

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE AGRONOMIA**

Cíntia Faquin

**CONTROLE DE *Sclerotium cepivorum* E *Setophoma terrestris* POR *Bacillus* spp. NA  
CULTURA DO ALHO (*Allium sativum* L.)**

Curitibanos

2022

Cíntia Faquin

**CONTROLE DE *Sclerotium cepivorum* E *Setophoma terrestris* POR *Bacillus* spp. NA  
CULTURA DO ALHO (*Allium sativum* L.)**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra Glória Regina Botelho

Curitibanos

2022

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

Faquin, Cíntia

Controle de *Sclerotium cepivorum* e *Setophoma terrestris*  
por *Bacillus* spp. na cultura do alho (*Allium sativum* L.) /  
Cíntia Faquin ; orientadora, Glória Regina Botelho, 2022.  
58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Alho. 3. Rizobactérias. 4. Fungos. 5.  
Mecanismos de inibição contra patógenos. I. Botelho, Glória  
Regina. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia  
Rodovia Ulysses Gaboardi km3  
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC  
TELEFONE (048) 3721-4174 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

---

CINTIA FAQUIN

**CONTROLE DE *Sclerotium cepivorum* E *Setophoma terrestris* POR *Bacillus* spp. NA  
CULTURA DO ALHO (*Allium sativum* L.).**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 18 de novembro de 2022.



Documento assinado digitalmente  
**Douglas Adams Weiler**  
Data: 21/11/2022 14:11:34-0300  
CPF: \*\*\*.111.820-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Prof. Dr. Douglas Adams Weiler**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
**Gloria Regina Botelho**  
Data: 22/11/2022 18:39:06-0300  
CPF: \*\*\*.241.057-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Profa. Dra. Glória Regina Botelho**  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
**MARCO ANTONIO LUCINI**  
Data: 30/11/2022 15:15:42-0300  
CPF: \*\*\*.183.900-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>



Documento assinado digitalmente  
**Adriana Terumi Itako**  
Data: 22/11/2022 20:15:30-0300  
CPF: \*\*\*.130.099-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Profa. Dra. Adriana Terumi Itako**  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida, pela minha saúde e por todas as oportunidades oferecidas a mim.

Aos meus pais, Cleuza e Vilmar, que sempre deram o melhor de si, para que eu pudesse chegar aqui. O amor incondicional e apoio me fizeram crescer, e correr atrás dos meus objetivos.

As minhas irmãs, Cibele e Patrícia, por serem meu ponto de apoio, carinho e incentivo, por escutar-me sempre e levantar meu ânimo quando as coisas pareciam não estar bem, sem vocês com certeza não chegaria até aqui.

Aos meus sobrinhos, Enzo e Luíza, por serem minha alegria diária.

Ao meu namorado Bruno, por estar ao meu lado sempre nos momentos bons e ruins.

Ao meu cunhado Alison por ser sempre alegre e descontraído deixando tudo mais leve.

Aos meus tios e primos (as), que abriram as portas de suas casas e me acolheram, me dando apoio durante essa caminhada, e me ajudando sempre que preciso.

Aos meus amigos, Diego, Franciele, Gabriel, Gabriela, Eduardo, Rodrigo, Camila que ajudaram durante a minha vida acadêmica e me mostraram que quando caminhamos com bons amigos, a vida se torna mais alegre.

Agradeço a minha professora e orientadora, Glória Regina Botelho, que me aceitou no projeto e no grupo LMPCP, pelo conhecimento transmitido, por acreditar em mim e pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho

Aos Colegas do grupo LMPCP (Laboratório de Microrganismos Promotores de Crescimento de Plantas), pela troca de conhecimento e aprendizado, principalmente Rodrigo, Camila, Verônica, Gabriela M. e Vinicius, por sempre estarem comigo no Laboratório me ajudando.

Aos colegas de curso, técnicos, servidores, por terem feito parte da minha caminhada nessa Universidade.

A Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de realização do curso.  
Muito obrigada a todos.

## RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica no Brasil e é produzido, principalmente, por pequenos e médios produtores. Por ser uma cultura importante para o país. As doenças que lhe atacam vêm causando grandes preocupações, por reduzir a produtividade. As principais doenças que atacam a cultura do alho são a podridão branca causada pelo fungo *Sclerotium cepivorum* que pode causar perda de 100% na produção e podridão rosada, causada por *Setophoma terrestris*. O *S. cepivorum* é resistente à campo por possuir escleródios, no qual podem permanecer por muitos anos no solo, em diversas condições climáticas, tornando-se difícil o controle. O *S. terrestris* vem reduzindo a produtividade do alho nacional, é um patógeno que é encontrado no solo, caracterizado pela coloração rosada nas raízes, causando o enrugamento do tecido, levando à morte da raiz. Uma alternativa para controlar essas doenças, é através do controle biológico. Muitos estudos destacam o gênero *Bacillus* por apresentar mecanismos de inibição e com capacidade de combater doenças fúngicas. Esses microrganismos além de apresentarem potencial de inibir desenvolvimento de patógenos possuem a capacidade de promover o crescimento de plantas. O objetivo com esse trabalho foi avaliar isolados de *Bacillus* spp. quanto à capacidade de inibição da *S. terrestris* em *in vitro* e *S. cepivorum* *in vivo*. Foram utilizados 27 isolados bacterianos de *Bacillus* spp. no teste de antibiose *in vitro* com *S. terrestris*, realizou-se seis repetições por isolado, foi adicionado um isolado em cada canto da placa de petri com o fungo crescido por 72 horas a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. As medidas foram realizadas com uma régua volumétrica e a cada 24 horas. Para o teste *in vitro* com *S. cepivorum*, utilizou-se cinco repetições com sete tratamentos, sendo eles: sem inoculação bacteriana, EB01, EB15, EB17, EB21, produto comercial a base de *Bacillus subtilis* e a testemunha (sem fungo e sem bactéria). Foram quantificados 250 escleródios/grama e adicionado um grama por vasos Leonard, apenas a testemunha não recebeu os escleródios do fungo. As sementes de alho utilizadas foram cultivar Chonan, no qual foram desinfestadas e inoculadas dentro do fluxo laminar. Foram conduzidas aos vasos Leonard até 120 dias após a semeadura, as plantas foram coletadas. Foram avaliados a altura da planta em 60, 90 e 120 DAS, número de folhas verdes e secas, massa úmida e seca da parte aérea, massa úmida e seca da raiz, e massa úmida e seca do bulbo. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativo, realizou o teste de média Scott-Knott a 5% de significância. Dos isolados testados na *S. terrestris* *in vitro*, nove isolados apresentaram grau de inibição, sendo esses: EB01, EB02, EB03, EB08, EB09, EB13, EB18, EB19 e EB24. O isolado EB19 apresentou maior grau de inibição, com 30,48%. Dos nove isolados que apresentaram inibição da *S. terrestris*, cinco também apresentaram inibição do *S. cepivorum* (EB01, EB13, EB18, EB19, EB24). No teste *in vivo*, não houve manifestação da podridão branca em vasos Leonard, mostrando que esse sistema não é o mais eficiente para testar expressão da patogenicidade do fungo. Entretanto, observou-se que a inoculação dos bulbos de alho com os isolados EB01, EB15, EB17 e EB21 contribuiu significativamente para o crescimento da planta, na altura, massa úmida e seca da parte aérea, massa seca e úmida dos bulbos e na raiz da planta. Observou-se, também, que a aplicação do meio sem inoculação induziu o crescimento das plantas, com efeito semelhante ao observado com os isolados, sugerindo que houve a estimulação de microbiota associada aos bulbos, sendo essa, provavelmente, promotora de crescimento do alho.

**Palavra- chave:** Rizobactérias, Fungo, Doença, Desenvolvimento, Biológico, Podridão

## SUMMARY

The Garlic (*Allium sativum* L.) is a vegetable of great economic importance in Brazil and is mainly produced by small and medium producers. Because it is an important culture for the country. The diseases that attack him have been causing great concern, as they reduce productivity. The main diseases that attack garlic are white rot, caused by the fungus *Sclerotium cepivorum*, which can cause 100% loss in production, and pink rot, caused by *Setophoma terrestris*. The *S. cepivorum* is resistant to the field because it has sclerotia, which can remain for many years in the soil, in different climatic conditions, making it difficult to control. The *S. terrestris* has been reducing the productivity of national garlic, it is a pathogen that is found in the soil, characterized by the pink color of the roots, causing the wrinkling of the tissue, leading to the death of the root. An alternative to control these diseases is through biological control. Many studies highlight the genus *Bacillus* for presenting mechanisms of inhibition and ability to fight fungal diseases. These microorganisms, in addition to having the potential to inhibit the development of pathogens, have the ability to promote plant growth. The aim of this work was to evaluate *Bacillus* spp. regarding the ability to inhibit *S. terrestris in vitro* and *S. cepivorum in vivo*. 27 bacterial isolates of *Bacillus* spp. in the *in vitro* antibiosis test with *S. terrestris*, six replicates were performed per isolate, one isolate was added to each corner of the petri dish with the fungus grown for 72 hours at 25°C with a 12-hour photoperiod. Measurements were performed with a volumetric ruler and every 24 hours. For the *in vitro* test with *S. cepivorum*, five repetitions were used with seven treatments, namely: without bacterial inoculation, EB01, EB15, EB17, EB21, commercial product based on *Bacillus subtilis* and the control (without fungus and without bacteria). 250 sclerotia/gram were quantified and one gram was added per Leonard pots, only the control did not receive the sclerotia of the fungus. The garlic seeds used were cultivar Chonan, in which they were disinfested and inoculated within the laminar flow. Up to 120 days after sowing, they were placed in Leonard pots and the plants were collected. Plant height at 60, 90 and 120 DAS, number of green and dry leaves, shoot wet and dry mass, root wet and dry mass, and bulb wet and dry mass were evaluated. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant, the Scott-Knott mean test was performed at 5% significance. Of the isolates tested on *S. terrestris in vitro*, nine isolates showed a degree of inhibition, namely: EB01, EB02, EB03, EB08, EB09, EB13, EB18, EB19 and EB24. The EB19 isolate showed the highest degree of inhibition, with 30.48%. Of the nine isolates that showed inhibition of *S. terrestris*, five also showed inhibition of *S. cepivorum* (EB01, EB13, EB18, EB19, EB24). In the *in vivo* test, there was no manifestation of white rot in Leonard pots, showing that this system is not the most efficient to test expression of the pathogenicity of the fungus. However, it was observed that the inoculation of garlic bulbs with the isolates EB01, EB15, EB17 and EB21 contributed significantly to plant growth, height, wet and dry mass of shoots, dry and wet mass of bulbs and root. of the plant. It was also observed that the application of the medium without inoculation induced plant growth, with an effect similar to that observed with the isolates, suggesting that there was stimulation of the microbiota associated with the bulbils, which is probably a promoter of garlic growth.

