  
de Bacharel em Agronomia da Universidade  
Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Juliane Ludwig

**CERRO LARGO**

**2023**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Lenz, Marcos  
BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO EM FEIJOEIRO / Marcos  
Lenz. -- 2023.  
44 f.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

I. Ludwig, Juliane, orient. II. Universidade Federal  
da Fronteira Sul. III. Título.

**BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO  
EM FEIJOEIRO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção de grau de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em  
01/02/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Juliane Ludwig

Prof. Dr.<sup>a</sup> Juliane Ludwig – UFFS  
Orientador

Tatiane Chassot

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Chassot – UFFS  
Avaliadora

Mateus S. Bruinsma

Eng. Agr. Me. Mateus Schneider Bruinsma – UFPel  
Avaliador

**MARCOS LENZ**

*Dedico este trabalho a minha  
família. Em especial, aos meus pais  
Lucia e Elio, e ao meu irmão Giuvan.*

## **AGRADECIMENTOS**

A toda minha família, em especial aos meus pais, Lucia Strieder e Elio Erico Lenz, ao meu irmão Giuvan Lenz. Por todo amor e carinho, apoio e incentivo, paciência e compreensão. Sem vocês eu não teria conseguido.

A minha orientadora, professora Dr.<sup>a</sup> Juliane Ludwig, pelas contribuições realizadas na elaboração do trabalho e por me orientar desde o primeiro semestre da graduação.

A professora Dr.<sup>a</sup> Tatiane Chassot, pelas contribuições na elaboração e correção do trabalho.

Ao Eng. Agr. Me. Mateus Schneider Bruinsma por todas as contribuições ao meu trabalho.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul pela oportunidade e acolhimento.

Agradeço a ajuda das colegas de curso Antonio Luiz Junges, Jaine Deboni da Veiga, Samara Streda, Ana Machado Feltrin e Marintia Borges Quaresma, durante a condução do experimento.

A todos os amigos feitos durante a graduação, pelos momentos de estudo, ajuda, risadas e conversas jogadas fora. Sem vocês seria muito difícil.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha jornada.

## RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos mais consumido pelo brasileiro, no entanto, sua produção passa por diversos entraves produtivos, dentre eles, as doenças. O mofo branco, (*Sclerotinia sclerotiorum*) é umas das doenças que mais causam danos na cultura do feijoeiro. Está presente em 8,6% das áreas brasileiras cultivadas e pode causar até 50% de perda de produtividade em algumas culturas. Devido a isso, o controle biológico tornou-se uma importante ferramenta utilizada no manejo integrado dessa doença. Organismos dos gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* são uma representativa porcentagem das fontes de estudo na área do controle biológico de doenças e promoção de crescimento de plantas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do controle biológico e promoção de crescimento de espécies do gênero *Trichoderma* e *Bacillus* sobre o patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura do feijoeiro. O experimento foi realizado em duas etapas, a primeira no Laboratório de Fitopatologia e a segunda na casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul, na cidade de Cerro Largo – RS. A primeira etapa, denominada teste *in vitro*, visou estabelecer a compatibilidade entre os microrganismos utilizados como tratamentos. As combinações testadas foram: *Trichoderma asperellum* + *Trichoderma harzianum*; *Trichoderma asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens*; *Trichoderma harzianum* + *Bacillus amyloliquefaciens*. Na segunda etapa, denominada *in vivo*, foram utilizados 5 tratamentos: a testemunha, *B. amyloliquefaciens*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. asperellum* + *T. harzianum*. Sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, tendo 4 repetições, totalizando em 20 unidades experimentais. No teste *in vitro*, observou-se a compatibilidade apenas da combinação de *T. asperellum* + *T. harzianum*. No teste *in vivo*, observou-se que o tratamento *T. asperellum* + *T. harzianum* tem potencial biocontrolador do mofo branco e promotor de crescimento da cultura do feijoeiro.

Palavras-chave: Controle biológico; *Phaseolus vulgaris*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Trichoderma*; *Bacillus*.

## ABSTRACT

Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most consumed foods by Brazilians, however, its production goes through several productive obstacles, among them, diseases. White mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) is one of the most damaging diseases in common bean crops. It is present in 8.6% of cultivated areas in Brazil and can cause up to 50% loss of productivity in some crops. Because of this, biological control becomes an important tool used in the integrated management of this disease. Organisms of the genera *Trichoderma* and *Bacillus* are a representative percentage of the sources of study in the area of biological control of diseases and promotion of plant growth. This work aims to evaluate the efficiency of biological control and growth promotion of species of the genus *Trichoderma* and *Bacillus* on the pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* in common bean crops. The experiment was carried out in two stages, the first in the Plant Phytopathology Lab and the second in the greenhouse of the Federal University of Fronteira Sul, in the city of Cerro Largo - RS. The first stage, called *in vitro* test, aimed to establish the compatibility between the microorganisms used as treatments. The tested combinations were: *Trichoderma asperellum* + *Trichoderma harzianum*; *Trichoderma asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens*; *Trichoderma harzianum* + *Bacillus amyloliquefaciens*. In the second stage, called *in vivo*, 5 treatments were used: the control, *B. amyloliquefaciens*, *T. harzianum*, *T. asperellum* and *T. asperellum* + *T. harzianum*. A completely randomized design was used, with 4 repetitions, totaling 20 experimental units. In the *in vitro* test, compatibility was observed only for the combination of *T. asperellum* + *T. harzianum*. In the *in vivo* test, it was observed that the treatment *T. asperellum* + *T. harzianum* has the potential to biocontrol white mold and promote the growth of the common bean crop.

Keywords: Biological control; *Phaseolus vulgaris*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Trichoderma*; *Bacillus*.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Avaliação de severidade (%) e controle (%) de mofo branco ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) cinco, quinze e vinte e um dias após a inoculação (5, 15 e 21 DA-I) do patógeno em plantas de feijoeiro originadas de sementes tratadas com controladores biológicos do gênero <i>Bacillus</i> e <i>Trichoderma</i> , Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).....	32
Gráfico 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e controle (%) de mofo branco ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ), em plantas de feijoeiro inoculadas com o patógeno, originadas de sementes tratadas com controladores biológicos do gênero <i>Bacillus</i> e <i>Trichoderma</i> , Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022) .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação de compatibilidade de isolados de <i>Trichoderma</i> sp. e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> em meio de cultura, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).....	28
Tabela 2 – Massa fresca parte aérea (MFPA) (g), massa fresca parte radicular (MFPR) (g), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca parte radicular (MSPR) (g) da cultura do feijoeiro inoculada com <i>S. sclerotiorum</i> , Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).....	29
Tabela 3 – Avaliação de índice SPAD com uso de clorofilômetro na cultura do feijoeiro inoculada com <i>S. sclerotiorum</i> , Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1	CULTURA DO FEIJOEIRO.....	13
2.2	FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO.....	14
<b>2.2.1</b>	<b>Fatores climáticos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Sementes.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Plantas daninhas, pragas e doenças.....</b>	<b>16</b>
2.3	DOENÇAS DO FEIJOEIRO.....	16
2.4	MOFO BRANCO.....	18
2.5	CONTROLE DO MOFO BRANCO.....	19
2.6	CONTROLE BIOLÓGICO.....	19
<b>2.6.1</b>	<b>Mecanismos de interações antagonistas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Microrganismos controladores de doenças e promotores de crescimento vegetal.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1	TESTE DE COMPATIBILIDADE <i>IN VITRO</i> .....	24
3.2	BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO <i>IN VIVO</i> .....	25
<b>3.2.1</b>	<b>Implantação do experimento.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Inoculação de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>.....</b>	<b>26</b>
3.3	AVALIAÇÃO.....	26
<b>3.3.1</b>	<b>Avaliação indireta.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Avaliação direta.....</b>	<b>27</b>
3.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1	TESTE DE COMPATIBILIDADE.....	28
4.2	CASA DE VEGETAÇÃO ( <i>IN VIVO</i> ).....	29
<b>4.2.1</b>	<b>Avaliação indireta.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Avaliação direta.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento básico e amplamente consumido pela população brasileira, demonstrando sua importância social e econômica, pois o seu cultivo, além de servir para consumo próprio, gera renda a diversos agricultores, principalmente aos familiares. Essa leguminosa é o segundo alimento mais consumido pelo brasileiro (IBGE, 2017).

Apesar da demanda, existem entraves que prejudicam a produtividade do feijoeiro, dentre os quais se destacam fatores abióticos e bióticos. A temperatura e a precipitação durante o ciclo de desenvolvimento da cultura são tidas como as principais, uma vez que influenciam diretamente em processos fisiológicos importantes do feijoeiro. Da mesma forma, a incidência de pragas, plantas daninhas e doenças, que também interferem na quantidade e na qualidade do produto colhido.

Dentre as doenças da cultura destaca-se o mofo branco, causado pelo fungo habitante do solo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, capaz de causar 100% de perdas no feijoeiro (WENDLAND; LOBO JUNIOR; JUNIORFARIA, 2009). O patógeno acomete inúmeras culturas e se desenvolve em diversas condições ambientais e, após estabelecido em uma área, é praticamente impossível ser erradicado devido a formação de estruturas de resistência, chamadas escleródios.

Os sintomas iniciais da doença se caracterizam pelo aparecimento de lesões encharcadas em qualquer parte da planta, mais frequentemente na inflorescência, pecíolos e ramos, após, ocorre crescimento de micélio branco cotonoso sobre a área afetada. Os sintomas progridem e inicia-se o envelhecimento das hifas formando os escleródios, que permitirão sua sobrevivência no solo por vários anos. Sob a influência de fatores ambientais específicos associados a temperatura, umidade do solo, profundidade em que o escleródio encontra-se no solo, além dos exsudatos radiculares, pode ocorrer a germinação carpogênica (formando os apotécios) ou miceliogênica (dando origem ao micélio) (GORGEN *et al.*, 2010). Os apotécios dão origem aos ascósporos que serão disseminados pelo vento.