**Keywords:** Rhizobacteria, Fungus, Disease, Development, Biological, Rot

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Inibição do fungo <i>Setophoma terrestris in vitro</i> por isolados de <i>Bacillus</i> spp.....	34
Tabela 2- Quantificação de UFC dos isolados nos inóculos .....	37
Tabela 3- Quantidade de folhas verdes e folhas mortas em cada tratamento com 120 dias após o plantio .....	40
Tabela 4- Altura(cm) de plantas de alho em diferentes períodos (60, 90 e 120 DAS).....	41
Tabela 5- Efeito dos tratamentos nas massas úmida e seca da parte aérea .....	43
Tabela 6- Massas úmida e seca de raízes de alho.....	45
Tabela 7 - Massas úmida e seca do bulbo do alho.....	47



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Alho sobre o ataque do fungo <i>Sclerotium cepivorum</i> .....	18
Figura 2- Alho sobre o ataque de <i>Setophoma terrestris</i> .....	20
Figura 3- Fungo <i>Setophoma terrestris</i> em placa com meio BDA crescido por 7 dias, a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas .....	23
Figura 4- Fungo <i>Sclerotium cepivorum</i> em placa com meio BDA, crescido por 3 dias, a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas .....	24
Figura 5- Fluxograma ilustrativo do teste de antibiose <i>in vitro</i> com a <i>Setophoma terrestris</i> ...	24
Figura 6- Preparação de inóculo de <i>S. cepivorum</i> sobre o arroz, após de 7 dias na BOD a 25°C .....	26
Figura 7 – Alíquotas de 1 g do inóculo de <i>Sclerotium cepivorum</i> crescido no arroz.....	27
Figura 8 – Inoculação dos vasos com <i>Sclerotium cepivorum</i> .....	28
Figura 9 – Inóculos bacterianos e testemunha respectivo a cada tratamento .....	29
Figura 10 – Bulbilhos inoculados Bulbilhos inoculados durante 30 minutos em fluxo laminar .....	29
Figura 11 - Bulbilhos plantados em vasos Leonard .....	30
Figura 12- Plantas de alho com 18 dias após a semeadura.....	31
Figura 13 – Reinoculação dos tratamentos com 90 dias após a semeadura com auxílio de uma pipeta volumétrica .....	31
Figura 14- Inibição <i>in vitro</i> de <i>Setophoma terrestris</i> por <i>Bacillus</i> spp. ....	35
Figura 15- Teste de antibiose com o produto comercial a base de <i>Bacillus subtilis</i> em <i>Setophoma terrestris</i> e <i>Sclerotium cepivorum</i> .....	36
Figura 16 - Raízes com presença do <i>Sclerotium cepivorum</i> identificado no desbaste .....	38
Figura 17- Plantas de alho com sintomas de podridão branca (amarelecimento foliar).....	38
Figura 18- Ilustração do sistema de vasos Leonard.....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABA Ácido Abscísico

AGROFIT Sistema de Agrotóxicos e fitossanitários

AIA Ácido Indol Acético

ANAPA Associação Nacional dos Produtores de Alho

BDA Batata Dextrose Ágar

CEPA Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina

DAE Dias Após a Emergência

DAS Dias Após a Semeadura

DIC Delineamento Inteiramente Casualizado

EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

FBN Fixação Biológica de Nitrogênio

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LB Luria Bertani

LMPCP Laboratório de Microrganismos Promotores de Crescimento em Plantas

MAPA Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

RPCP Rizobactérias Promotores de Crescimento de Plantas

UFC Unidade Formadora de Colônias

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 OBJETIVOS .....	14
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 A CULTURA DO ALHO .....	16
<b>2.1.1 Alho na região de Curitiba</b> .....	<b>17</b>
2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS RADICULARES NO ALHO .....	17
<b>2.2.1 Podridão branca</b> .....	18
<b>2.2.1 Podridão rosada no alho</b> .....	19
2.3 RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS NO CONTROLE BIOLÓGICO .....	21
<b>2.3.1 <i>Bacillus</i> no controle biológico</b> .....	<b>21</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
3.1 REPICAGEM DE <i>Sclerotium cepivorum</i> E <i>Setophoma terrestris</i> .....	23
3.2 TESTE DE ANTIBIOSE <i>in vitro</i> .....	24
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	25
3.4 AVALIAÇÃO DA AÇÃO DOS ISOLADOS <i>in vivo</i> .....	26
<b>3.4.1 Quantificação dos escleródios de <i>S. cepivorum</i></b> .....	<b>27</b>
<b>3.4.2 Variedade Chonan</b> .....	<b>28</b>
<b>3.4.3 Desinfestação dos bulbilhos</b> .....	<b>28</b>
<b>3.4.4 Preparo dos inóculos com os isolados de <i>Bacillus</i> spp.</b> .....	<b>28</b>
<b>3.4.5 Plantio</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4.6 Quantificação do número UFC (Unidades Formadoras de Colônias) /mL dos isolados bacterianos</b> .....	<b>30</b>

<b>3.4.7 Desbaste</b> .....	31
<b>3.4.8 Reinoculação dos tratamentos</b> .....	31
<b>3.5 PARÂMETROS AVALIADOS</b> .....	32
<b>3.5.1 Proteção da planta ao <i>Sclerotium cepivorum</i></b> .....	<b>32</b>
<b>3.5.2 Número de folhas verdes e folhas secas</b> .....	32
<b>3.5.3 Altura das plantas</b> .....	32
<b>3.5.4 Massa úmida e seca da parte aérea</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5.5 Massas úmida e seca de bulbos</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5.6 Massa úmida e seca das raízes</b> .....	33
<b>4.RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>4.1 INIBIÇÃO AO <i>Setophoma terrestris in vitro</i></b> .....	34
<b>4.2 AVALIAÇÃO DO EFEITO DOS ISOLADOS <i>in vivo</i> CONTRA <i>S. cepivorum</i></b> .....	37
<b>4.2.1 Números de UFC nos inóculos com os isolados</b> .....	37
<b>4.2.2 Proteção da planta de alho ao <i>Sclerotium cepivorum</i></b> .....	<b>37</b>
4.2.2.1 <i>Antes dos 30 DAS</i> .....	38
4.2.2.2 <i>Depois dos 30 DAS</i> .....	39
<b>4.2.3 Número de folhas verdes e secas em plantas de alho com 120 dias</b> .....	40
<b>4.2.4 Efeito dos isolados nas alturas de plantas</b> .....	41
<b>4.2.5 Efeito de isolados de <i>Bacillus spp.</i> na parte aérea</b> .....	43
<b>4.2.6 Massa úmida e seca da raiz</b> .....	45
<b>4.2.7 Massa úmida e seca do bulbo</b> .....	46
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	49
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) pertence à família Aliaceas é uma planta herbácea, que apresenta folhas alongadas, estreitas e cerosas e pode atingir altura de aproximadamente 90 cm, variando conforme a cultivar (VIEIRA, 2004). As plantas possuem um bulbo comestível, que varia de seis a quinze bulbilhos, conhecidos também como dentes (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, 1995).

Segundo a Embrapa Hortaliças, o consumo do alho no Brasil cresceu em 20% se comparado a 2019, e nos últimos seis anos houve aumento das áreas plantadas, o qual passou de 9500 hectares para 14 mil hectares (LIMA *et al.*, 2019). O Brasil se destaca como um dos países com maior consumo *per capita* de alho, aproximadamente, 1,5 kg/habitante/ano (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016).

No ano de 2019 a produção chegou a 131523 toneladas em uma área de 11219 hectares plantados, com produtividade média de 11724 kg/ha (IBGE, 2019). Já nas safras 2020/21, a produção alcançou 220 mil toneladas em 16 mil hectares plantados, com um rendimento médio de 12798 kg por hectare (ANAPA, 2022). Com 73940 toneladas, o maior produtor em 2021 foi o estado de Minas Gerais, responsável por quase a metade do volume nacional (IBGE, 2021).

Em Santa Catarina, na safra 2020/21, obteve-se produção de 18419 toneladas em uma área de 1881 hectares, apresentando uma produtividade média de 9792 kg/ha (IBGE, 2021). Ocupando o terceiro lugar no *ranking* do Brasil (PEREIRA, 2021). A região de Curitiba e a mesorregião são produtoras de alho desde 1997, sendo o berço do alho nacional (LUCINI, 2008). No ano de 2019, a região teve uma produtividade média de 9000 kg por hectare (IBGE, 2019). A região de Curitiba tem um potencial grande para o cultivo de alho, pois apresenta condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento.

O aumento da produtividade é um fator decisivo no cultivo do alho no Brasil, pois é uma cultura intolerante ao estresse hídrico, suscetível às condições ambientais (ocorrendo distúrbios fisiológicos) e ao ataque de pragas e doenças (CORREIA, 2021). A cultura possui também alto custo de produção e grande taxa de manifestação de diversas doenças (ANAPA, 2019).

Neste sentido, a ocorrência de doenças na lavoura vem causando preocupações pelas quedas de produção (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, 1995). Das principais doenças da raiz do alho, a podridão branca causada pelo fungo *S. cepivorum* é responsável por grandes perdas na lavoura (RESENDE; HABER;

PINHEIRO, 2016). Essa doença ocorre, principalmente, em regiões frias e com alta umidade, com alta severidade (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016). Esse fungo tem grande resistência em campo, podendo sobreviver nos solos por muitos anos, tornando difícil seu controle, pois o fungo produz escleródios (MARCUIZZO; SCHMOELLER, 2017). Em função disso, diversas áreas se tornaram impróprias para o cultivo do alho (LOURENÇO JUNIOR *et al.*, 2016).

Outra doença que está ganhando destaque nos últimos anos na cultura do alho é a podridão rosada, causada pelo fungo *S. terrestris*. O patógeno se manifesta, principalmente, na fase final da cultura na Região Sul, afetando a produtividade (REVISTA CULTIVAR HORTALIÇAS E FRUTAS, 2020). O fungo *S. terrestris* também possui escleródios que causam resistência em campo, sobrevivendo, aproximadamente, oito anos no solo e ocasionando perdas de produtividade de 50% a 100% (MICHHEREFF; BARROS, 2001). Na cultura do alho há poucos estudos e a cada ano vem aumentando as áreas de incidência da doença.

O controle químico dessas doenças vem mostrando pouco eficiência, pois as estruturas que sobrevivem no solo por muitos anos são muito agressivas (LOURENÇO JUNIOR *et al.*, 2016). No sistema de produção, o controle biológico vem sendo apontado como uma alternativa (RODRIGUES, 2019).

Para ajudar no crescimento e desenvolvimento dessa cultura, tem aumentado os estudos realizados com as rizobactérias. Conceitua-se rizobactérias sendo um grupo de microrganismos que possuem a capacidade de colonizar o sistema radicular das plantas e a rizosfera, podendo ser saprófitos de vida livre ou simbiontes (COELHO *et al.*, 2007).

Os estudos apontam que essas bactérias possuem características de auxiliar no crescimento e desenvolvimento da planta, por isso são chamadas de Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (RPCP) (CARVALHO; OLIVEIRA, 2009). As RPCPs possuem diversos mecanismos benéficos como: a produção de hormônios que auxilia na germinação de sementes, no crescimento das plantas adultas; assim como a produção de metabólitos que inibem patógenos vegetais (ARAUJO; PEDROSO, 2013). O gênero *Bacillus* está entre os destaques, pois sobrevivem nos solos e por terem capacidade de formar endósporos resistentes à diversas condições ambientais e edáficas (BRAGA JUNIOR *et al.*, 2015). As espécies do gênero em questão têm potencialidade por produzirem toxinas, ao serem utilizadas na agricultura, podem inibir microrganismos que afetam a produção das culturas.

Vale ressaltar que o controle biológico vem se tornando uma ferramenta importante para supressão de pragas e doenças, com intuito de produção inteligente e sem ou com redução do uso de defensivos agrícolas. Esse sistema de controle utiliza microrganismos antagonistas, como as bactérias do gênero *Bacillus*, que têm mecanismos de inibição, com capacidade de controlar, principalmente, alguns gêneros de fungos fitopatogênicos (DORIGHELLO, 2017).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a viabilidade das bactérias do gênero *Bacillus* para o controle dos fungos *Setophoma terrestris in vitro* e *Sclerotium cepivorum in vivo* e como promotoras de crescimento do alho.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Quantificar a eficiência dos isolados bacterianos na inibição da *S. terrestris in vitro*.

Avaliar o potencial dos isolados bacterianos em controlar os sintomas e manifestação da podridão branca (*S. cepivorum*) no alho em condições controladas.

Quantificar o efeito dos isolados no crescimento do alho em condições controladas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O alho (*A. sativum* L.) é uma cultura de interesse social, no qual 40772 propriedades cultivam alho no Brasil e 83% são de agricultura familiar (IBGE, 2021). O Brasil é o segundo maior importador de alho do mundo (GRÜNDLING; GAZZOLA; ARAGÃO, 2021). Em 2022, o Brasil importou 94,0 mil toneladas, houve uma redução de 11,2% quando comparado à 2021, mas o Brasil mesmo reduzindo a importação ainda vem sendo um dos maiores importadores, principalmente do alho argentino e chinês (CONAB, 2022).

Além de ser uma planta aromática é utilizada em diversas culinárias, é de uso medicinal, pois ajuda a estimular as funções respiratórias por possuir propriedades antissépticas (MOTA *et al*, 2011) (TRANI, 2009).

Essa cultura sofre ataques de diversas doenças, tanto foliares como radiculares. As mais comuns são a ferrugem e a podridão branca (BELLÉ; FONTANA, 2018), mas há alguns anos, a preocupação dos produtores tem aumentado com a podridão rosada, que afeta, grandemente, a produção, causando um grande prejuízo nas lavouras de alho e respectivamente em sua produtividade.

A podridão branca e a podridão rosada não apresentam uma resposta positiva ao controle químico que se mostra ineficiente, pois são fungos de difícil controle por possuir escleródios e possuir rápida dispersão e alta resistência a campo (REIS; OLIVEIRA, 2011). Não há fungicida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) específico para *S. terrestris*, para controle do *S. cepivorum* encontrasse sete produtos registrados no Sistema Agrotóxico Fitossanitário (AGROFIT).

O controle biológico poderá ser uma alternativa viável e econômica para controlar a podridão branca e rosada utilizando rizobactérias promotoras de crescimento de plantas, como o *Bacillus* (PAVAN, 2015). As bactérias do gênero *Bacillus* têm mecanismos de inibição, com capacidade de controlar alguns gêneros de fungos fitopatogênicos. Um dos mecanismos que essas bactérias possuem é o de antibiose, em que realiza a produção de compostos antibióticos (BATISTA JUNIOR *et al.*, 2002). Por isso, é necessário estudar os mecanismos desses microrganismos e testar isolados de *Bacillus*, como forma de controlar ou amenizar doenças como a podridão branca e a raiz rosada. Assim, crescentemente, as lavouras de alho terão mais produtividade e diminuirá a degradação do meio ambiente.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A CULTURA DO ALHO

O alho (*A. sativum* L.) é uma planta aromática da família das Aliáceae, assim como a cultura da cebola. O porte da planta varia entre 50 a 90 cm de altura e suas raízes atingem até 50 cm de profundidade. Possuem folhas estreitas e alongadas que são recobertas por uma camada de cera que as protege (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016). O bulbo apresenta um formato redondo ou ovalado, e é dividido em bulbilhos, podendo variar em média de 9 a 15 bulbilhos. Eles são compridos e apresentam uma forma arqueada, possuem uma folha protetora chamada de bráctea com variação de cor, podendo ser branca, vermelha, roxa ou marrom. O bulbo também tem várias túnicas esbranquiçadas que servem para a proteção (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016).

O alho pode ser classificado em grupos, calibres ou categorias. O grupo é conforme a coloração da túnica dos bulbilhos, podendo ser: branco, roxo, vermelho ou colorido, pelas denominações da Portaria MAPA N° 435 de 18 de maio de 2022. O alho Branco tem a maior dominância a coloração branca no bulbilho, o alho Roxo apresenta coloração roxa em todos os bulbilhos, o alho Vermelho apresenta coloração avermelhada na túnica dos bulbilhos e o Colorido apresenta coloração diferentes dos citados acima (PORTARIA N° 435, 2022) (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016).

O alho é cultivado em época fria do ano e seu ciclo do alho varia conforme a sua cultivar. Segundo Lucini (2016), o ciclo é caracterizado por três fases: a primeira fase é quando ocorre a brotação; a segunda fase é a partir da emissão de folhas novas até o começo da diferenciação; e a terceira fase, do desenvolvimento dos bulbilhos até a maturação completa.

Para que a cultura se desenvolva é preciso ter alguns cuidados com o solo, apresentando uma fertilidade alta e pH de 6,5 (MENESES SOBRINHO *et al.*, 1993). Os nutrientes mais exigidos são nitrogênio, fósforo e potássio, pois eles atuam na produção e qualidade de bulbos do alho (RESENDE; FAQUIN; SOUZA, 2004). O nitrogênio e potássio garante o desenvolvimento eficiente e vigoroso da planta (LUCINI, 2016) (MENESES SOBRINHO *et al.*, 1993). Já o fósforo atua na produtividade, pois ajuda a formar bulbos grandes (MENESES SOBRINHO *et al.*, 1993).

As tecnologias de fertirrigação e a fertilização foliar ajudam a melhorar a qualidade da cultura do alho. Essas duas técnicas têm a função de corrigir possíveis falhas da fertilização do solo e complementar a mesma, além de estimular as fases da cultura do alho. Quando aplicados

esses fertilizantes foliares, observa-se respostas positivas e eficientes no fornecimento de nutrientes para diversas culturas olerícolas (LUZ *et al.*, 2010).

### 2.1.1 Alho na região de Curitibanos

A região de Curitibanos tem um grande potencial para o cultivo de alho, pois apresenta condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento (RODRIGUES, 2019). Em Santa Catarina, foi o primeiro município a cultivar essa hortaliça, ficando conhecida nos anos 80 como a “Capital Nacional do Alho” por ser o pioneiro no plantio de alho nobre, qual caracteriza-se por ser branco em seu exterior e roxo por dentro (BARBOSA, 2009).

Na safra de 2019/2020, o município teve uma área plantada de 926 hectares, a qual alcançou produtividade média de 9000 kg por hectare (IBGE, 2019). Gielhl *et al.* (2018) aponta que o alho apresenta um alto custo de produção, porém se destaca pela grande contribuição para o desenvolvimento da economia da região, que atinge em sua maior parte pequenos agricultores e mão de obra familiar.

Segundo a EPAGRI/CEPA (2022) para produzir um hectare de alho há um custo aproximado de R\$ 80571,75, sendo R\$ 33617,11 atribuídos à insumos agrícolas, R\$ 22599,00 referente a mão de obra, R\$ 12719,89 com serviços mecânicos e R\$ 11635,75 com despesas gerais, assistência técnica, seguro de produção, custos financeiros, despesas de comercialização e depreciação.

Além do elevado custo de produção, apresenta grande chance de manifestar várias doenças na cultura (SILVA, 2017). Os produtores estão buscando alternativas para amenizar os prejuízos causados por essas doenças. Ainda, alguns têm deixado de trabalhar com essa cultura em decorrência dessas incertezas. As duas doenças radiculares expressivas na cultura são: podridões branca e rosada.

## 2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS RADICULARES NO ALHO

A cultura do alho sofre com ataques de diversas doenças a campo, podendo ser foliares e radiculares (RESENDE; HABER; PINHEIRO, 2016). Entre as principais doenças radiculares está a podridão branca causada pelo fungo *S. cepivorum*, que é caracterizado como fungo imperfeito da ordem Helotiales e família Sclerotiniaceae (MESQUITA, 2018). Entre as doenças

radiculares também temos a podridão rosada causado pelo fungo *Setophoma terrestris*, da ordem Sphaeropsidales e família Sphaeropsidaceae (CARVALHO, 2016).

### 2.2.1 Podridão branca

Entre as doenças que mais atingem a cultura do alho, a podridão branca é a mais destrutiva, podendo causar perda totais de produção (LOURENÇO JUNIOR *et al.*, 2016). Essa doença tem maior ocorrência em regiões frias e com alta umidade, o patógeno permanece no solo por um longo período, apresentando uma fácil dispersão dentro e entre lavouras e diminuindo drasticamente a produtividade (REIS, 2011). Conforme apresenta a Figura 1, uma planta de alho sobre o ataque do patógeno:

Figura 1- Alho sobre o ataque do fungo *Sclerotium cepivorum*



Fonte: A autora (2022)

O *S. cepivorum* é favorecido por temperatura do solo próximas há 13°C- 18°C (COLEY-SMITH; MITCHE; SANSFORD, 1990) e sobrevive no solo em pequenos escleródios que são estruturas de coloração negra, com formato arredondado que apresenta diâmetro variando de 200 a 500 µm, e podem permanecer em dormência no solo por mais de 20 anos, germinando apenas com a presença de exsudatos radiculares liberados pelas culturas do gênero *Allium* (MARCUSO, SCHMOELLER, 2017) (LOPES, MICHEREFF, 2018). As hifas do fungo penetram na epiderme da raiz do alho por meio de opressórios. As células penetradas são mortas e a produção de enzimas e ácidos pelo patógeno contribui para o apodrecimento dos tecidos infectados e ocorre o desenvolvimento dos sintomas da doença na planta (FUGA; LOPES; VIEIRA, 2012).

As plantas mais novas quando atacadas pelo patógeno, podem acarretar sua morte. Os sintomas mais comuns visíveis são o amarelecimento e morte das folhas velhas, seguido por apodrecimento dos bulbos e morte da planta (LOURENÇO JUNIOR *et al.*, 2016). A planta do alho é suscetível à podridão branca durante todo seu ciclo vegetativo (SOUZA; MACÊDO, 2009).

No Brasil, a ocorrência é generalizada nas regiões serranas do estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MARCUIZZO; SCHMOELLER, 2017). Diversas áreas se tornaram impróprias para o cultivo do alho, por causa do patógeno *S. cepivorum* e sua estrutura de resistência (LOURENÇO JUNIOR *et al.*, 2016).

Esse patógeno tem formação de micélios brancos no início da manifestação dos sintomas, depois de um período formam pequenos pontos escuros que são os escleródios, conseqüentemente, as raízes também acabam apodrecendo (MESQUITA, 2018). A presença de escleródios sobre os bulbos afetados é importante para identificar e fazer o diagnóstico da doença corretamente, pois os demais sintomas podem ser causados por outros patógenos (REIS; OLIVEIRA, 2011).

Há algumas medidas preventivas que devem ser tomadas como utilização de sementes livres do patógeno, lavagens dos implementos agrícolas, rotação de culturas, realizar o plantio em áreas sem a presença do patógeno (SOUZA; MACÊDO, 2009). No mercado, atualmente, não existem cultivares resistentes a essa doença e o uso de fungicidas é pouco eficiente e inviável (PEREIRA, 2013).

Para o controle da podridão branca é necessário estudar outras formas de controle, como o controle biológico, em que se utiliza outros microrganismos que tenham potencial de controlar esse fungo patogênico (DI PIERO; FELIPINI, 2022).

### **2.2.1 Podridão rosada no alho**

Dentre as doenças veiculadas pelo solo mais prejudiciais à cadeia produtiva do alho, destaca-se a podridão rosada, causada pelo fungo *Setophoma terrestris*, é classificado como um fungo imperfeito da ordem Sphaeropsidales, família Sphaeropsidaceae (CARVALHO, 2016).

Essa doença vem reduzindo a produtividade do alho nacional, pois está disseminada por toda a área de plantio (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, 1995). Essa doença apresenta maior manifestação em anos mais secos e quando as plantas apresentam desequilíbrio nutricional (REIS, 2016). No sul do Brasil, a doença ocorre no final do ciclo, quando há aumento de temperatura (CARVALHO, 2016).

Esse fungo se adapta a climas temperados e tropicais, por causa da sua capacidade de sobreviver em diferentes solos, temperaturas e pH variado (CARVALHO, 2016). Porém, suas hifas só se desenvolvem quando a temperatura do solo está alta, entre 24°C e 28°C de temperatura, o qual irá sobreviver livremente no solo com o micélio dormente ou estroma em restos culturais (REIS *et al.*, 2016). Nesse cenário as hifas invadem os tecidos epidérmicos e corticais das raízes das plantas, liberando enzimas que realizam a quebra desses tecidos (DAIMIÉL, 2020) (ALVES *et al.*, 2016).

O principal dano na cultura do alho é a diminuição do peso dos bulbos e seu diâmetro (MÉNDEZ *et al.* 2021). Ela pode se manifestar por todo ciclo da planta, mas é observada com maior incidência em plantas adultas, quando está próxima à colheita (REIS *et al.*, 2016). O principal sintoma é a raiz com coloração rosada, essa cor é decorrente do pigmento micelial do fungo presente na raiz infectada (Figura 2) (MARCUIZZO; CARVALHO, 2020). Em seguida, a sua coloração muda para parda e preta. Com o tempo, as raízes apodrecem e ficam escuras, dificultando a identificação em campo. Quando a planta do alho está infestada com o fungo, desprendem facilmente do solo (WORDELL FILHO, 2006).

Figura 2- Alho sobre o ataque de *Setophoma terrestris*



Fonte: Lucini (2022)

As plantas apresentam sintomas de *déficit* hídrico e as folhas têm aspecto amarelado, murchas e podem secar. Quando afetadas apresentam nanismos e bulbos pequenos, que acabam não sendo utilizadas para o mercado (REIS *et al.*, 2016).

A podridão rosada apresenta sintomas parecidos com a podridão branca (DAIMIÉL, 2020). Inicialmente parece sintoma de *déficit* hídrico, as raízes doentes murcham, tornam-se

quebradiças e ocasionando a morte. Diferente da podridão branca, o patógeno da podridão rosada não infecta a base dos bulbos, atacando somente as raízes, aumentando a chance de infecções secundárias através de outros patógenos (MARCUIZZO; CARVALHO, 2020).