Para o controle do mofo branco recomenda-se a aplicação de fungicidas registrados no Ministério da agricultura pecuária e abastecimento (MAPA, 2022), principalmente no período de floração até o começo da formação dos legumes ou no tratamento de sementes, no entanto, esse tipo de controle como medida isolada não

tem obtido sucesso (REIS; CASA; BIANCHIN, 2011). Associado ao controle químico e como forma de minimizar os danos da doença, recomenda-se o uso de medidas culturais, como o sistema de semeadura direta sobre a palha de gramíneas, rotação de culturas com plantas não hospedeiras e a escolha de cultivares com poucas ramificações e com folhas pequenas que favorecem a aeração nas entrelinhas.

O controle biológico, por sua vez, surge como uma forma eficiente de manejo da doença, mediante interações nas quais os biocontroladores são capazes de controlar o crescimento, o desenvolvimento e a dispersão do patógeno (MORANDI; BETTIOL, 2009). Bactérias do gênero *Bacillus* e fungos do gênero *Trichoderma* são os principais organismos estudados no controle biológico do mofo branco. As espécies *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens* são antagonistas facilmente encontradas no solo e seus principais mecanismos de interação são a promoção de crescimento e a antibiose, mediante a produção de compostos antifúngicos com habilidade de suprimir o crescimento do fungo.

As espécies *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum*, o mecanismo de interação antagonista de ambos está ligado, principalmente, ao parasitismo de *S. sclerotiorum*, uma vez que as hifas do biocontrolador enrolam-se nos escleródios do patógeno e as digerem. Além disso, quando utilizado a combinação de biocontroladores espera-se um sinergismo entre eles, conferindo valores de controle ainda maiores.

Diante da baixa eficiência de métodos de controle químicos e culturais e a necessidade de mais estudos referentes ao controle biológico de *S. sclerotiorum*, foi objetivo do presente trabalho avaliar a eficiência do biocontrole e promoção de crescimento de espécies do gênero *Trichoderma* e *Bacillus* sobre o mofo branco no feijoeiro.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família Fabaceae. Possui muitas divergências relacionadas ao seu surgimento, uma delas é que seu centro de origem seja na Mesomérica, no México, e de lá tenha sido dispersado para a América do Sul. A outra hipótese é que tenha sido domesticado na América do sul, no Peru, e depois transportado para a América do Norte (EMBRAPA, 2000).

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (ONU, 2021), nos anos de 2016 a 2018 a produção média de feijão, cultura que está distribuída em cerca de 130 países, foi de 29,8 milhões de toneladas. No Brasil, dados preliminares indicam que na safra 22/23, a área ocupada por essa cultura, nas três safras, reduza em torno de 2,3%, assim como a produtividade que diminuirá 3,2%, alcançando uma produção de 2.894,1 mil toneladas (CONAB, 2022). Para o estado do Rio Grande do Sul, dados apontam que, apesar da área destinada ao cultivo de feijão primeira safra 22/23 (ou cultivo de verão) também tenha sido reduzida, é esperada uma produção 23,2% superior à safra 21/22 chegando próximo a 52.000 toneladas (EMATER, 2022).

O principal uso do feijão é direcionado ao consumo humano, sendo um componente básico da dieta do brasileiro, geralmente servido cozido junto com arroz, fornecendo nutrientes essenciais (SANTOS, 2022). O feijão, por ser uma leguminosa, é reconhecido pelo seu nível proteico elevado em comparação aos cereais. Além disso, o feijão cozido apresenta cerca de 25 a 30% de potássio em seu conteúdo total de minerais, 0,4% de fósforo e concentrações consideráveis de ferro, zinco e cálcio (ARAUJO *et al.*, 1996).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2017 (IBGE, 2017) mostram que o feijão é o segundo alimento mais consumido no Brasil, com média de consumo per capita chegando a 142,2 gramas por dia, ficando atrás somente do café com 163,2 gramas por dia. No país, são cultivadas diferentes cultivares de feijoeiro com ciclos, cores e tamanho de grãos, sendo os feijões preto, carioca e feijão-de-corda os mais conhecidos (EMBRAPA, 2012).

Além de suprir o consumo interno, o Brasil ainda exporta uma parte da sua produção. No ano de 2021 foram exportadas cerca de 177,4 mil toneladas do produto, essa quantidade é pequena em relação a sua produção (IBRAFE, 2022). De acordo com Comex Stat (2022), os valores exportados dessa cultura até novembro de 2020 foram de US\$ 6.681.085,00, já em novembro de 2021 o valor aumentou para US\$ 12.903.699,00, isso demonstra a capacidade produtiva do Brasil e o interesse em exportar produtos agrícolas.

Além disso, Marcelo Lüders (2022, p.01), presidente do Instituto Brasileiro do Feijão (Ibrafe), afirma:

O aumento das exportações é benéfico para o produtor, para a balança comercial e também para o consumidor interno porque garante liquidez ao agricultor para manter os investimentos na cultura, que não tem travamento de custos, convive com muitos riscos climáticos e de pragas e disputa terras com outras lavouras, como o milho. A exportação está aumentando porque o produtor está conhecendo o mercado externo, investindo mais em tecnologia, irrigação, manejo e cultivares.

## 2.2 FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO

O conhecimento das exigências climáticas de cada cultura nos proporciona manejá-la para cada condição, aprimorando a produtividade e diminuindo os riscos. O feijoeiro é afetado por diversos fatores, como: clima, adubação, qualidade das sementes, doenças, pragas e plantas daninhas.

### 2.2.1 Fatores climáticos

Segundo a EMBRAPA (2003), a temperatura e a precipitação pluviométrica são os principais fatores limitantes da produção de feijão. Temperaturas elevadas no estágio de florescimento, principalmente acima de 25°C, provocam o abortamento das flores com redução da produtividade de grãos e legumes, uma vez que a temperatura afeta diversos processos fisiológicos que comprometem o balanço hormonal da planta (MARIOT, 1989 apud VIEIRA *et al.*, 2022). Condições de baixas temperaturas, principalmente na semeadura, podem prejudicar a germinação e

consequentemente diminuir a população de plantas comprometendo a produtividade, além disso, a geada, em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, pode causar perdas (MARTINS *et al.*, 2012).

Estudos sugerem que o florescimento coincida com temperaturas médias próximas dos 21°C e, durante o seu ciclo, seja em torno de 17 a 25°C, acarretando aumento de produtividade variável (MARIOT, 1989 apud VIEIRA *et al.*, 2022). Algumas cultivares de feijoeiro, como BRS Pérola, TPS Bonito, BRS Valente e Corrente, podem ser tolerantes a temperatura acima de 30°C, principalmente no período mais sensível, que é o reprodutivo (HOFFMANN JUNIOR *et al.*, 2007).

A maior parte do feijão cultivado não faz uso de irrigação, dessa forma, necessita-se que a precipitação pluviométrica seja suficiente para que a cultura alcance o maior potencial produtivo. Back (2001) em seus estudos demonstrou que a cultura do feijoeiro demanda de chuvas bem distribuídas em torno de 100 mm mensais, além disso, é uma cultura sensível ao estresse hídrico devido ao seu sistema radicular pouco desenvolvido, desfavorecendo sua capacidade de recuperação.

### **2.2.2 Sementes**

Para estabelecer uma nova área de cultivo de feijão, devem ser observados fatores relacionados a qualidade da semente, visto que esta compreende, em conjunto, os atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários da semente (BAGANTI *et al.*, 2019). Segundo Costa, Silva e Magalhães Junior (2021), sementes de qualidade possuem alto potencial genético e boas características fisiológicas e físicas, e ainda, é obrigatória a ausência ou baixa incidência de patógenos, os quais causam problemas na germinação e desenvolvimento da planta.

No entanto, grande parte das sementes utilizadas para semeadura pelos feijicultores não passam por processos de seleção e inspeção fisiológica e fitossanitária, tornando necessárias práticas complementares, como o tratamento de sementes. O tratamento de sementes é baseado na aplicação de produtos químicos ou biológicos sob as sementes, com o intuito de controlar patógenos ou insetos que causam prejuízos a cultura, tanto às sementes quanto a mudas e plantas adultas,

em qualquer estágio de desenvolvimento, desde a semeadura até a colheita (GUTERRES, 2020).

### **2.2.3 Plantas daninhas, pragas e doenças**

A produção de feijão só não é maior pois existem diversos entraves responsáveis por reduzir a produtividade, dentre os quais se destacam plantas daninhas, pragas e doenças. Plantas daninhas comprometem o desenvolvimento e crescimento do feijoeiro, principalmente pela competição por luz, nutrientes e água, além de aumentar os custos de produção, devido à necessidade de controlá-las (FREITAS *et al.*, 2009).

Segundo YOKOYAMA (1991), estimativas do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), mais de 15 espécies diferentes de insetos são consideradas pragas de importância, os quais podem reduzir a produção entre 33 a 86%. As pragas do feijoeiro podem surgir durante todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até o armazenamento. Dados de Canale *et al.* (2020) comprovam que ácaros e insetos podem causar danos diretos, principalmente nos cotilédones, brotos, raízes, pecíolos, limbo foliar, vagens e grãos, mas também são responsáveis por danos indiretos, através da transmissão de viroses e organismos patogênicos.

No que se refere às doenças, devido à diversidade de espécies de patógenos encontrados na cultura, associados a condições climáticas favoráveis, todas as partes da planta podem ser afetadas desde cotilédones, sistema radicular, brotos, folhas, hastes, vagens, grãos e sementes (KIMATI *et al.*, 1997). Alguns patógenos podem ser transmitidos pela semente, garantindo a sobrevivência por longos períodos, o transporte do microrganismo até novas áreas e o início do novo ciclo de infecção no momento em que for efetuada a semeadura, podendo, também, afetar a planta durante todas as fases de desenvolvimento (MICHEREF, 2001).

## **2.3 DOENÇAS DO FEIJOEIRO**

A cultura do feijoeiro, quando comparada com outras espécies cultivadas, possui ciclo de desenvolvimento mais curto e, por consequência, a torna menos suscetível ao ataque de doenças, no entanto, o agricultor possui menos tempo hábil

para remediar os danos, caso eles ocorram (TERRA, 2020). Segundo Chinelato (2020), o desenvolvimento de doenças depende das condições climáticas e da época de semeadura, de modo que alguns patógenos têm maior incidência em uma safra do que em outra, portanto, conhecer as doenças e o seu modo de controle é fundamental para uma boa safra.

A cultura do feijoeiro sofre o ataque de mais de 200 doenças, 67 dessas registradas no Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento, causadas por fungos, bactérias e vírus (AGROFIT, 2022; CHINELATO, 2020). Entre as principais doenças de origem fúngica que acometem a cultura do feijoeiro, destaca-se a ferrugem, a antracnose e a mancha-angular, incitadas pelos fungos *Uromyces appendiculatus* (Pers), *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) e *Pseudocercospora griseola* (Sacc.), respectivamente encontrando-se distribuídas em todo o território nacional (WENDLAND; LOBO JUNIOR; FARIA, 2018).

A ferrugem, apesar de ser considerada importante, devido ao avanço de programas de melhoramento genético da cultura, já há disponibilidade de cultivares comerciais resistentes a doença tornando a mesma, atualmente, pouco frequente na Região Sul do Brasil (CANALE *et al.*, 2020). A antracnose, por outro lado, é uma doença cosmopolita, que pode proporcionar perdas de até 100% da produtividade, ocorrendo nas estações mais úmidas do ano com temperaturas em torno de 13 a 26°C e disseminada, principalmente, pelas sementes e por respingos de gotas da chuva (RAVA; SARTORATO, sem data). A mancha angular, em condições favoráveis ao patógeno, gera perdas de até 80% da produtividade e é observada na parte aérea da planta, ocorre em temperaturas mais elevadas e sua disseminação se dá principalmente pelo vento, podendo sobreviver em hospedeiros vivos e em restos culturais (KIMATI *et al.*, 1997).

Na atualidade, devido a adoção de práticas como a alta densidade de semeadura e adubação nitrogenada em excesso na cultura do feijoeiro, o mofo branco (*S. sclerotiorum*) vem assumindo posição de destaque, sendo considerada uma das doenças com maior potencial de destruição da cultura, desenvolve-se em temperaturas em torno de 18 a 22°C e alta umidade do solo, considerada uma doença de muito difícil controle devido a produção de suas estruturas de resistência (WENDLAND; LOBO JUNIOR; FARIA, 2018).

## 2.4 MOFO BRANCO

O mofo branco (*S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary) é um fungo pertencente à subdivisão Ascomycotina. Pode infectar 75 famílias, 278 gêneros e 408 espécies de plantas, dentre elas, soja, canola, girassol e feijoeiro, podendo ocasionar perdas de até 50% em algumas culturas (CARDOSO, 1994). Estima-se que 6 milhões de hectares cultivadas no Brasil estão contaminadas com o fungo, isso corresponde a 8,6% da área total destinada a agricultura (DELLAVALLE FILHO; RODRIGUES JUNIOR, 2014).

O patógeno tem seu estabelecimento em uma faixa de temperatura entre 5 e 30°C, tendo a temperatura de 25°C como ideal, entretanto, o fator de maior importância climática é a necessidade de alta umidade relativa do ar. A disseminação dos seus ascósporos ocorre principalmente através do vento, e de seus esclerócios, por sementes e irrigação (KIMATI *et al.*, 1997). Conforme Dellavalle Filho; Rodrigues Junior (2014), as principais fontes de inóculo da doença são sementes contaminadas, tanto com o micélio do fungo quanto com suas estruturas de resistência, que são capazes de se misturar com o lote, sendo considerado um mal que invade lentamente áreas de produção e, devido sua complexidade, causa efeitos devastadores.

Os sintomas da doença começam na região de ligação do pecíolo com a haste, em geral de 10 a 15 cm do solo, ocorrendo a formação de micélio branco sobre a planta (KIMATI *et al.*, 1997). O princípio da infecção coincide com o período de florescimento e fechamento da cultura, ocorrendo através das pétalas de flores senescentes que, em seguida, avança para os demais órgãos da planta (WENDLAND; LOBO JUNIOR; FARIA, 2018).

A planta infectada apresenta lesões pequenas e aquosas que, depois de um tempo, tomam totalmente os órgãos da planta, fazendo com que ela perda a coloração e estabeleça uma podridão mole sobre toda planta, causando sua morte (KIMATI, 1997). Durante essa fase, o micélio começa a apresentar engrossamentos e um condensamento de hifas, os quais darão origem a esclerócios de até 10 mm, de cor preta, que quando maduros caem no chão, servindo de fonte de inóculo para futuros cultivos (MITSUEDA; CHARCHAR, sem data). A germinação desses esclerócios pode ser miceliogênica, originando micélio, ou carpogênica, produzindo

apotecios que liberam ascósporos no ar, servindo de fonte primária da infecção (GOULART, 2016).

## 2.5 CONTROLE DO MOFO BRANCO

O controle cultural de doenças baseia-se no manuseio das condições de pré-semeadura e desenvolvimento da cultura, de forma que se desfavoreça o desenvolvimento da doença (MARVULLI *et al.*, 2019; PERUCH *et al.*, 2018). Estudos demonstram que existe uma correlação negativa dos índices de incidência e severidade do mofo branco na cultura da soja, conforme ocorre o aumento da densidade da cobertura vegetal e da rotação de culturas (ROUSSEAU, 2006 apud GORGEN, 2009). A adoção do sistema plantio direto é capaz de reduzir a infestação de *S. sclerotiorum* devido à barreira física formada pela palhada, que restringe a formação de apotecios e torna-se barreira mecânica à ejeção dos ascósporos (JULIATTI *et al.*, 2015).

O controle químico é o método mais amplamente utilizado e, em muitos casos, a única forma eficiente e economicamente viável de controle de algumas doenças (GALESI, 2020). Meyer *et al.* (2020) demonstrou a diminuição da incidência do mofo branco em 42,1% com a utilização de dimoxystrobin + boscalid em relação a testemunha, na cultura da soja. Ainda, com duas aplicações de floupyram nos estádios R3 e R6 da soja, verificou a redução de 81% da massa de esclerócios e controle de 60% da doença (MEYER, 2014). Cabe aqui destacar que, uma forte pressão de seleção sobre isolados insensíveis a certos princípios ativos já pode ser observada a campo, com o uso frequente destes (JULIATTI *et al.*, 2015).

## 2.6 CONTROLE BIOLÓGICO

Tradicionalmente o termo controle biológico é definido como o controle de um microrganismo através de outro microrganismo (BETTIOL, 1991). Também é caracterizado pela redução da densidade de inóculo da doença ou de suas atividades, provocada por um ou mais organismos, de forma natural ou através da manipulação do seu ambiente ou introdução artificial do controlador (BAKER;

COOK, 1974). O controle pode acontecer de acordo com diversos mecanismos de interação antagonistas.

### **2.6.1 Mecanismos de interações antagonistas**

Para a determinação da época, da forma e da quantidade adequada do biocontrolador a serem utilizadas, é imprescindível conhecer seus mecanismos de antagonismo (BLAKEMAN; FOKKEMA,1982). Dentre eles, antibiose, competição, parasitismo e indução de defesa do hospedeiro.

Quando um metabólito produzido pelo antagonista tem efeito negativo sobre o alvo, inibindo a sua germinação ou crescimento, essa interação pode ser chamada de antibiose (MICHEREFF, 2009). Duré *et al.* (2019) ao estudar 51 diferentes microrganismos, isolados de diferentes condições, verificou que dois organismos, identificados como Fit-04 e Fit-05, apresentaram inibição do crescimento micelial do mofo branco *in vitro*, além disso, o micélio formado era mais transparente em relação a testemunha, comprovando a antibiose sobre o fungo.

Na relação de competição, o efeito é na disputa por um mesmo alvo, seja ele alimento, espaço ou oxigênio e, dessa forma, o biocontrolador tem maior potencial competitivo (MICHEREFF, 2009). Oliveira *et al.* (2008) verificaram em meio de cultura, que fungos do gênero *Trichoderma* reduziram o crescimento de *S. sclerotiorum*, atribuindo esse resultado à competição por espaço, nutrientes e pela produção de substâncias inibitórias. Louzada *et al.* (2009) também afirmam que fungos desse gênero agem com esse mecanismo antagonista sobre o mofo branco.

E por fim, dessa vez de forma indireta, podem provocar o controle através da indução de resistência, por meio de estímulos que tornam a planta mais resistente a ataques de fitopatógenos (MICHEREFF, 2009). Em estudo com *T. harzianum*, promotor de crescimento em grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), concluiu-se que no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri, ocorreu um aumento na atividade da fenilalanina amônia liase (JAYALAKSHMI *et al.*, 2009). Ribas *et al.*, (2016) ao utilizar *Trichoderma* spp. em feijoeiro, buscando a indução de resistência, destacaram que *T. harzianum*, isolado ICB05, promoveu o aumento na atividade das enzimas fenilalanina amônia-liase e peroxidase.

## 2.6.2 Microrganismos controladores de doenças e promotores de crescimento vegetal

O procarioto *Bacillus* sp. e o eucarioto *Trichoderma* spp. são, atualmente, os agentes de controle de doenças mais conhecidos e estudados na agricultura, apresentando resultados promissores em diversas culturas, como, café, batata, berinjela, tomate e inúmeras outras (MORANDI; BETTIOL, 2009). Controladores biológicos têm um amplo espectro de atuação, controlando doenças com sintomas de tombamento de plântulas; podridões de sementes, raízes e caules; murchas vasculares; manchas e queimas foliares; ferrugens; cancrios de caule; declínios de árvores e até míldios e oídios, dentre outros diversos problemas (MICHEREFF, 2009).