### 2.3 RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS NO CONTROLE BIOLÓGICO

Os estudos atuais vêm buscando alternativas de controle de doenças de plantas que prejudiquem menos o meio ambiente e os seres humanos, com objetivo de diminuir o uso de defensivos agrícolas. Outro motivo é a ineficiência de alguns agroquímicos a determinadas doenças, como a podridão branca e rosada do alho (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

Nos dias atuais, com diversos estudos observa-se o potencial dos microrganismos que apresentam desenvolvimento de mecanismos de defesa de plantas e a importância de utilizar produtos biológicos para proteção de patógenos e desenvolvimento das plantas. Segundo Michereff (1993), o controle biológico de plantas é definido como a redução da densidade de inóculo através de outros microrganismos. Com base nisso, tem-se buscado, através de rizobactérias ou filoplano, no qual apresentam características de inibir/controlar doenças nas plantas (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

Rizobactérias é o termo que caracteriza um grupo de microrganismos que tem capacidade de colonizar o sistema radicular das plantas e a rizosfera, podendo ser simbioses ou saprófitos de vida livre (COELHO *et al.*, 2007). A utilização de rizobactérias como agentes de controle biológico de fitopatógenos e como promotoras de crescimento tem sido uma alternativa (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2013). Essas bactérias possuem diversos mecanismos, como, fixação de nitrogênio, reguladores de crescimento, e inibem o crescimento de organismos no solo, aderido às raízes ou livres no solo, por antibiose, competição por ferro, etc. (ROMEIRO, 2005).

Vários gêneros bacterianos são conhecidos pela capacidade de promover o crescimento vegetal (KLOEPPER *et al.*, 2004). *Bacillus* e *Pseudomonas* do grupo fluorescente são os mais comuns e estudados, sendo utilizados como inoculantes e biofertilizantes (KLOEPPER *et al.*, 2004).

#### 2.3.1 *Bacillus* no controle biológico

As bactérias do gênero *Bacillus* apresentam formato de bastonete, são móveis, podem produzir 167 antibióticos, principalmente polipeptídios (KARTZ; DEMAIN, 1977). São benéficas às plantas, por sobreviverem nos solos e possuírem a capacidade de formar endósporos resistentes em diferentes condições climáticas. Além disso, os *Bacillus* apresentam variedade de mecanismos antagônicos, assim podem sobreviver em habitats diferentes (BRAGA JUNIOR *et al.*, 2015). Segundo Dorighello (2017), apresentam potencialidade por produzirem toxinas, e quando empregadas na produção agrícola, podem inibir microrganismos que afetam a cultura de interesse.

Um dos mecanismos de ação das bactérias do gênero *Bacillus* é a antibiose. A produção de compostos antibióticos é considerada o mecanismo mais importante na supressão de patógenos da rizosfera (MELO, 2021). Para usos práticos de rizobactérias promotoras de crescimento na agricultura, os *Bacillus*, se destacam, pois, apresentam algumas vantagens comparada a *Pseudomonas*, principalmente em produção de inoculantes, além da formação de endósporos de resistência e maior capacidade de sobrevivência (MELO; AZEVEDO, 1998).

Os *Bacillus* têm capacidade de controlar doenças fúngicas, sendo capaz de ser uma ferramenta de controle de fitopatógenos. Elas possuem a capacidade de aumentar a resistência de plantas a diversos estresses ambientais e de escassez nutricional do solo (RADONS, 2016). O controle biológico também possui vantagens por ser econômico e permanente, pois uma vez os microrganismos controladores presentes no local e mostrando eficiência, basta ter práticas agrícolas que não os afetem (RADONS, 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Microbiologia e na Casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina, no Campus Curitibanos. Inserir o período do trabalho.

A coleção de rizobactérias da Universidade Federal de Santa Catarina é preservada sob os cuidados da Prof.<sup>a</sup> Dra. Glória Regina Botelho e fazem parte da coleção de Bactérias do Laboratório de Microrganismos Promotores de Crescimento de Plantas (LMPCP), e conta atualmente com três grupos de bactérias, sendo esses *Bacillus*, *Pseudomonas* do grupo fluorescente e rizóbios.

Os isolados do gênero *Bacillus* foram obtidos de solo e rizosfera da cultura do alho, coletados na fazenda Dias, localizado em Curitibanos, a partir do desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso da acadêmica Mariane Rosa Leôncio (2015). São 27 isolados bacterianos presente no estoque, sendo eles: EB01, EB02, EB03, EB04, EB05, EB06, EB07, EB08, EB09, EB10, EB11, EB12, EB13, EB14, EB15, EB16, EB17, EB18, EB19, EB20, EB21, EB22, EB23, EB24, EB25, EB26 e EB27.

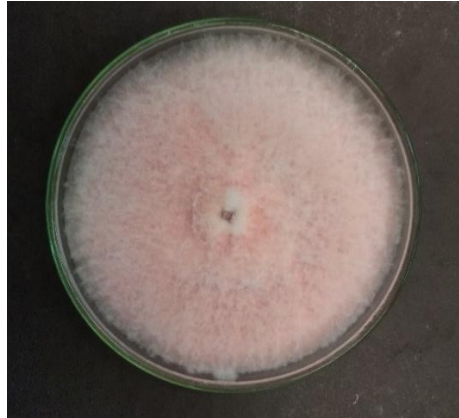
#### 3.1 REPICAGEM DE *Sclerotium cepivorum* E *Setophoma terrestris*

Primeiro passo foi realizar a repicagem do fungo *S.cepivorum*, causador da podridão branca e *S. terrestris* causador da raiz rosada. A *S. terrestris* e *S. cepivorum* foi obtido do estoque do LMPCP, no qual o *S. cepivorum* a Engenheira Agrônoma Alice Rafaela Pereira utilizou em seu trabalho de conclusão de curso.

A purificação dos fungos foi realizada em fluxo laminar em placas de Petri com meio BDA (Batata, Dextrose, Ágar). Os fungos foram depositados no centro das placas de meio BDA que foram envoltas por filme plástico de Parafilm™ para evitar contaminação e incubados durante 7 dias para *S.terrestris* e 3 dias para o *S. cepivorum*, à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas (Figura 3 e Figura 4).

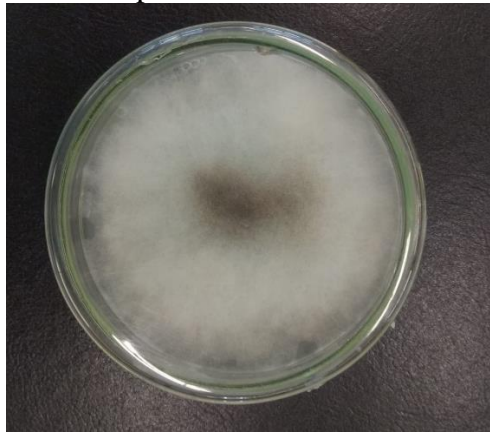
Figura 3– Fungo *Setophoma terrestris* em placa com meio BDA crescido por 7 dias, a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas





Fonte: A autora (2022)

Figura 4- Fungo *Sclerotium cepivorum* em placa com meio BDA, crescido por 3 dias, a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas

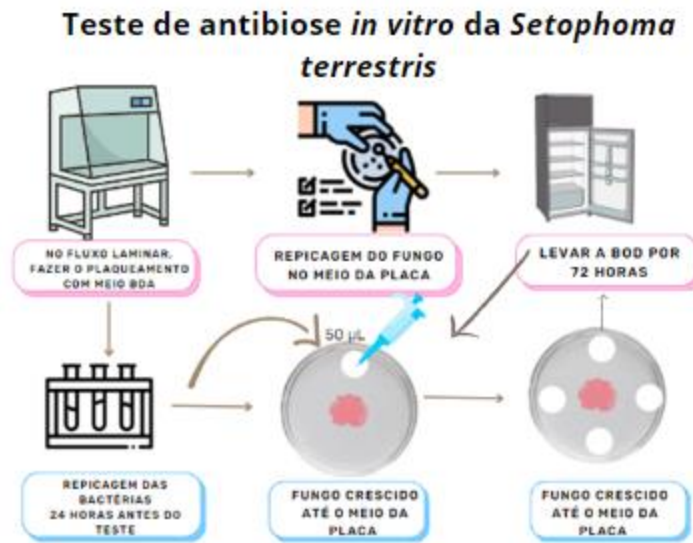


Fonte: A autora (2022)

### 3.2 TESTE DE ANTIBIOSE *in vitro*

Após a purificação da *S. terrestris*, foi realizado o crescimento dos fungos em placa de Petri contendo meio BDA. Depois foi adicionado um disco do crescimento do fungo no meio das placas de Petri. O fungo foi incubado à 25 °C. Após 48 horas da repicagem do fungo, as bactérias gênero *Bacillus*, sendo elas a EB01 até EB27, sendo inoculadas individualmente, em tubos contendo 5 mL de meio LB (Luria Bertani) líquido, pH 7,0. Após 24 horas a 27°C, 50µL da suspensão de cada isolado foram inoculados em quatros pontos das placas com o fungo. Essas foram submetidas a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas (Figura 5).

Figura 5- Fluxograma ilustrativo do teste de antibiose *in vitro* com a *Setophoma terrestris*



Fonte: A autora (2022)

As avaliações foram realizadas a cada 24 horas por um período de quatro dias, em que foi observada a presença de halos de inibição. Para os isolados que apresentaram halo de inibição ao fungo, foram realizadas as medições dos halos de inibição (mm), utilizando-se régua milimetrada. Em seguida foi realizado o cálculo de grau de inibição, conforme descrito por Rodrigues (2019):

$$GI = \left\{ \left[ \frac{D_{tf} - D_{cf}}{D_{tf}} \right] / H_i \right\}$$

Em que:

$D_{tf}$  = Diferença entre o desenvolvimento do fungo na placa sem a presença do controle (bactéria);

$D_{cf}$  = Diferença entre o desenvolvimento do fungo na placa com a presença do controle (bactéria);

$H_i$  = Halo de Inibição, descontando o tamanho da colônia bacteriana.

### 3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi conduzido em DIC (Delineamento Inteiramente Casualizados) com seis repetições para cada isolado bacteriano. A ANOVA foi realizada através do software RStudio e havendo significância, as médias avaliadas pelo teste de Scott-knott em nível de 5%.

### 3.4 AVALIAÇÃO DA AÇÃO DOS ISOLADOS *in vivo*

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* de Curitibanos, utilizando isolados de *Bacillus* que obtiveram resultados significativos na inibição de crescimento do *S. cepivorum in vitro*, realizado pela Engenheira Agrônoma Sabrina Rodrigues, em 2019. Os isolados selecionados foram EB01, EB15, EB17 e EB21. Além dos quatro isolados bacterianos, para compor os outros tratamentos, foi utilizado um produto comercial, composto por *B. subtilis*, um tratamento inoculado apenas com fungo (sem inoculação) e a testemunha (sem fungo e sem inoculação bacteriana) nos vasos. Com cinco repetições em cada tratamento.

O Produto comercial é um inoculante líquido, composto por endósporos da bactéria *Bacillus subtilis*, o qual é recomendado para a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) Pode ser aplicado via semente de 30 a 100 mL/ha ou via foliar de 300 a 900 mL/ha.

Primeiramente, foi necessário preparar os vasos do tipo Leonard, preenchendo com vermiculita e areia na proporção 2:1. Esse substrato foi lavado todos os dias durante uma semana, e secos, os vasos foram envolvidos e cobertos com jornal e esterilizados.

Cada vaso, exceto a testemunha, foi inoculado como *S. cepivorum*. Como inóculo do fungo, três béquer de 500 mL, contendo 80 g de arroz com 160 mL de água destilada foram cobertos com papel alumínio e levado para autoclave, para cozinhar e esterilizar. Após o resfriamento foram adicionadas três alíquotas do crescimento fúngico, oriundo de placas de Petri com meio BDA, foram colocadas cada béquer que foram levados para BOD a 25°C com fotoperíodo de 12 horas, por 7 dias (Figura 6).

Figura 6- Preparação de inóculo de *S. cepivorum* sobre o arroz, após de 7 dias na BOD a 25°C



Fonte: A autora (2022)

### 3.4.1 Quantificação dos escleródios de *S. cepivorum*

Depois de 7 dias *S. cepivorum*, foi retirado uma alíquota de aproximadamente 25 gramas de cada béquer e foram transferidas para um béquer autoclavado, sendo as amostras misturadas. Para quantificar os escleródios foi retirado uma alíquota dessa mistura de aproximadamente 3 gramas, e adicionados 30 mL de água destilada esterilizada, realizando-se diluição de 1:10. Um mL desta suspensão foi colocado em câmara de Neubauer, e levado ao microscópio em lente de 400x, realizando-se a contagem dos escleródios em quatro cantos da câmara, no quadrante A. Foram realizadas 4 repetições e a média calculada, totalizando 25 escleródios/mL.