Conforme Bettioli (1991), a microbiolização é o método de maior êxito na incorporação do organismo para controle de doenças e, dentre os organismos preferidos, pode-se citar os seguintes gêneros: *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Trichoderma*.

De acordo com Baker, Stavely e Mock (1985), *Bacillus* sp. é um organismo muito versátil e efetivo, conhecido como uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas, habitante do solo, frequente em raízes de plantas cultivadas, pode atuar de forma preventiva dificultando a entrada da doença na planta, de forma inibitória impedindo a germinação das estruturas dos fungos ou até mesmo penetrar nas estruturas ou tubos germinativos do alvo. Isso foi demonstrado através da aplicação de isolados de *Bacillus* spp. para controle de *S. sclerotiorum* em feijoeiro, onde compostos antifúngicos, com habilidade de suprimir o crescimento do fungo, foram identificados (SANTOS, 2021).

O principal mecanismo de interação desse organismo é a antibiose, que ocasiona a redução da germinação dos esporos ou crescimento celular e a redução de apressórios (TOMASHOW, 1988). Rohrig *et al.* (2018) revelaram que isolados de *Bacillus*, identificados como: RD34, RD27, SD18, RD12, RD10 e RD06 demonstraram efeito antibiótico por compostos hidrossolúveis no crescimento dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *S. sclerotiorum* e *Rhizoctonia solani*. Também possui a característica de promotor de crescimento, consequência da melhor fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes e síntese de fitormônios, no entanto, o seu

efeito só é observado caso o microrganismo tenha capacidade competitiva e de desenvolvimento (TOMASHOW, 1988).

Abrão e Mazzafera (2001) observaram que organismos deste gênero desencadearam a emissão de novas raízes secundárias e o aumento da massa radicular do tomateiro. Os mesmos resultados foram observados para o isolado *Bacillus subtilis* (PRBS-1) que proporcionou o aumento da biomassa da parte aérea de tomateiro (ARAÚJO; MARCHESI, 2009).

Segundo Chowdhury *et al.* (2015), o *B. amyloliquefaciens* já apresentou resultados significativos para o controle biológico em diversas culturas, entre elas, tomate, pepino, tabaco, algodão e alface. A utilização desse microrganismo vem tornando-o mais importante a medida que as pesquisas avançam, devido a sua grande capacidade de sintetizar enzimas e metabólitos capazes de favorecer a sua planta hospedeira (GASPARETO, 2018). Chowdhury *et al.* (2015) verificaram que a inoculação de *B. amyloliquefaciens* na rizosfera de algumas plantas produz concentrações de lipopeptídeos cíclicos e voláteis, em concentrações não letais, que despertam uma resistência induzida, protegendo a planta contra o ataque de micróbios patogênicos, vírus e nematóides.

Além das bactérias, também são pesquisados alguns fungos, principalmente os do gênero *Trichoderma*, que são micoparasitas necrotróficos presentes no solo com relevante potencial antagonista (MASCÍA, 2017). Sua habilidade de controle de doenças foi descoberta em 1930 por Weindling (MEYER, 2019). Possui exigências nutricionais mínimas, produz estruturas de resistência para sobrevivência em condições adversas, chamadas clamidósporos (GERALDINE *et al.*, 2013).

São fungos unicelulares, os quais cerca de 20 a 30 genes estejam relacionados ao controle de doenças na forma de interação de micoparasitismo, onde suas hifas enrolam-se ao patógeno e às digerem (DOMSCH *et al.*, 1980; HARMAN *et al.*, 2004). Estudos para o controle do fungo *S. sclerotiorum* com o uso de *Trichoderma* já foram realizados e demonstraram que o biocontrolador interage com o antagonista na forma de competição, antibiose e indução de resistência (MASCÍA, 2017). Algumas linhagens de *Trichoderma* sp. são reconhecidos por aumentar a superfície do sistema radicular, melhorando a exploração dos elementos minerais do solo. Alguns, ainda, alguns são capazes de solubilizar e disponibilizar a planta fosfato de rocha, ferro, cobre, manganês e zinco (LUCON, 2009). Sendo assim, conferindo características de promotor de crescimento de plantas.

Segundo Bettioli e Morandi (2009), entre as espécies do gênero, a maior parte das pesquisas está relacionada a utilização do *T. harzianum* e do *T. asperellum*, utilizados principalmente no controle de fungos de solo que causam sintomas de podridão e murchas. Em estudo com *T. asperellum*, *Trichoderma pseudokoningii*, *Trichoderma atroviride* e *Trichoderma fasciculatum*, visando a classificação de espécies quanto ao antagonismo à *S. sclerotiorum* no teste de pareamento de culturas, as mesmas espécies foram classificadas como classe 1 na escala de Bell *et al.* (1892) caracterizada pela redução significativa do crescimento do fitopatógeno e da esporulação generalizada das espécies de *Trichoderma* sobre todo o meio de cultura (BRAÚNA, 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fitossanidade (*in vitro*) e na casa de vegetação (*in vivo*) da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo.

#### 3.1 TESTE DE COMPATIBILIDADE *in vitro*

Para o ensaio *in vitro* foram utilizados três microorganismos isolados de produtos comerciais, sendo: a bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* isolada do produto comercial No-Nema<sup>®</sup>, o fungo *T. harzianum* isolado do produto comercial Stimucontrol<sup>®</sup> e o fungo *T. asperellum* isolado do produto Quality<sup>®</sup>. Os mesmos foram transferidos da embalagem comercial diretamente ao meio de cultura 523 de Kado e Heskett (1970). Para isso utilizou-se uma alça de platina flambada para retirar *B. amyloliquefaciens* e *T. harzianum* (tipo de formulação: suspensão concentrada) e uma pinça flambada para retirar *T. asperellum* (tipo de formulação: grânulo dispersível). As placas de Petri com meio de cultura contendo os microorganismos separadamente, foram incubadas em BOD durante 72 horas à  $28 \pm 2$  °C.

O teste de compatibilidade entre os microrganismos ocorreu nas seguintes combinações: *T. asperellum* + *T. harzianum*; *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* e *T. hrzianum* + *B. amyloliquefaciens*. Para a repicagem cada microrganismo foi colocado em um lado da placa próximo a borda, de forma que ficassem em direções opostas, forçando o crescimento de ambos para o centro da placa. Como testemunha foram utilizadas placas de Petri onde foi depositado apenas um dos microorganismos na borda de cada placa, isoladamente. Utilizou-se quatro repetições de cada tratamento, além das testemunhas, totalizando 40 unidades experimentais.

Após 72 h à repicagem foi realizada a avaliação, mediante a observação da existência ou não de um halo de inibição nas placas contendo as diferentes combinações de microrganismos. Quando verificado a presença de halo de inibição em, pelo menos, duas repetições, este tratamento era descartado para o próximo ensaio, ao contrário, quando não houvesse halo ou mesmo a observação do crescimento de um microrganismo sobre o outro, este tratamento era utilizado no

próximo ensaio. Assim, com os resultados obtidos nesse teste foram definidas as combinações de tratamentos para a condução do ensaio *in vivo*.

### 3.2 BIOCONTROLE DO MOFO BRANCO *in vivo*

#### 3.2.1 Implantação do experimento

A partir das combinações compatíveis no ensaio *in vivo*, os produtos comerciais foram utilizados combinados ou isoladamente, em um ensaio realizado em casa de vegetação, para verificar o potencial destes no biocontrole do mofo branco e promotor de crescimento quando aplicados em sementes de feijão. A quantidade de produto seguiu a recomendação da bula onde: No-Nema<sup>®</sup>: 3mL.Kg<sup>-1</sup> de sementes utilizando o volume de calda de 6 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes; Stimucontrol<sup>®</sup>: 3mL.Kg<sup>-1</sup> de sementes utilizando o volume de calda de 6 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes; Quality<sup>®</sup>: 2g.Kg<sup>-1</sup> de sementes diluindo essa quantidade do produto em 10mL de água.

As sementes de feijão foram adquiridas diretamente de um produtor de sementes localizado em São Miguel das Missões – RS. A cultivar utilizada foi a IPR URUTAU, de hábito de crescimento indeterminado, tipo II e considerado resistente a ferrugem, mosaico comum e oídio, também considerado moderadamente resistente a antracnose, mancha angular e crestamento bacteriano comum. Não foram encontrados dados de comportamento ao mofo branco.

Para o tratamento, as sementes foram pesadas e colocadas em sacos plásticos. As mesmas receberam o tratamento conforme descrito acima e os sacos foram vigorosamente agitados. Após, foram mantidos abertos para secagem e aderência do produto nas sementes. As sementes tratadas foram depositadas em copos plásticos de 500 mL contendo uma mistura de solo não esterilizado, areia e substrato comercial de casca de arroz carbonizada na proporção de 3:1:1, respectivamente.

Inicialmente foram semeadas 4 sementes por unidade experimental e para cada tratamento foram implantadas 4 repetições, mantidos sobre delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Após cinco dias a emergência, foi feito

o raleio das plântulas, deixando apenas 2 plântulas homogêneas por unidade experimental. Os recipientes foram mantidos durante 41 dias na casa de vegetação, até a última avaliação de severidade, sob uma distância aproximada de 20 cm um do outro.

### **3.2.2 Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum***

Para a obtenção do inóculo foram coletados esclerócios de uma área de cultivo de feijoeiro no município de Campina das Missões – RS, com incidência recorrente da doença. Posteriormente, esses esclerócios foram colocados para germinar sobre meio de cultura Batata Dextrose Agar (BDA) em placas de Petri. Para diminuir a contaminação, os esclerócios foram previamente mergulhados por um minuto em um recipiente com álcool 70%, após, um minuto em hipoclorito e ao final em água destilada esterilizada. Os mesmos foram acondicionados no meio de cultura e as placas incubadas em câmara climática tipo BOD a  $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , para pleno desenvolvimento do patógeno.