Em seguida, foi calculado o número de escleródios em um grama de inóculo. Considerando que em 1mL havia 25 escleródios, em 30 mL (volume inicial) haveria 750 escleródios. Nesses 30 mL, foram diluídos 3g do inóculo, portanto, em torno de 250 escleródios/g de inóculo (Figura 7).

Cada vaso do tipo Leonard recebeu 1g de inóculo (250 escleródios/g), com exceção da testemunha.

Figura 7 – Alíquotas de 1 g do inóculo de *Sclerotium cepivorum* crescido no arroz



Fonte: A autora (2022)

A distribuição dos inóculos nos vasos esterilizados foi realizada em casa de vegetação, com o auxílio de um bastão de vidro esterilizado, foi realizado um buraco no substrato do vaso, no qual o fungo foi inoculado (Figura 8). Os vasos foram cobertos deixado na casa de vegetação a uma temperatura de 18°C aproximadamente, por cinco dias, para estabelecimento do fungo.

Figura 8 – Inoculação dos vasos com *Sclerotium cepivorum*



(a) Vaso já inoculado com fungo; (b) Preparação da cavidade com auxílio de um bastão de vidro esterilizado para adição de *S. cepivorum*.  
Fonte: A autora (2022)

### 3.4.2 Variedade Chonan

A variedade do alho utilizada para o experimento foi a Chonan que possui ciclo de 160 dias. Os bulbilhos utilizados foram de classe 3 que possuíam aproximadamente 4 g cada bulbilho (MAZZUCO, 2020), cedido pelo produtor Everson. Em maio foi realizada a vernalização a 4°C, por aproximadamente 30 dias. Os bulbilhos utilizados no experimento não passaram por nenhum tratamento convencional antes da inoculação da semente.

### 3.4.3 Desinfestação dos bulbilhos

As sementes foram imersas em álcool 92 GL por 2 minutos, em seguida, foram imersas em hipoclorito de sódio (NaOCl) a 3%, por um minuto e meio e depois foi realizado dez lavagens em água destilada esterilizada (CALAZANS *et al.*, 2010). As sementes foram secadas em fluxo laminar, por 45 minutos.

### 3.4.4 Preparo dos inóculos com os isolados de *Bacillus* spp.

Para realizar o preparo dos inóculos foram preparados 100 ml de meio LB (Luria Bertani) líquido para cada béquer. Foram necessários cinco frascos, um para cada tratamento



(EB01, EB15, EB17, EB21 e o tratamento sem inoculação), esterilizados. Em seguida, foi realizada a repicagem dos isolados levados à estufa a 28°C por 24 horas (Figura 9).

Figura 9 – Inóculos bacterianos e testemunha respectivo a cada tratamento



Fonte: A autora (2022)

Após esse período, a desinfestação das sementes de alho da variedade Chonan foi procedida como descrito em 3.4.3, em um fluxo laminar foram adicionadas 14 sementes de alho em cada tratamento, imersas por 30 minutos (Figura 10). Em seguida, com auxílio de uma pinça, foram retiradas as sementes da suspensão e colocadas em placas de Petri, por 45 minutos, até a secagem.

Para o tratamento com o produto comercial à base de *B. subtilis* foi realizado o mesmo procedimento descrito acima.

Figura 10 – Bulbilhos inoculados Bulbilhos inoculados durante 30 minutos em fluxo laminar



Fonte: A autora (2022)

### 3.4.5 Plantio

O plantio foi realizado dia 09 de junho de 2022, na casa de vegetação da UFSC em Curitiba. Cada vaso recebeu 2 bulbilhos (Figura 11), referente a cada tratamento.

Figura 11 - Bulbilhos plantados em vasos Leonard



(a) Plantio do bulbilho nos vasos com auxílio de uma pinça (b) Presença dos micélios e escleródios do *Sclerotium cepivorum* na superfície do substrato  
Fonte: A autora (2022)

As plantas receberam água destilada esterilizada, durante 30 dias após a sementeira, adicionada na parte inferior do vaso. Depois desse período, as plantas passaram a receber a solução de Hoagland (HOAGLAND & HARNON, 1950) diluída pela metade. Para o nitrogênio, utilizou-se 75% da concentração de nitrato de potássio.

### 3.4.6 Quantificação do número UFC (Unidades Formadoras de Colônias) /mL dos isolados bacterianos

Após a retirada dos bulbilhos, as suspensões que sobraram nos frascos foram utilizadas para quantificar a UFC de cada tratamento (EB01, EB15, EB17, EB21 e o sem inoculação bacteriana), através de diluição seriada.

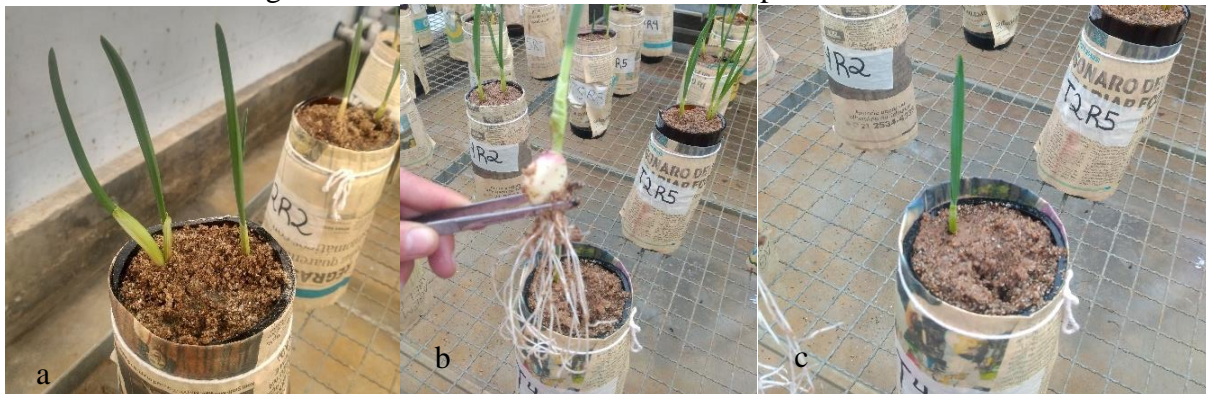
Realizou-se a diluição seriada em tubos com solução salina, adicionando 1 mL da suspensão da inoculação das sementes do alho no tubo com solução. A diluição foi realizada até a  $10^6$ .

Depois, foi preparado placas com meio BDA, adicionado 100  $\mu$ L da diluição em cada placa e espalhado com auxílio de uma alça Drigalski. As placas inoculadas foram levadas à estufa a 27°C por 60 horas. Foi realizada a contagem das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) através da média das três repetições.

### 3.4.7 Desbaste

Com 18 dias, após a sementeira, foi retirada uma planta, deixando apenas uma por vaso (Figura 12). As plantas retiradas foram acondicionadas em um saco plástico e autoclavadas para não disseminar o *S. cepivorum*.

Figura 12- Plantas de alho com 18 dias após a sementeira



(a) Duas plantas de alho por vaso; (b) Planta de alho após a retirada do vaso; (c) Vaso Leonard com uma planta de alho após o desbaste

Fonte: A autora (2022)

### 3.4.8 Reinoculação dos tratamentos

A primeira reinoculação foi realizada com 21 DAS (dias após a sementeira), pois as plantas começaram a apresentar os sintomas da podridão branca. Depois foi realizada aos 60 DAS e a última com 90 DAS.

O inóculo foi preparado em cinco frascos contendo 100 mL de meio LB líquido, repicado os isolados bacterianos (EB01, EB15, EB17, EB21) e levado a estufa bacteriana a 27°C por 24 horas.

A reinoculação na planta foi feita com auxílio de uma pipeta volumétrica, no qual adicionou-se 10 mL da suspensão bacteriana referente ao tratamento, já crescida, previamente, por 24 horas, sendo adicionados próximo à planta (Figura 13). O tratamento sem inoculação bacteriana recebeu 10 mL de meio LB.

Figura 13 – Reinoculação dos tratamentos com 90 dias após a sementeira com auxílio de uma pipeta volumétrica





Fonte: A autora (2022)

### 3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

#### 3.5.1 Proteção da planta ao *Sclerotium cepivorum*

A avaliação foi realizada a partir da incidência da doença, no qual foram observadas semanalmente as plantas, se apresentava ou não os sintomas da doença e a presença de escleródios no solo.

#### 3.5.2 Número de folhas verdes e folhas secas

A avaliação foi realizada através da contagem das folhas verdes e secas no último dia do experimento, com 120 DAS.

#### 3.5.3 Altura das plantas

A avaliação foi realizada com uma trena métrica (cm), em períodos diferentes de desenvolvimento, sendo esses: 60, 90 e 120 DAS (dias após a semeadura).

#### 3.5.4 Massa úmida e seca da parte aérea

A massa úmida das folhas é efetuada pela pesagem, utilizando uma balança de precisão. No qual foram pesadas todas as folhas presentes na parte aérea.

Após a pesagem, será realizada a secagem em estufa com ventilação forçada a 50°C por seis dias, com as folhas acondicionadas em sacos de papel kraft. Após, foi realizada a pesagem para determinar a massa seca (g) em uma balança de precisão.

### **3.5.5 Massas úmida e seca de bulbos**

A avaliação de massa úmida (g) e seca dos bulbos, foi realizada a pesagem do bulbo úmido, utilizando uma balança eletrônica de precisão. Após a pesagem, foi realizada a secagem em uma estufa com ventilação forçada a 50°C por 8 dias, com os bulbos acondicionados em sacos de papel kraft. Após oito dias, foi realizada a pesagem para determinar a massa seca (g) dos mesmos em uma balança de precisão.

### **3.5.6 Massa úmida e seca das raízes**

Essa avaliação de massa úmida (g) das raízes, foi realizada a pesagem, em uma balança eletrônica de precisão. Após a pesagem, foi realizada a secagem em uma estufa com ventilação forçada a 50°C, durante cinco dias, com as raízes acondicionadas em sacos de papel kraft. Quando secas, foram realizadas as pesagens para determinar a massa seca (g) em uma balança de precisão.

## 4.RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 INIBIÇÃO AO *Setophoma terrestris in vitro*

O resultado do teste de antibiose qualitativa mostrou que nove dos 27 isolados bacterianos (33,33%) apresentaram inibição ao crescimento da *Setophoma terrestris in vitro* (Figura 14), sendo: EB01, EB02, EB03, EB08, EB09, EB13, EB18, EB19 e EB24.

A análise quantitativa pelo grau de inibição (GI) revelou diferença estatística entre os isolados, mas não houve diferença nos tamanhos dos halos daqueles que apresentaram grau de inibição ao patógeno (Tabela 1).

Tabela 1- Inibição ao fungo *Setophoma terrestris in vitro* por isolados de *Bacillus* spp.

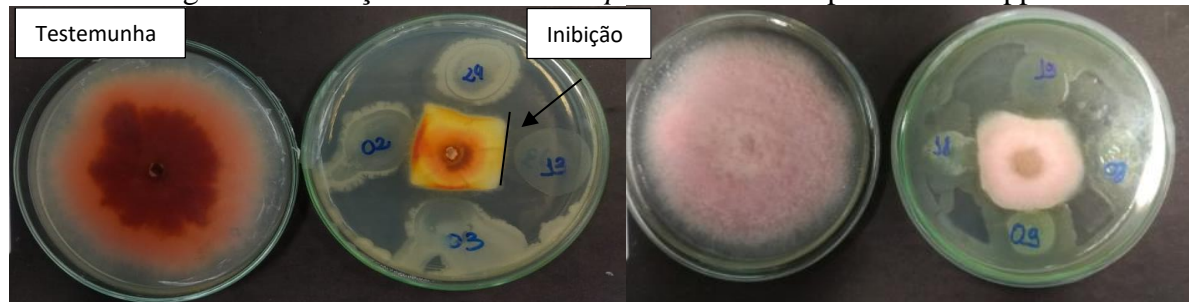
Isolados	<i>Setophoma Terrestris</i> GI (%)
EB01	<b>16,05 a</b>
EB02	<b>22,75 a</b>
EB03	<b>15,91 a</b>
EB04	0,00 b
EB05	0,00 b
EB06	0,00 b
EB07	0,00 b
EB08	<b>21,51 a</b>
EB09	<b>22,92 a</b>
EB10	0,00 b
EB11	0,00 b
EB12	0,00 b
EB13	<b>23,81 a</b>
EB14	0,00 b
EB15	0,00 b
EB16	0,00 b
EB17	0,00 b
EB18	<b>21,85 a</b>
EB19	<b>30,48 a</b>
EB20	0,00 b
EB21	0,00 b
EB22	0,00 b
EB23	0,00 b
EB24	<b>21,19 a</b>
EB25	0,00 b
EB26	0,00 b
EB27	0,00 b
Controle	0,00 b

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Notas: GI: Grau de inibição

Teste de média: Scott-Knott. Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

Figura 14- Inibição *in vitro* de *Setophoma terrestris* por *Bacillus* spp.