No sétimo dia após a repicagem, as placas estavam completamente colonizadas pelo micélio do fungo. Para a inoculação na planta, as placas foram levadas à casa de vegetação, onde o ápice das plantas do feijoeiro, em estágio V3 ou aproximadamente 20 dias após a semeadura, foram cortados com auxílio de uma tesoura desinfestada. Posteriormente, com uma pipeta Pasteur, foram retirados discos do BDA com o fungo e inseridos no interior do corte apical, sendo depositado um disco por planta.

### **3.3 AVALIAÇÃO**

Devido as características dos biocontroladores, foram realizadas duas frentes de avaliações, uma avaliação direta, buscando avaliar o efeito controlador do organismo sobre o fitopatógeno e uma avaliação indireta, que refere-se à promoção de crescimento da planta. Foram feitas avaliações do teor de clorofila na planta (clorofilômetro), massa fresca e massa seca da parte aérea e radicular e severidade da doença.

### 3.3.1 Avaliação indireta

A avaliação do índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) ou do teor de clorofila foi realizada apenas uma vez, aproximadamente, 25 a 27 dias após a emergência (estádio V4), quinze dias após a inoculação do patógeno. Foram realizadas três leituras por planta, no primeiro trifólio, totalizando seis leituras por unidade experimental dentre as quais determinou-se a média destas. O valor nas leituras foi o índice relativo de clorofila (IRC) denominado SPAD (SILVEIRA; GONZAGA; SARMENTO, 2017; SILVEIRA; FERREIRA, 2016).

Ao final do experimento, cerca de 41 dias após a semeadura, determinou-se os valores de massa fresca e massa seca da parte aérea e radicular da planta. Para isso, separou-se a parte aérea e radicular através de um corte na haste da planta rente ao solo. Toda a parte radicular foi lavada para retirada do substrato aderido as raízes. Posteriormente, pesou-se, individualmente, parte aérea e radicular de cada repetição. Para determinação da massa seca, a parte aérea e radicular foram colocadas, separadamente, em sacos de papel kraft e levadas a estufa de secagem a 60°C até peso constante.

### 3.3.2 Avaliação direta

Baseada no experimento de Carvalho *et al.* (2010), realizou-se três avaliações de severidade da doença aos 5, 15 e 21 dias após a inoculação do patógeno. As avaliações foram baseadas na escala diagramática de severidade descrita por Singh (2007), na qual são atribuídas notas de 0 a 9, sendo nota 0, plântulas com ausência de sintomas e nota 9, planta morta.

## 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos nos ensaios *in vivo* foram analisados no Software SISVAR, através da análise de variância sob teste de Tukey com 5% de nível de significância. Os valores de severidade, porcentagem de controle e AACPD (Área abaixo da curva de progresso da doença) foram calculadas com o auxílio do Excel.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 TESTE DE COMPATIBILIDADE

Considerando os resultados do teste de *in vitro* observou-se incompatibilidade entre duas combinações de isolados testados. As combinações de *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* e *T. harzianum* + *B. amyloliquefaciens* apresentaram compatibilidade de 0 e 25%, respectivamente (TABELA 1). Os resultados obtidos vão de encontro com Martins-Corder e Melo (1998) que através do mesmo teste, utilizando diversos isolados de *Trichoderma*, observaram interações de antibiose, que inibiram o crescimento de *Verticillium dahliae*.

Tabela 1 – Avaliação de compatibilidade de isolados de *Trichoderma* sp. e *Bacillus amyloliquefaciens* em meio de cultura, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).

Tratamento	Compatibilidade (%)
<i>T. asperellum</i> + <i>T. harzianum</i>	100
<i>T. asperellum</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i>	0
<i>T. harzianum</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i>	25

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Em estudo realizado por Louzada *et al.* (2009), foram identificados 50 isolados de *Trichoderma* que inibiram o crescimento micelial de *Fusarium solani*, através do método de pareamento direto. Além disso, observaram 111 isolados que obtiveram o mesmo comportamento em relação a *S. sclerotiorum*. Segundo Souza (2017), o cultivo pareado e a produção de compostos voláteis são importantes formas de se avaliar a compatibilidade entre organismos uma vez em que seu estudo os resultados obtidos demonstraram que 7 isolados diferentes de *Bacillus* sp. inibiram, significativamente, o tamanho das colônias de *Alternaria alternata* em porcentagens que variaram entre 35 e 81%.

Os resultados podem ser explicados através do conceito de que agentes biológicos têm potencial de interferir nos processos vitais de outros organismos, através de interações entre raças e espécies (MICHEREFF, 2009). Portanto, a partir

dos resultados obtidos no presente trabalho, as combinações de *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* e *T. harzianum* + *B. amyloliquefaciens* não foram utilizadas no ensaio realizado em casa de vegetação.

## 4.2 CASA DE VEGETAÇÃO (IN VIVO)

### 4.2.1 Avaliação indireta

As avaliações de massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de parte radicular (MFPR) e massa seca de parte radicular (MSPR) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, por outro lado, para a massa seca de parte aérea (MSPA) não foram observadas diferenças estatísticas significativas (TABELA 2). A combinação de *T. asperellum* + *T. harzianum* foi o tratamento que apresentou os melhores resultados em termos gerais. Plantas que não foram tratadas com nenhum dos biocontroladores (testemunha) e as que foram tratadas com *T. harzianum* demonstraram os menores resultados em massa (g). Os tratamentos *B. amyloliquefaciens* e *T. asperellum* demonstram resultados gerais intermediários.

Tabela 2 – Massa fresca parte aérea (MFPA) (g), massa fresca parte radicular (MFPR) (g), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca parte radicular (MSPR) (g) da cultura do feijoeiro inoculada com *S. sclerotiorum*, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).

Tratamento	MFPA	MFPR	MSPA	MSPR
<i>T. asperellum</i> + <i>T. harzianum</i>	12,33 ab*	5,80 a*	2,42 <sup>ns</sup>	2,54 a*
<i>B. amyloliquefaciens</i>	14,96 a	5,77 a	2,36	1,15 b
<i>T. asperellum</i>	11,28 ab	2,84 b	2,43	1,36 b
<i>T. harzianum</i>	8,49 b	1,44 b	2,22	0,95 b
Testemunha	11,92 ab	1,92 b	2,05	1,18 b
<b>CV%</b>	15,67	34,16	12,60	23,63

ns= não significativo \*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si por teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (p<0,05).

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Estudos determinaram que isolados de *Trichoderma* sp. denominados T55 e T57 demonstraram comportamento como promotores de crescimento, através do aumento dos valores de massa fresca, quando comparada ao controle, chegando a 30% de incremento (MARCHETTI, 2021). Ademais, Moreira (2014) observou que

isolados de *T. harzianum* promoveram um aumento significativo no volume de raízes de feijoeiro em diferentes estágios de desenvolvimento, sendo mais significativo no estágio R5, com aumento de 86% comparado a testemunha. Na cultura do maracujá, utilizando *Trichoderma* spp., foi possível observar que os isolados testados induziram o acúmulo de matéria seca em raízes da cultura (SANTOS, MELO, PEIXOTO; 2010).

Todos os estudos citados vão de encontro aos obtidos no presente trabalho e confirmam que, a utilização do *Trichoderma* spp. na cultura do feijoeiro representa a importância da simbiose entre organismos vivos, mecanismo facilmente observado no ecossistema que motiva a realização de novos estudos visando a melhoria no desenvolvimento de plantas de interesse (MOREIRA, 2014).

Tortelli (2019) em teste *in vivo* avaliou massa fresca, massa seca e emergência a campo de sementes de feijão inoculadas com *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *T. harzianum* e *T. Asperillum*. O autor observou que os tratamentos com *Bacillus*, principalmente *B. amyloliquefaciens*, proporcionaram os melhores resultados no incremento de massa fresca e seca de parte aérea. Similarmente, Canbolat *et al.*, (2006) evidenciaram que quando inoculadas bactérias do gênero *Bacillus* em plantas de milho e algodão, ocorreu um aumento na disponibilidade de nutrientes para as plantas, aumentando os seus valores de massa seca. Esse comportamento pode estar relacionado a produção dos hormônios ácido indol-acético (AIA) e indol butírico (AIB) secretados pelas bactérias de solo do gênero *Bacillus* (ARAUJO, HENNING, HUNGRIA; 2005).

No teste de avaliação dos teores de clorofila na planta, a utilização de isolados de *Trichoderma* e *Bacillus* no tratamento de sementes de feijão, posteriormente inoculados com mofo branco, não apresentaram diferenças significativas nos índices de clorofila na planta ou índice SPAD (TABELA 3).

Tabela 3 – Avaliação de índice SPAD com uso de clorofilômetro na cultura do feijoeiro inoculada com *S. sclerotiorum*, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).

Tratamento	Índice SPAD
<i>T. asperellum</i> + <i>T. harzianum</i>	25,23 <sup>ns</sup>
<i>B. amyloliquefaciens</i>	29,13
<i>T. asperellum</i>	29,41
<i>T. harzianum</i>	20,57
Testemunha	21,34
<b>CV%</b>	<b>41,49</b>

ns= não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ).

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

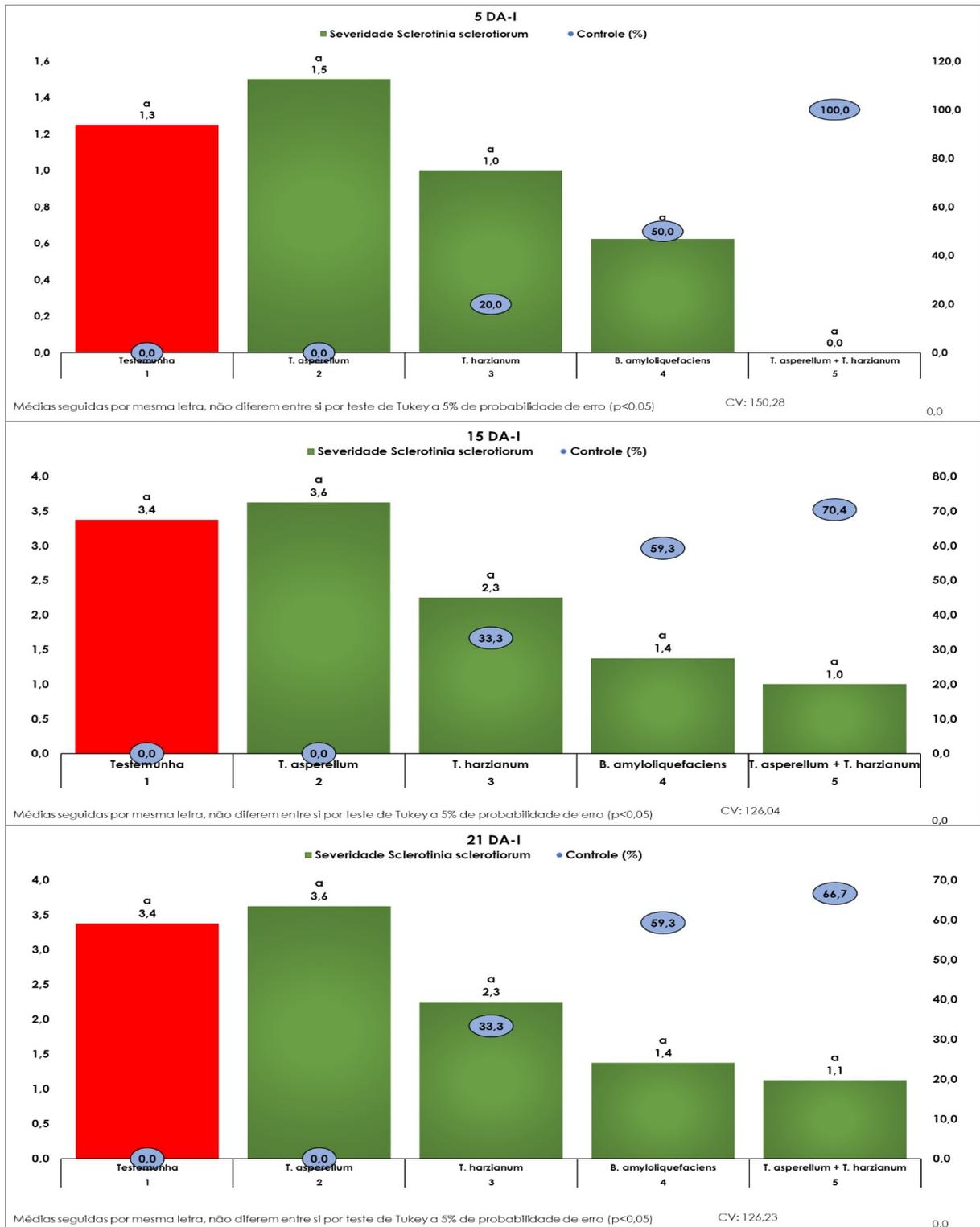
Segundo Pereira (2012), o índice relativo de clorofila (SPAD), pode ser influenciado por inúmeros fatores bióticos e abióticos, que retratam a relação direta com a atividade fotossintética das plantas. Além disso, essa análise fisiológica está diretamente ligada ao estado nutricional da planta, principalmente em relação aos teores de nitrogênio, ou relacionada a fatores genotípicos que respondem de formas diversas, dependendo dos fatores ambientais, estágio de desenvolvimento na época da leitura, entre outras (TAIZ, ZEIGER; 2009).

Tendo em vista os inúmeros fatores que podem influenciar os índices durante a leitura, pode-se explicar a não significância demonstrada entre os tratamentos. No entanto, é importante destacar que, mesmo estatisticamente iguais entre si, os tratamentos onde foram utilizados *T. asperellum*, *B. amyloliquefaciens* e *T. asperellum* + *T. harzianum* apresentarem índices SPAD maiores que a testemunha.

#### 4.2.2 Avaliação direta

O Gráfico 1 representa, respectivamente, as avaliações realizadas aos 5, 15 e 21 dias após a data de inoculação do patógeno, as três avaliações não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Os seus coeficientes de variação apresentaram resultados elevados, explicado pelo número de repetições baixo e à presença de notas discrepantes entre as repetições.

Gráfico 1 – Avaliação de severidade (%) e controle (%) de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) cinco, quinze e vinte e um dias após a inoculação (5, 15 e 21 DA-I) do patógeno em plantas de feijoeiro originadas de sementes tratadas com controladores biológicos do gênero *Bacillus* e *Trichoderma*, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).

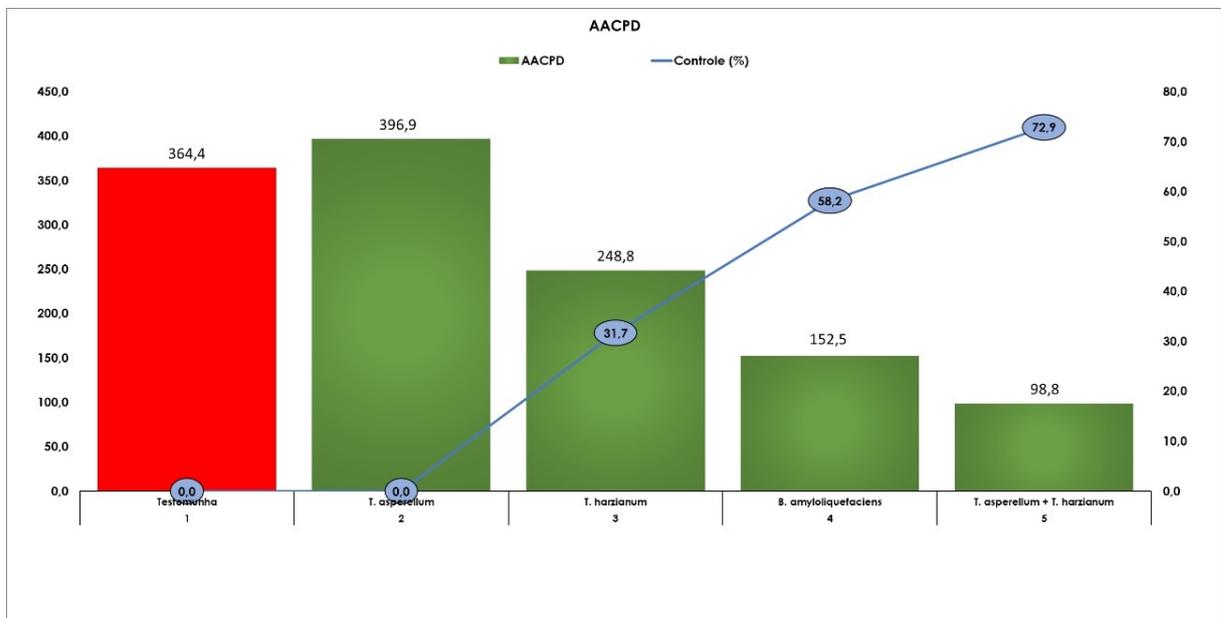


Fonte: elaborado pelo autor, (2022).

Embora não significativos os dados, devido ao coeficiente de variação elevado, observa-se a diminuição da severidade e o aumento da porcentagem de controle de *S. sclerotiorum*, nos tratamentos denominados 3, 4 e 5, que correspondem respectivamente aos tratamentos, *T. harzianum*, *B. amyloliquefaciens* e *T. asperellum* + *T. harzianum*, quando comparados a testemunha, em todas as avaliações após a data da inoculação.

De acordo com o Gráfico 2, quando comparadas a testemunha, o tratamento *T. asperellum* + *T. harzianum* apresentou o menor valor de AACPD, o que representa uma maior porcentagem de controle da severidade da doença. O mesmo se aplica para os tratamentos *B. amyloliquefaciens* e *T. harzianum*, com porcentagem de controle entre 30 e 60%. Já o tratamento *T. asperellum*, com nenhuma porcentagem de controle apresentou AACPD maior que a testemunha.

Gráfico 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e controle (%) de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), em plantas de feijoeiro inoculadas com o patógeno, originadas de sementes tratadas com controladores biológicos do gênero *Bacillus* e *Trichoderma*, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo (2022).



Fonte: elaborado pelo autor, (2022).

Fischer *et al.* (2010) observaram resultados semelhantes nos valores da AACPD da doença conhecida como podridão-do-colo (*Nectria haematococca*) em pomares de maracujazeiro amarelo e os agentes de controle biológico *T. harzianum*

e *Trichoderma* sp. não foram significativamente eficientes no controle da doença. Os autores ainda acrescentam que esse comportamento pode ser explicado devido a condições de disseminação e potencial do patógeno se desenvolver no solo, no qual as plantas foram cultivadas. Esses resultados divergem dos obtidos por Rossi *et al.* (2020) onde, dos 15 isolados de *Trichoderma* testados frente a antracnose do açaizeiro-solteiro (*Colletotrichum gloesporioides*), 13 proporcionaram uma diminuição na AACPD.

Francisconi e Bonaldo (2022) buscando avaliar o controle biológico de *T. asperellum*, *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis* e *Pichia* sp. no manejo de doenças e efeitos na produtividade e qualidade de grãos de milho, observou que todos os tratamentos, menos *T. asperellum*, promoveram aumento significativo da incidência e da AACPD de enfezamento vermelho. No entanto, em ensaio realizado por Silva *et al.* (2017) em 7 aplicações de *T. asperellum*, sob condições semelhantes ao trabalho citado acima, observaram a redução da severidade da mancha de ramulária do algodoeiro.