Fonte: A autora (2022)

Observou-se que o isolado EB19 mostrou o maior GI com 30,48% e EB01 e o EB03, os menores GI, com 16,05 % e 15,91%, respectivamente (Tabela 1).

O trabalho do Albarracín Orió *et al.* (2016) mostrou que isolados de *Bacillus subtilis* da rizosfera de cebola em Bahía Blanca (Argentina), apresentaram potencial de inibir significativamente, o crescimento de *Setophoma terrestris in vitro*. A cepa ALBA01 de *B. subtilis*, quando crescida no meio com o fungo *S. terrestris*, apresentou mecanismos que inibem o fungo. Os autores não realizaram a quantificação dessa inibição. Porém, observaram três famílias de lipopeptídeos de *Bacillus* presente no isolado bacteriano, sendo essas: surfactinas, iturinas e fengycin. Esses lipopetídeos, em diversos estudos, apresentam atividade antagônica a vários fitopatógenos, incluindo fungos.

Segundo Sayago *et al.* (2020) que compararam *Bacillus subtilis* para o controle da *Setophoma terrestris in vivo*, as plantas de cebolas infestadas que foram inoculadas com o *Bacillus* spp. apresentaram danos menores que a testemunha e nível de controle de 57,42%, além de ter sido observada diferença significativa no comprimento das raízes, sendo maiores que os tratamentos sem *S. terrestris* e sem *Bacillus subtilis*. Isto significou que o isolado pode ser utilizado como um agente de biocontrole eficiente para *S. terrestris*.

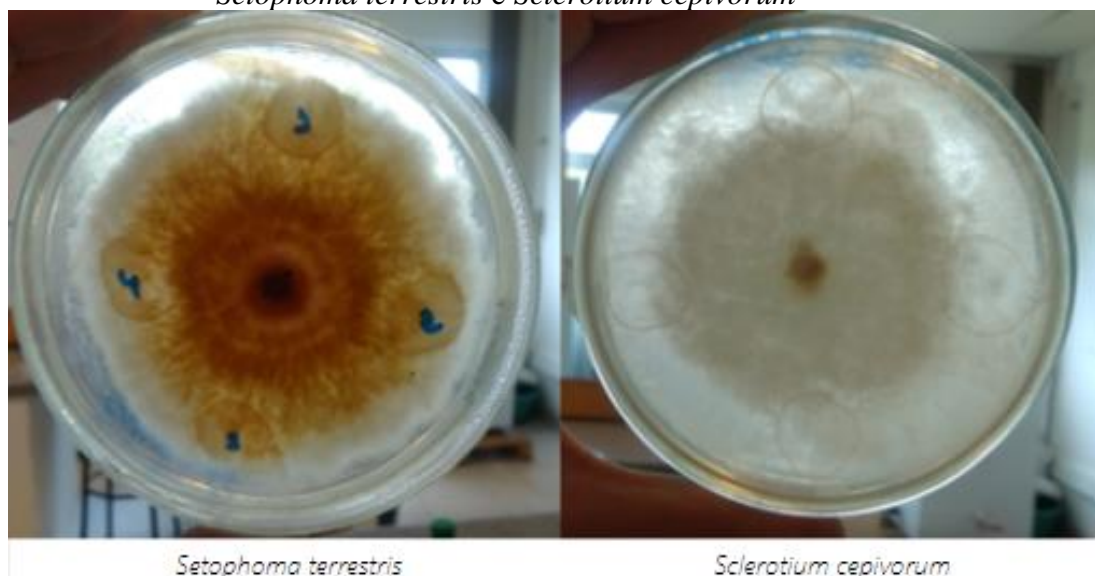
A maioria dos trabalhos sobre controle biológico de *S. terrestris*, demonstrou também, a utilização de *Trichoderma* spp. como um agente com potencial inibitório. Observou-se, no trabalho do Heinz *et al.* (2016), o controle de *Setophoma* spp. por isolados de *Trichoderma* spp e obteve-se valores de índice de controle entre 37,68 e 44,79%. Em associação com *Bacillus*, Maciel (2014) verificou que isolado de *Trichoderma* spp. e isolado UFV3918 *B. subtilis* foram eficientes no controle *in vitro* de *Fusarium sambucinum* e no teste *in vivo* em pinus, o isolado UFV3918 inibiu 18% do patógeno.

Entretanto, Carvalho (2016) realizou testes com produto comercial de *Trichoderma* spp. e um mix composto de *T. harzianum*, *T. viride*, *Trichoderma* sp., *Clonostachys rosea*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus lentimorbus* no controle de *Setophoma terrestris* na cultura da cebolinha verde e não apresentou efetividade no controle da doença ou na promoção de crescimento da planta.

Observou-se também que houve cinco isolados da coleção de *Bacillus* que apresentaram controle tanto de *S. terrestris*, quanto de *S. cepivorum* descrito no trabalho de Rodrigues (2019). Esses isolados e seus respectivos grau de inibição para o *S. cepivorum* foram: EB01 (12,72%), EB13 (12,96%), EB18 (27,44%), EB19 (16,54%) e EB24 (19,11%). Necessário realizar testes *in vivo* para verificar se esses isolados controlam o patógeno na presença da planta do alho, e como se comportam em ambiente controlado e em campo, pois foi realizado somente teste *in vitro*.

No teste de antibiose *in vitro* a *Setophoma terrestris* e *Sclerotium cepivorum*, utilizou-se um produto comercial (*B. subtilis*). Observa-se na Figura 15 que o produto não apresentou potencial de inibir os fungos. Em diversos artigos *Bacillus subtilis* é apresentado como inibidor da *S. terrestris* e *S. cepivorum* (ALBARRACÍN ORIO *et al.*, 2016) (SAYAGO *et al.*, 2020) (RODRIGUES, 2020) (FUGA; LOPES; VIEIRA, 2012). Uma hipótese para inatividade da cepa seria que não apresenta mecanismos capazes de inibir esses patógenos. São necessários mais estudos testando o produto comercial.

Figura 15- Teste de antibiose com o produto comercial a base de *Bacillus subtilis* em *Setophoma terrestris* e *Sclerotium cepivorum*



Fonte: A autora (2022)

## 4.2 AVALIAÇÃO DO EFEITO DOS ISOLADOS *in vivo* CONTRA *S. cepivorum*

### 4.2.1 Números de UFC nos inóculos dos isolados

Na Tabela 2 constam os resultados referentes à quantificação de UFC (Unidades Formadoras de Colônias) /mL dos inóculos. Observou-se uma semelhança entre os valores das UFC de cada tratamento, comparando os isolados do LMPCP. O isolado EB17 apresentou quantidade maior de UFC, com  $1,1 \times 10^7$ . Entretanto, comparando-se todos os tratamentos, o produto comercial continha o maior número de UFC/mL, com  $1,0 \times 10^8$ . O valor de UFC/mL do produto comercial foi retirado da própria bula do produto.

Tabela 2- Quantificação de UFC dos isolados nos inóculos

<b>Tratamentos</b>	<b>UFC/mL</b>
Sem inoculação	$3,5 \times 10^6$
EB01	$3,2 \times 10^7$
EB15	$3,4 \times 10^6$
EB17	$1,1 \times 10^7$
EB21	$3,5 \times 10^6$
Produto comercial	$1,0 \times 10^8$

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Outro ponto que deve ser levado em consideração, é o número de UFC/mL presente no tratamento sem inoculação. Possivelmente, são bactérias presentes no bulbilho de alho, que não foram retiradas pela desinfestação e que foram estimulados pelo meio LB (Luria Bertani) líquido.

Lodewycky *et al.* (2002) destacaram que gêneros, como *Bacillus* e *Pseudomonas*, podem ser microrganismos endofíticos, comuns em várias espécies vegetais. No trabalho de Harthmann *et al.* (2009), os autores destacaram que as rizobactérias podem estar presentes nas mudas de cebola (internamente ou externamente), pois essas bactérias mostram potencial de colonizar os tecidos da planta, sendo capaz de sintetizar hormônios de crescimento ou estimular a síntese desses compostos, pois no experimento coletaram rizobactérias presente nas cebolas para testar no desenvolvimento da planta e na produção de bulbo.

### 4.2.2 Proteção da planta de alho ao *Sclerotium cepivorum*



#### 4.2.2.1 Antes dos 30 DAS

No desbaste foi possível observar a presença do fungo nas raízes de algumas plantas (Figura 16) e alguns dias depois iniciaram os sintomas de podridão branca (Figura 17). Observou-se que duas plantas apresentaram presença do fungo *S. cepivorum* em suas raízes, T3R6 e T6R3 (tratamentos EB15 e produto comercial).

Figura 16 - Raízes com presença do *Sclerotium cepivorum* identificado no desbaste



Fonte: A autora (2022)

As plantas foram reinoculadas com os respectivos tratamentos, após observar manifestação do patógeno *S. cepivorum*, que se identificou através do amarelecimento foliar (figura 17).

Figura 17- Plantas de alho com sintomas de podridão branca (amarelecimento foliar)



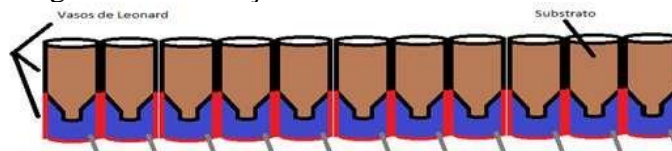
Fonte: A autora (2022)

#### 4.2.2.2 Depois de 30 DAS

Depois de 30 dias após a semeadura, não se observou mais a manifestação da doença nas plantas de alho. Algumas possibilidades são referentes à quantidade insuficiente de inóculo e a dificuldade da colonização do fungo nas raízes. Na literatura, encontram-se outras metodologias, sendo uma dessas, utilizada por Valadares-Ingles *et al.* (2018), na qual utilizou-se discos de meio (5mm), contendo estruturas de *S. cepivorum*. A metodologia utilizando arroz, pode não ter possibilitado o desenvolvimento adequado do fungo.

Outra possibilidade para se observar os sintomas apenas nos 30 DAS, é que o sistema de vaso Leonard pode ter limitado o crescimento do fungo, pois a quantidade de substrato presente nos vasos é de aproximadamente 400 gramas. Como o fungo ataca as raízes da planta, a doença começou a se manifestar quando a raiz estava presente no vaso na parte com substrato. Com o tempo, as raízes alcançam a parte inferior do vaso (Figura 18). A água disponível para a planta fica nessa parte, pois se trata de um sistema hidropônico, no qual a raiz, depois de desenvolvida, fica em contato direto com a água, impedindo o contato com o fungo.

Figura 18- Ilustração do sistema de vasos Leonard



Fonte: Brito *et al.* (2016)

Na literatura, não há casos semelhantes. Os vasos Leonard são usados para teste em leguminosas de FBN (fixação biológica de nitrogênio), em que se evita contaminantes, pois o sistema é esterilizado avalia-se as plantas com 50 a 60 dias após a semeadura, aproximadamente, quando ocorre o florescimento (SANTOS *et al.*, 2009). No experimento com o alho, a intenção era avaliar o efeito dos isolados na proteção à *S. cepivorum*, até 60 dias após a semeadura. Entretanto, foi necessário prolongar o período de avaliação, com intuito do patógeno se manifestar na planta. Porém, houve dificuldade da ação do fungo na planta, consequentemente, para a análise dos isolados bacterianos.

Esse sistema de vaso Leonard, não se mostrou adequado para testar o potencial dos isolados bacterianos em inibir o fungo *S. cepivorum*, causador da podridão branca no alho, pois esse só se manifestou nos primeiros 30 DAS, não sendo suficiente para avaliar o efeito dos isolados.



No trabalho de Pereira (2021), realizaram-se dois experimentos: em um, utilizou-se vasos tradicionais com solos inoculados com escleródios do fungo *S. cepivorum*; no segundo experimento, utilizou-se vasos com solos de uma lavoura de alho já infectado com o patógeno. Observou-se que a podridão branca se manifestou nesse tipo de sistema. Então, uma sugestão, é realizar testes com sistema que apresente características semelhantes ao campo, e também utilizar discos de meio de cultivo com microescleródios.

#### 4.2.3 Número de folhas verdes e secas em plantas de alho com 120 dias

Não foi verificado o efeito da proteção dos isolados às plantas frente ao *S. cepivorum*. Porém, foi possível observar a ação de estímulo ao crescimento vegetal pela inoculação das bactérias, nos parâmetros avaliados.

A quantidade de folhas verdes e folhas secas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3- Quantidade de folhas verdes e folhas mortas em cada tratamento com 120 dias após o plantio

<b>Tratamentos</b>	<b>Número de Folhas verdes</b>	<b>Número de Folhas secas</b>
Sem inoculação	8,8 a	4,6 a
EB01	8,4 a	4,0 a
EB15	9,0 a	4,8 a
EB17	9,0 a	4,4 a
EB21	8,4 a	4,6 a
Produto comercial	8,0 a	5,4 a
Testemunha	7,8 a	4,6 a
CV(%)	6,1	12,11

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Cv: Coeficiente de variação

Teste de média: Scott- Knott. Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

Observou-se que ao realizar a comparação entre os tratamentos, mesmo não havendo diferença significativa, os isolados EB15 e EB17 apresentaram maior número de folhas verdes. Com relação ao número de folhas secas, o isolado EB01 foi o que menos apresentou folhas secas.

Ainda, foi possível observar que o tratamento que apresentou mais folhas secas foi o produto comercial e com menos folhas verdes, junto com a testemunha. Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, sugere-se que as rizobactérias auxiliaram no desenvolvimento da planta, pois apresentaram as maiores médias.

As folhas têm como objetivo captar a luz e realizar trocas gasosas para ocorrer a fotossíntese da planta, e também são responsáveis pela assimilação de nutrientes (ROSA, 2015). Segundo Araújo (2008), os testes com *Bacillus subtilis* realizado em soja e algodão obtiveram resultados positivos no desenvolvimento das plantas, logo apresenta um aumento no número de folhas, além de observar um aumento significativo do teor de nitrogênio nas folhas do milho inoculado com a bactéria. O trabalho do Zhang *et al.* (2008), também mostrou que o isolado GB03 de *Bacillus subtilis* resultou em maior eficiência fotossintética na planta de *Arabidopsis*, pois aumentou o conteúdo de clorofilas, o que auxilia no aumento de energia na planta e ajuda a assimilar mais nutrientes.

Em outro trabalho, os autores mostraram relatos positivos com a utilização de *Bacillus* spp. em mudas de tomateiro (SZILAGYI-ZECCHIN *et al.*, 2015). Observaram aumento no desenvolvimento vegetativo de 47,7 % das plantas inoculadas com isolados em relação à testemunha. Esse resultado foi vinculado ao alongamento celular promovido por auxinas, que também, agem no crescimento de raízes. Isso indicou que as rizobactérias promovem o desenvolvimento da planta, quando inoculadas nas sementes/plantas.

#### 4.2.4 Efeito dos isolados nas alturas de plantas

Para altura de plantas, observou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4), em que houve a formação de dois grupos: primeiro, com os tratamentos: EB01, EB15, EB17, EB21 e sem inoculação e o segundo, com produto comercial e testemunha. Houve agrupamentos em todos os períodos avaliados: 60 DAS, 90 DAS e 120 DAS.

Tabela 4- Altura (cm) de plantas de alho em diferentes períodos (60, 90 e 120 DAS)

<b>Tratamentos</b>	<b>60 DAS</b>	<b>90 DAS</b>	<b>120 DAS</b>
Sem inoculação	47,00 a	63,54 a	76,72 a
EB01	47,12 a	67,80 a	82,34 a
EB15	47,78 a	67,58 a	82,50 a
EB17	44,82 a	61,92 a	79,56 a
EB21	45,70 a	67,14 a	83,88 a
Produto comercial	42,70 b	54,88 b	69,02 b
Testemunha	38,5 b	57,40 b	71,58 b
CV(%)	7,23	7,12	7,13

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Cv: Coeficiente de variação

Teste de média: Scott- Knott

Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

Observou-se que para o período de 60 DAS, os tratamentos que apresentaram as maiores médias de alturas foram com inoculação dos isolados EB15 com 47,78 cm e EB01 com 47,12 cm, no qual apresentou um incremento de aproximadamente 19%, quando comparado à testemunha. No período de 90 DAS, o tratamento que apresentou a maior média foi o isolado EB01 com 67,80 cm, com incremento de 15,34%, quando comparado a testemunha e o EB15 com 67,58 cm com incremento de aproximadamente 15%. Observou-se que no período de 120 DAS, o tratamento que apresentou a maior média de altura foi inoculado com o isolado EB21 com 83,88 cm e um incremento de 14,66 % a mais que a testemunha e 17,71% com o produto comercial. O produto comercial e testemunha foram os tratamentos com menores médias de alturas. Entretanto, a testemunha apresentou 2,5 cm de altura a mais que o produto comercial.

No trabalho de Chagas Junior *et al.* (2021) foi realizado um experimento com soja, em que houve quatro tratamentos utilizando doses diferentes de inoculante à base de *Bacillus spp.*, sendo as seguintes dosagens: 100, 200, 300 e 400 mL de inoculante para 50 kg de sementes de soja, com uma concentração de  $1 \times 10^8$  UFC mL, mais uma testemunha sem inoculação. Observaram-se que aos 30 DAS, as doses de 200 mL apresentaram um incremento de 15% na altura da planta e a dose de 300 mL apresentou um aumento de 9% quando comparado com a testemunha. Na avaliação com 45 DAS, o que se destacou foi a dose de 100 mL, pois apresentou incremento de 20% quando comparado à testemunha. Diaz (2018) também observou diferença na altura da planta de algodão, quando inoculada com rizobactéria, no qual o isolado 248 de *B. subtilis* obteve altura de 35,44 cm de altura, com incremento de 21,36%, comparado com a testemunha aos 60 dias após a emergência das plantas.

Ahmad *et al.* (2019) mostraram que o *Bacillus aryabhatai* S10 e *Bacillus subtilis* ZM63 apresentaram potencial de crescimento da planta de milho e feijão. A associação das duas bactérias apresentou a maior altura no feijão, com 29,9 cm, com um acréscimo de 38,13%, comparado com o controle. Para o milho, a associação de *Bacillus aryabhatai* S10 + *Bacillus subtilis* ZM63 também apresentou a maior altura, com 120,4 cm com incremento de 23 %, quando comparado com o controle.

O trabalho de Araújo *et al.* (2005) mostrou que a promoção de crescimento das plantas por rizobactérias está relacionada com a produção de hormônio, como giberelina, auxina, ácido abscísico nos testes realizados pelos autores com *Bacillus subtilis* oriundos de solo com o cultivo da soja, no controle de doenças fúngicas e desenvolvimento das sementes. Observaram fitohormônios AIA (ácido Indol Acético) e ABA (ácido abscísico) nas cepas AP-3 e PRBS-1 de *Bacillus subtilis*.

O trabalho realizado por Rodrigues (2019), mostrou que os isolados bacterianos utilizados no experimento (EB01, EB15, EB17, EB21) produziram AIA (Ácido Indol Acético), que é um hormônio da classe das auxinas. O isolado bacteriano EB15 foi um dos que mais produziu AIA, com 34,28 µg/mL. Com isso, uma hipótese que pode ser levada em consideração, é de que as bactérias EB01, EB15, EB17 e EB21 produziram AIA, o que pode ter desencadeado maior crescimento das plantas, quando comparado com a testemunha.

#### 4.2.5 Efeito de isolados de *Bacillus* spp. na parte aérea

As massas úmida e seca apresentaram diferença significativa entre os isolados bacterianos e os demais tratamentos (Tabela 5). Para a massa seca, formaram-se dois grupos: um grupo, com os tratamentos sem inoculação, EB01, EB15, EB17 e EB21, e outro grupo, com o produto comercial e a testemunha.

Observou-se que para massa úmida, formaram dois grupos a mais, em que o EB15 e EB21 apresentaram superioridade aos demais, havendo incremento significativo no peso da parte aérea. Comparando-se o valor de massa úmida dos tratamentos EB15 e EB21 com o produto comercial, esses apresentaram incremento de 41,42%, e 39,78%, respectivamente. Em comparação à testemunha, EB15 aumentou 26,85% e EB21, 24,8%.

Tabela 5- Efeito dos tratamentos nas massas úmida e seca da parte aérea

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa úmida (g)</b>	<b>Massa Seca (g)</b>
Sem inoculação	53,47 b	12,41 a
EB01	53,93 b	14,11 a
EB15	61,68 a	16,50 a
EB17	55,33 b	16,01 a
EB21	60,00 a	16,26 a
Produto comercial	36, 13 d	7,10 b
Testemunha	45,12 c	9,06 b
CV(%)	10,49	19,57

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Cv: Coeficiente de variação

Teste de média: Scott- Knott

Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

Com relação a massa seca, não houve diferença significativa entre os isolados bacterianos, mas os que apresentaram as maiores médias foram EB15, EB17 e EB21, com uma média de 16,0 gramas, aproximadamente. Com relação ao produto comercial, os tratamentos citados incrementaram 56,25% aproximadamente, e o tratamento sem inoculação, apresentou 43,40% de incremento. Mesmo com dificuldade de observar o efeito da proteção dos isolados

ao *S. cepivorum*, observou-se ações de estímulo ao crescimento vegetal pela inoculação dos isolados bacterianos. O trabalho dos autores Mazzuchelli, Sossai e Araujo (2014) mostrou a utilização de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* no crescimento e na produção de milho. Observou-se um incremento de 15% no desenvolvimento da massa úmida da parte aérea no tratamento com *Bacillus*. Na Tabela 5, observou-se que o tratamento EB15 obteve incremento de 26,85% de massa úmida da parte aérea, quando comparado com a testemunha. Segundo Raach, Bonaldo e Oliveira (2013), em seu estudo com miniestacas de eucalipto em que testaram rizobactéria *Bacillus subtilis* como uma alternativa viável para otimizar o desenvolvimento e a produção das florestas. Observaram que na parte aérea, houve incrementos de 45,1%, quando comparado à testemunha. Os resultados indicaram o potencial de uso da rizobactéria *Bacillus subtilis* para incrementar a produção de mudas de eucalipto em viveiro.

O trabalho de Matsumura *et al.* (2016) utilizou três formulados (líquido, pó, pastilha efervescente) de *Bacillus amyloliquefaciens* ICBB200 sobre o crescimento de plantas de alface em cinco condições diferentes e observaram que a bactéria promoveu o crescimento de parte aérea das plantas, em qualquer formulação, em todas as condições edafoclimáticas testadas. Silva (2001) testou *Bacillus* spp. na promoção do desenvolvimento de *Phalaenopsis* spp. Os resultados indicaram que na primeira avaliação houve incremento 146,76% na massa fresca de parte aérea quando comparado com a testemunha nos tratamentos com *Bacillus* spp. e *Bacillus* spp. associados a adubação química, respectivamente. Na segunda avaliação, os isolados não diferiram da testemunha em nenhuma das avaliações realizadas. Na terceira avaliação, a associação com *Bacillus* spp. aumentou 72,41% na largura da folha e 80,34% de área foliar com relação a testemunha (SILVA, 2021).

Como discutido anteriormente, as rizobactérias auxiliam no desenvolvimento da planta, logo influenciam na massa de parte aérea da planta. Na tabela 2, observou-se a quantificação das células bacterianas de cada tratamento, no quais são rizobactérias presentes na semente de alho e os isolados do gênero de *Bacillus* spp, os isolados bacterianos no trabalho da Rodrigues (2019) mostrou que apresentam produção de AIA. Esse resultado, assim como o anterior, em relação à altura da planta, é um efeito de estímulo ao crescimento do vegetal, podendo estar relacionada com a produção de AIA, sendo necessário aprofundar os estudos.