A eficiência de controladores biológicos pode ser afetada pelo tipo de solo, umidade, pH e temperatura, pois são produtos bem mais sensíveis e específicos quando comparados aos produtos químicos (FISCHER *et al.*, 2010). Além disso, controladores biológicos necessitam de cuidados especiais para o seu adequado manejo e possuem grande especificidade, gerando uma enorme gama de resultados inconsistentes a níveis experimentais (BETTIOL; MORANDI, 2009). Sendo assim, o seu efeito possivelmente decorrente das características recém-citados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de *T. harzianum* + *T. asperellum* é 100% compatível entre si quando submetido ao teste de pareamento direto em meio de cultura. Já, as combinações de *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* e *T. harzianum* + *B. amyloliquefaciens* são incompatíveis.

O tratamento a base de *T. harzianum* + *T. asperellum* tem potencial para ser usado como, agente biocontrolador do mofo branco e promotor de crescimento na cultura do feijoeiro, pois proporciona o aumento da massa fresca e seca da parte radicular, diminuindo a AACPD e elevando a porcentagem de controle do patógeno;

Os tratamentos *B. amyloliquefaciens* e *T. asperellum* isolados, tomaram resultados bons, principalmente nos parâmetros de avaliação indireta, entretanto, necessitam de mais estudos para definição do seu potencial biocontrolador e promotor de crescimento, tendo em vista a ampla variação nos resultados coletados.

## REFERÊNCIAS

- ABRÃO, Marlucci Mundin; MAZZAFERA, Paulo. Efeitos do nível de inóculo de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro. **Bragantia**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 19-26, 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052001000100003>.
- ARAUJO, F.F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 21, n.21, p.1639-1645, 2005.
- ARAÚJO, Fabio Fernando de; MARCHESI, Gabriel Victor Poletto. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1558-1561, 2009.
- ARAUJO, R. S. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. **Embrapa Acre; Embrapa Arroz e Feijão; Embrapa Cerrados; Embrapa Meio Ambiente; Embrapa Semiárido.**, Piracicaba, p. 01-786, 1996. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>. Acesso em: 13 maio 2022.
- Assembleia Geral da ONU. (1948). "Declaração Universal dos Direitos Humanos" (217 [III] A). Paris.
- BACK, A.J. Necessidade de irrigação da cultura de feijão no sul do estado de Santa Catarina. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v.7, n.1, p.35-44, jan/jun. 2001.
- BAKER, C.J.; STAVELY, J.R.; MOCK, N. **Biocontrol of bean rust by *Bacillus subtilis* under field conditions**. Plant Disease, St. Paul, v.69, p.770-772, 1985.
- BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 433p.
- BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. 1991.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. **Biocontrole de Doenças de Plantas: Uso e Perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa, 2009. 341 p.
- BLAKEMAN, J.P.; FOKKEMA, N.J. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. **Annual Review of Phytopathology**, v.20, p. 167-192, 1982.
- BRAÚNA, L.M. **Controle biológico do mofo branco por isolados de *Trichoderma* nas culturas de soja e feijão comum**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- CANALE, M.C.; RIBEIRO, L.P.; CASTILHOS, R.V.; WORDELL FILHO, J.A. **Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo**. 197. ed. Florianópolis: Epagri, 2020. 98 p.

- CANBOLAT, M.; BILEN, S.; ÇAKMAKÇI, R.; SAHIN, F.; AYDI, A. Effect of plant growth-promoting bacteria and oil compaction on barley seeding growth, nutrient uptake soil properties and rhizosphere microflora. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, n. 3. p. 350-357, 2006.
- CARDOSO, J.E. Mofo branco. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília, D.F.: Embrapa, 1994. p.111-122.
- CHINELATO, G. **7 principais doenças do feijão e como controlá-las na lavoura**. 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/doencas-do-feijao/>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- CHOWDHURY, Soumitra Paul. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42—a review. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 780, 2015.
- CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 2010, Lavras. **Reação de progênies de feijoeiro ao mofo branco avaliadas em duas épocas após inoculação**. Lavras: Ufla, 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/lavras/resumos/2079.pdf>. Acesso em: 05, fev. 2023.
- CONAB. **Levantamento safra 22/23**. Brasília: s/ed, 2022. Disponível em: E-book\_BoletimZdeZSafrasZ-Z8o\_levantamentoZ2.pdf. Acesso em: 13 maio 2022.
- COSTA, Sérgio Vaz da; SILVA, Rodrigo Sérgio e; MAGALHÃES JUNIOR, Ariano Martins de. **Produção de sementes**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/producao-de-sementes>. Acesso em: 03 fev. 2023.
- DELLAVALLE FILHO, C.R.; RODRIGUES JUNIOR, R. **Mofo Branco**. 2014. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/artigo/mofo-branco\\_194395.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/artigo/mofo-branco_194395.html). Acesso em: 13 jun. 2022.
- DOMSCH, K.H.; GAMS, W.; ANDERSON, T.H. **Compendium of soil fungi**. CRC Press, London, p.630, 1980.
- DURÉ, Laís Mayara Melo; ROCHAA, Lara Rezek; CAPURRO, Ellen Juliete Damasceno; CORRÊA, Bianca Obês. Seleção e Prospecção de Rizobactérias para o Controle Biológico do Mofo Branco em Espécies de *Crotalaria* spp. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 90, 25 jan. 2019. Editora e Distribuidora Educacional. <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n2p90-96>.
- EMBRAPA. **O feijão nosso de todo dia**. Brasília: S/Ed, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/1462995/o-feijao-nosso-de-todo-dia> Acesso em: 13 maio 2022.
- EMBRAPA. **Origem e história do feijoeiro comum e do feijão**. Antônio de Goiás: s/ed, 2000. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

EMBRAPA. **Safra de verão 2020-2021**: estimativas atuais de área, produtividade e produção. Rio Grande do Sul: S/Ed, 2021. 14 p. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos//apresentacao-safra-de-verao-20-21-ok.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

EMBRAPA. **Safra gaúcha de verão 2022/2023 é considerada a da recuperação, segundo dados apresentados na Expoiner**. 2022. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/safra-gaucha-de-verao-2022-2023-e-considerada-a-da-recuperacao>. Acesso em: 13 maio 2022.

FISCHER, Ivan Herman; ALMEIDA, Aparecida Marques de; FILETI, Mirian de Souza; BERTANI, Rosemary Marques de Almeida; ARRUDA, Maria Cecília de; BUENO, César Júnior. Avaliação de Passifloraceas, fungicidas e *Trichoderma* para o manejo da Podridão-do-colo do maracujazeiro, causada por *Nectria haematococca*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 709-717, 8 set. 2010. FapUNIFESP (SciELO).

FRANCISCONI, Elton José; BONALDO, Solange Maria. Controle biológico e preparado homeopático de própolis verde no manejo de doenças e efeito na produtividade e qualidade de grãos de milho / Biological control and homeopathic preparation of green propolis in disease management and effect on corn grain yield and quality. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 35124-35144, 6 maio 2022.

FREITAS, F. C. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, p. 241-247, 2009.

GALESI, Ana Luiza Homs. **Manejo Integrado de Doenças: como realizar boas práticas agrícolas**. 2020. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/manejo-integrado-doencas-boas-praticas-agricolas/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

GASPARETO, R. N. Formas de inoculação com bactérias promotoras de crescimento na nutrição e desempenho agrônômico de milho no cerrado. 2018.

GERALDINE, A. M.; LOPES, F. A. C.; CARVALHO, D. D. C.; BARBOSA, E. T.; RODRIGUES, A. R.; BRANDÃO, R. S.; JUNIOR, M. L. **Cell wall-degrading enzymes and parasitism of sclerotia are key factors on field biocontrol of white mold by *Trichoderma* spp.** **Biological Control**, v. 67, n. 3, p. 308-316, 2013.

GÖRGEN, Claudia Adriana et al. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1583-1590, 2009.

GOULART, Caroline. **Germinação carpogênica de *Sclerotinia***. 2016. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/germinacao-carpogenica-de-sclerotinia>. Acesso em: 09 jul. 2016.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Comex Stat. **Exportação e Importação Geral**. 14 maio 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 14 maio 2022.

GUTERRES, Debora Cervieri. **Tratamento de Sementes: o que é e por que Fazer?** 2020. Disponível em:

<https://agropos.com.br/tratamento-de-sementes/#:~:text=O%20tratamento%20de%20sementes%20consiste,at%C3%A9%20a%20emerg%C3%Aancia%20da%20pl%C3%A2ntula..> Acesso em: 05 jun. 2022.

HARMAN, G. E., *Trichoderma* species – opportuniste, avirulent plant symbionts. Nature Reviews, **Microbiology**, Washington, v. 2, 2004.

HOFFMANN JÚNIOR, Leo; RIBEIRO, Nerinéia Dalfollo; ROSA, Simone Saydelles da; JOST, Evandro; POERSCH, Nerison Luis; MEDEIROS, Sandro Luís Petter. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 6, n. 37, p. 1544-1548, nov. 2007. Mensal. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/gsJSxzhKTskkBsBg9wmHhKG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2022.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661585/1/comt182.pdf>

IBGE. **Censo agro 2017**. Brasília: Produto, 2017. Disponível em:

[https://censoagro2017.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado.html#:~:text=Os%20alimentos%20com%20as%20maiores,%2C1%20g%2Fdia\)..](https://censoagro2017.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado.html#:~:text=Os%20alimentos%20com%20as%20maiores,%2C1%20g%2Fdia)..) Acesso em: 14 maio 2022.

JAYALAKSHMI, S. K. et al. *Trichoderma harzianum* L<sup>1</sup> as a potential source for lytic enzymes and elicitor of defense responses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. Ciceri. Australian Journal of Crop Science, v. 3, n. 1, p. 44, 2009.

JULIATTI F.C., A.A. FIGUEIRÓ, R.Á. GARCIA, J.B. Santos, **Sclerotinia sclerotiorum e Mofo branco: Estudos básicos e aplicados** Ver. Anual de Patol. Plantas, 23 (2015), pp. 159-194.

KADO, C.I.; HESKETT, M.G. **Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas**. Phytopathology, St. Paul, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.

KIMATI, H. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1997. 706 p. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Livro-Manual-de-Fitopatologia-vol.2.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

LOUZADA, Gisele Angélica de Souza; CARVALHO, Daniel Diego Costa; MELLO, Sueli Corrêa Marques; LOBO JÚNIOR, Murillo; MARTINS, Irene; BRAĐNA, Leonardo Minaré. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 145-149, set. 2009.

LUCON, Cleusa Maria Mantovanello. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. **São Paulo: Instituto Biológico/Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal**, 2009.

LUDERS, Marcelo. Brasil aumenta exportação de feijão. **Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses**, p. 01-01, 18 jan. 2022. Disponível em: <https://www.ibrafe.org/artigo/brasil-aumenta-exportacao-de-feijao-volume-de-janeiro-a-novembro-supera-o-de-todo-o-ano-passado-2/>. Acesso em: 14 maio 2022.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT)**. 2022. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 11 jun. 2022.

MARCHETTI, Clarice Rossato. **Controle Biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) De Bary e Indução de Crescimento de Feijão por Cepas de *Trichoderma* spp. Isoladas de Plantas e Ambiente do Cerrado e Pantanal**. 2021. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

MARIOT, E.J. Ecofisiologia do Feijoeiro. In: IAPAR (Ed.). **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989.

MARTINS-CORDER, M. P.; DE MELO, I. S. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp. a *Verticillium dahliae* Kleb. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 1-7, 1998.

MARTINS, Bárbara Estevam de Melo; DUARTE, Lívia Teixeira; LOBO JUNIOR, Murillo. **Efeito da germinação a baixas temperaturas sobre o vigor de sementes de feijão comum**. In: 6° SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 6., 2012, Santo Antônio de Goiás. : Embrapa, 2012. p. 1-1.

MARVULLI, M. V. N.; COSTA, G. S. da.; GARCIA, É. A. **Métodos de controle alternativos para defesa fitossanitária em propriedades rurais orgânicas**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, 11., 2019, Ourinhos. Anais [...]. Ourinhos: Faculdade de Tecnologia de Ourinhos, 2019, p. 305-311.

MÁSCIA, Rodrigo. ***Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja**. 2017. 23 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Proteção de Plantas, Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2017.

MEYER, Maurício Conrado; CAMPOS, Hercules Diniz; GODOY, Cláudia Vieira; UTIAMADA, Carlos Mitinori. **Ensaio cooperativos de controle químico de mofo branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Londrina: Embrapa, 2014. 101 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/985018/1/Ensaio%20cooperativos%20de%20controle%20quimico%20de%20mofo%20branco%20na%20cultura%20da%20soja%20safras%202009a2012.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

MEYER, Maurício Conrado; MAZARO, Sérgio Miguel; SILVA, Juliano Cesar da. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Uffpr, Embrapa e Ballagro, 2019. 538 p.

MEYER, Maurício Conrado;. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos**. 165. ed. Londrina: Embrapa, 2020. 10 p.

MICHEREFF, J. Sami. **FUNDAMENTOS de Fitopatologia**. Recife: S/Ed, 2001. 145 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/livros/FUNDAMENTOS%20DE%20FITOPATOLOGIA.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2022.

MICHEREFF, Sami J.. **Controle biológico de doenças de plantas**. 2009. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/download/TECNICAS%20DE%20PRODUCAO%20SUSTENTAVEL/Leitura%203.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

MITSUEDA, Takao; CHARCHAR, Maria José D'Avila. **Modo de ocorrência do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijoeiro irrigado na região dos cerrados**. Brasília: Embrapa, entre 1991 e 2011. 12 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195762/1/Paginas-de-3738-258.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MOREIRA, Suyá Samara. **Aspectos do desenvolvimento em feijão - comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculados com *Trichoderma* spp.** 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

OLIVEIRA, T.A.S.; CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M. Avaliação da atividade antagônica *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. para biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Comunicado Técnico**, Brasília, DF, n.177, ago., 2008.

PEREIRA, Gleice Viviane Nunes. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. da C. **Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas**. *Agropecuária Catarinense*, 31:37-40, 2018.

Bagatini, N., Vergara, R., Neto, A. G., & Peske, S. (2019). PRODUÇÃO DE SEMENTES PREMIUM NA CULTURA DA SOJA. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, 6(2), 33-40. científicos e tecnológicos. 3ª edição. Pelotas: Ed. Universitária, p. 13-100, 2019.

RAVA, Carlos A.; SARTORATO, Aloisio. **Antracnose**. Goiânia: Embrapa, . 23 p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/199893/1/CNPAF1994p17.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2022.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

**REV. BRAS. SEM. BRASILIA**. Brasília: s/ed, v. 3, n. 2, 1981. Trimestral. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/209550/1/rbs-1981.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022.

RIBAS, Priscila Pauly et al. Potencial *in vitro* para solubilização de fosfato por *Trichoderma* spp. **Revista Brasileira de Biociências: Brazilian Journal of Biosciences**, Porto Alegre. Vol. 14, n. 2 (abr./jun. 2016), p. 70-75, 2016.

ROHRIG, Bruna; RAMOS, Rodrigo Ferraz; MOCCELLIN, Renata; SANGIOGO, Maurício; DAROIT, Daniel Joner; MOURA, Andréa Bittencourt; LUDWIG, Juliane. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2018, Marília. **Seleção de rizobactérias com potencial para o biocontrole de patógenos habitantes de solo da cultura do feijão**. Marília: S/Ed, 2018. p. 5-5. Disponível em: [http://www.infobibos.com/anais/cpfito/41/Resumos/Resumo41CPFito\\_0069.pdf](http://www.infobibos.com/anais/cpfito/41/Resumos/Resumo41CPFito_0069.pdf). Acesso em: 10 jul. 2022.

ROSSI A. J. D.; NOGUEIRA S. R.; RUFINO C. P. D.; MACEDO P. E. F. de; ARAÚJO C. S. de. **Seminário da embrapa acre de iniciação científica e pós-graduação**, 2., 2020, Rio Branco. Desempenho de mudas de açaizeiro-solteiro em resposta a substratos colonizados com *Trichoderma* spp. no Acre. Acre: Embrapa Acre. Eventos Técnicos & Científicos, 2, 2020.

SANTOS, Ariele Cristina Moreira. **Seleção de *Bacillus* spp. para controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e promoção de crescimento em feijoeiro**. 2021. 30 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, 2021. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/29170/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

SANTOS, H. A.; MELLO, S. C. M.; PEIXOTO, J. R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e ácido indol-3-butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n.º. 6, p. 966-972. 2010.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Arroz e feijão: uma combinação importante para a saúde**. 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/saude-bem-estar/arroz-feijao-uma-combinacao-importante-para-saude.htm>. Acesso em: 13 maio 2022.

SILVA, J. C.; SUASSUNA, N. D.; BETTIOL, W. Management of Ramularia leaf spot on cotton using integrated control with genotypes, a fungicide and *Trichoderma asperellum*. **Crop Protection**, v. 94, p. 28-32, 2017.

SILVEIRA, P. M. da; FERREIRA, E. P. de B. **Índice de suficiência de nitrogênio determinado pelo clorofilômetro em feijão inoculado com rizóbio e sob**

**adubação nitrogenada.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 46).

SILVEIRA, Pedro Marques da; GONZAGA, Augusto Cesar de Oliveira; SARMENTO, Pedro Henrique Lopes. **Passo a Passo para o Uso do Clorofilômetro Portátil na Quantificação do Nitrogênio a Ser Aplicado em Cobertura no Feijoeiro.** 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161485/1/Com-Tec-236.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.

SINGH, S. P.; TERÁN, H.; SCHWARTZ, H. F.; OTTO, K.; LEMA, M. **Developing white mold resistant interspecific breeding lines from the secondary gene pool of common bean.** Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, Fort Collins, v.50, p.135-136, 2007.

SOUSA, Rafaela. **Rotação de culturas; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/rotacao-culturas.htm>. Acesso em: 25 jun. de 2022.

SOUZA, Ariane do Carmo. Controle biológico de *Alternaria alternata*, agente causal da mancha marrom de alternaria, por *Bacillus* SPP. 2018.

SYNGENTA. **As principais doenças do feijão.** 2020. Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/noticias/as-principais-doencas-do-feijao>. Acesso em: 11 jun. 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 4. Ed. Trad. SANTARÉM, E. R. Porto Alegre: RS, Artmed, 2009. 820p.

TERRA. **Principais doenças do feijão.** 2020. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/climatempo/principais-doencas-da-cultura-do-feijao,09c60e99fc91123d3fd8b7b74e7249cc85ps5o1r.html#:~:text=As%20principais%20doen%C3%A7as%20que%20atacam,mofa%20branco%2C%20ferrugem%20e%20alternaria>. Acesso em: 09 jul. 2022.

THOMASHOW, LINDA S.; WELLER, DAVID M. Role of a phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici*. **Journal of bacteriology**, v. 170, n. 8, p. 3499-3508, 1988.

TOMASHOW, L.S. Role of antibiotics in root disease suppression by fluorescent *Pseudomonads*. In: **International congress of plant pathology**, 5, 1988. Kyoto. Anais. Kyoto: International Society of Plant Pathology, 1988. p.94

TORTELLI, Brenda. **Tratamento químico e biológico em sementes de feijão inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* e efeitos sobre qualidade sanitária e fisiológica.** 2019. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2019.

WENDLAND, Adriane; LOBO JUNIOR, Murillo; FARIA, Josias Correa de. **Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum.** Brasília: s/ed, 2018.

49 p. Disponível em: <https://CNPAF2018ManIdentDoenFeijao.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2022.

YOKOYAMA, M. **Manejo integrado de pragas da cultura do feijão**. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4., Campinas, 1991. Campinas, IBC, 1991. p.51-54.