A parte aérea das plantas é fundamental para o potencial em campo e a qualidade de produção, porque é através das folhas que é realizada a absorção da luz solar para ocorrer a fotossíntese da planta. Quando a parte aérea da planta é afetada, influencia também a partição de assimilados entre essa e o bulbo em formação, influenciando a produtividade, a classe que o bulbo vai ser produzido (LOPES, 2014).

#### 4.2.6 Massa úmida e seca da raiz

A Tabela 6 mostra os valores de massas úmida e seca das raízes das plantas de alho. O sistema radicular ficou limitado, pois as plantas se desenvolveram e havia pouco espaço disponível. Porém, foi possível observar diferenças estatísticas entre os tratamentos. Observou-se dois grupos: o grupo um, formado pelos isolados bacterianos EB01, EB15, EB17, EB21 e o tratamento sem inoculação e o grupo dois, com produto comercial e testemunha.

Tabela 6- Massas úmida e seca de raízes de alho

Tratamentos	Massa úmida(g)	Massa Seca (g)
Sem inoculação	39,12 a	4,80 a
EB01	41,62 a	5,11 a
EB15	37,44 a	5,09 a
EB17	42,08 a	4,71 a
EB21	40,02 a	4,33 a
Produto comercial	19,13 b	1,63 b
Testemunha	31,54 b	3,08 b
CV(%)	16,70	27,34

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Cv: Coeficiente de variação

Teste de média: Scott- Knott

Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

O tratamento com a maior média foi o EB17 com 42,08 g para a massa úmida da raiz, no qual apresentou um incremento de 25% quando comparado a testemunha, e 54,53% quando comparado com o produto comercial.

O tratamento com a maior média foi o EB01 e EB15 com 5,11 e 5,09 g, para massa seca da raiz, apresentaram 41,18% de incremento quando comparado com a testemunha e 68,03% quando comparado com o produto comercial. O produto comercial apresentou a menor média de massa seca da raiz com 1,63 g.

No trabalho de Chagas (2017), observou-se que a massa seca da raiz de milho houve diferença significativa aos 40 dias após a emergência no tratamento utilizando *Bacillus*, no qual apresentou 3,73 g de massa seca e o tratamento com *Trichoderma* que apresentou 3,74 g de massa seca. Os dois tratamentos tanto *Bacillus* quanto *Trichoderma* apresentaram um incremento de 24,59% aproximadamente, quando comparado com a testemunha. O mesmo autor, realizou testes com o feijão caupi, nas avaliações de 20 DAE e 40 DAE, os tratamentos com as inoculações de *Trichoderma* e *Bacillus* foram superiores à testemunha. Quando

associados apresentaram incremento de aproximadamente 60%, comparando com a testemunha nas duas avaliações.

May *et al.* (2019) utilizaram *Bacillus aryabhatai* em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, em diferentes frequências de irrigação e observaram que a cultivar IAC 911099 mostrou resposta maior à inoculação com *Bacillus aryabhatai* na formação das mudas pré-brotadas. A outra cultivar, RB 855156 não obteve aumento na massa seca da raiz, quando inoculada com a bactéria aos 21 dias. Porém, aos 60 dias, as mudas inoculadas apresentaram maior desenvolvimento das raízes, mostrando que houve influência da bactéria no sistema radicular sobre condições de estresse hídrico severo da cana-de-açúcar.

Sousa, Nascente e Filippi (2019) utilizaram *Bacillus* com o intuito de ajudar no crescimento das plantas de arroz e observaram que a bactéria apresentou eficiência quanto ao comprimento radicular. No trabalho, destacaram-se, também, a importância da utilização de sementes inoculadas com *Bacillus*, pois observou-se plantas com melhor desenvolvimento em campo, melhorando a produção, absorção de água e nutrientes, além de ajudar na resistência a pragas e doenças.

Outro ponto levado em consideração, quando realizou-se a troca de solução nutritiva fornecido às plantas, nos vasos da testemunha e do tratamento com produto comercial, observou-se que havia sempre uma quantidade de água maior disponível na parte inferior dos vasos. Isso devido ao sistema radicular menor, logo, absorveu menos água e menos nutrientes. Isso se comprovou através da estatística, quando os dois tratamentos diferiram dos demais. Como citado no item 4.2.4, os isolados testados apresentaram produção de AIA (RODRIGUES, 2019). Segundo Ribeiro (2010), as auxinas que são sintetizadas pelas rizobactérias afetam o sistema radicular das plantas, aumentando seu tamanho, ampliando o número de raízes secundárias, que aumenta a área explorada pelas raízes, o que implicaria em uma absorção melhor de nutrientes para a planta. Possivelmente, a estirpe do produto comercial não produz ou produz em pequena quantidade AIA, comparada aos isolados testados

#### **4.2.7 Massa úmida e seca do bulbo**

As massas úmidas e seca do bulbo apresentaram diferença significativa para os tratamentos sem inoculação, EB01 e EB15 (Tabela 7). Formaram-se dois grupos: um, com os tratamentos sem inoculação, EB01, EB15 e outro grupo com EB17, EB21, produto comercial e testemunha.

Tabela 7 - Massas úmida e seca do bulbo de alho

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa úmida(g)</b>	<b>Massa Seca (g)</b>
Sem inoculação	17,40 a	4,49 a
EB01	17,64 a	4,30 a
EB15	18,02 a	4,11 a
EB17	15,69 a	3,11 b
EB21	16,34 a	3,25 b
Produto comercial	12,54 b	2,64 b
Testemunha	13,56 b	2,43 b
CV(%)	13,03	27,56

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Cv: Coeficiente de variação

Teste de média: Scott- Knott

Valores seguidos de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente

A média do grupo um ficou em, aproximadamente, 4 gramas de bulbo seco, e com 17,5 gramas de bulbo úmido. O tratamento com a maior média de massa seca de bulbo foi o tratamento sem inoculação com 4,49 g que apresentou acréscimo de 45,88 % no peso do bulbo, comparado à testemunha que apresentou a menor média com 2,43 g seco. Quando comparado com o tratamento com produto comercial, observou-se um incremento de 41,20%.

No trabalho da Belincanta (2019) com micropropagação de abacaxizeiro e bambu também se observou resultados em que o tratamento com o meio de cultivo sem inoculação foi mais expressivo que a testemunha. Os isolados bacterianos foram inoculados em brotos de abacaxi cultivados *in vitro*, assim como, um tratamento com meio de cultivo LB sem inoculação e outro, sem o meio de cultivo (testemunha). O tratamento com LB promoveu maior desenvolvimento das brotações do abacaxizeiro em relação ao meio sem LB. Possivelmente, isto ocorreu pelo fato do meio de cultura estimular as bactérias promotoras associadas aos brotos.

No trabalho de Pereira (2021), realizou-se teste *in vivo* para testar os isolados bacterianos e a proteção a planta contra o *S.cepivorum*. O isolado EB17 apresentou maior média de massa seca de bulbo, com incremento 79% em relação à testemunha. Mazzuco (2020) também utilizou o isolado EB17 separadamente e junto com o isolado de *Pseudomonas* fluorescente CBS02 em alho cultivado em campo. Observou incremento na produção do alho, nos tratamentos com a associação dos dois isolados bacterianos. No experimento em questão, o isolado EB17 solteiro apresentou 21,87% de incremento de massa úmida comparado à testemunha.

Harthmann *et al.* (2009) observaram que a inoculação de rizobactérias em sementes de cebola resultou no aumento da produtividade, por beneficiar o crescimento da planta. Os



isolados W6 e W1 de *Pseudomonas* spp. e UFV40 de *Bacillus* spp., apresentaram maior peso médio de bulbos, com diferença significativa para os valores da testemunha. Os autores consideraram que pelo fato da cebola ser da mesma família, quando testada no alho, espera-se resultados semelhantes., ajudando na produtividade do alho através da aplicação de rizobactérias.

Mesmo não conseguindo testar os isolados na proteção da planta ao patógeno *S. cepivorum*, observou resultados positivos com as rizobactérias promovendo o crescimento da planta de alho quando inoculadas nas sementes e reinoculadas nas plantas. Ainda, observou-se que o tratamento com o produto comercial apresentou resultado inferior que os demais tratamentos em todas as avaliações. A Tabela 2 apresenta a quantificação de UFC/mL de cada tratamento, e o produto comercial apresentou maior número de células que os demais tratamentos. Um inóculo com número de UFC elevado em ambiente esterilizado, pode acarretar competição com a própria planta. Necessário realizar mais testes, para avaliar se o produto comercial é eficiente no controle da podridão branca ou no crescimento e desenvolvimento da planta do alho.

## 5 CONCLUSÃO

Através do teste *in vitro*, obteve-se que 33,33% da coleção de *Bacillus* spp. do LMPCP apresentaram potencial de inibir a *S. terrestris*. Os isolados bacterianos EB01, EB02, EB03, EB08, EB09, EB13, EB18, EB19 e EB24 possuíam grau de inibição variando de 15,91% a 30,48%, sobressaindo EB19 com a maior porcentagem de inibição. Desses nove isolados que apresentaram potencial de inibir a *S. terrestris*, cinco também inibiram *Sclerotium cepivorum*, sendo esses: EB01, EB13, EB18, EB19 e EB24.

No experimento *in vivo*, não foi possível verificar a proteção dos isolados testados a *S. cepivorum*, pois o fungo não se manifestou no sistema de vasos Leonard. Porém, observou-se que as rizobactérias estimularam o crescimento da planta, quando inoculadas na semente e reinoculadas na planta do alho. Os isolados de *Bacillus* spp. EB01, EB15, EB17, EB21 apresentaram efeito na altura, número de folhas verdes e secas, nas massas úmida e seca de parte aérea, raiz e bulbo.

Os isolados EB15 e EB17 obtiveram as maiores médias no número de folhas verdes e o isolado EB21 se destacou com menor número de folhas secas. Na altura, os isolados EB15, EB01 e EB21 se destacaram aos 60,90 e 120 DAS, respectivamente.

O isolado EB15 se destacou com 61,68 g de massa úmida da parte aérea e 16,50 g de massa seca. O mesmo isolado se destacou também na massa úmida do bulbo com 16,50 g.

O isolado EB17 se destacou na massa úmida da raiz com 42,08 g e o isolado EB01 com 5,11 gramas de massa seca da raiz.

Na massa seca do bulbo, o tratamento sem inoculação se destacou com 4,49 gramas. Os resultados sugeriram que o efeito positivo no crescimento das plantas no tratamento sem inoculação pode estar relacionado às bactérias endofíticas presentes nas sementes do alho, que foram estimuladas pelo meio de cultivo LB.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos e fitossanitários**. 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: 20 nov. 2022
- AHMAD, Maqshoof *et al.* Potential of phosphate solubilizing *Bacillus* strains for improving growth and nutrient uptake in mungbean and maize crops. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 56, n. 2, 2019.
- ALBARRACÍN ORIO, Andrea Georgina *et al.* (2016). Draft genome sequence of *Bacillus subtilis* ALBA01, a strain with antagonistic activity against the soilborne fungal pathogen of onion *Setophoma terrestris*. *Genome Announcements*, 4(3). <https://doi.org/10.1128/genomeA.00455-16>
- ALVES, Daniel Pedrosa *et al.* VARIEDADES DE CEBOLA RESISTENTES AOS FUNGOS DE SOLO. **Campo e Negócios**, Minas Gerais, v. -, n. -, p. 17-21, jan. 2016.
- ANAPA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. **Nosso Alho**. Brasília, n. 20, agosto 2019. 52p.
- ANAPA. **Colheita da safra de alho está a todo vapor no cerrado brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://anapa.com.br/colheita-da-safra-de-alho-esta-a-todo-vapor-no-cerrado-brasileiro/#:~:text=Segundo%20a%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20dos,tone ladas%20e%2016%20mil%20hectares..> Acesso em: 28 out. 2022.
- ARAÚJO, Fabio Fernando *et al.* Phytohormones and Antibiotics Produced by *Bacillus subtilis* and their Effects on, Seed Pathogenic Fungi and on Soybean. Root Development. **World J Microbiol Biotechnol** **21**, 1639-1645 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11274-005-3621-x>
- ARAUJO, Fabio Fernando. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 456-462, 2008.
- ARAUJO, Fabio Fernando; PEDROSO, Ricardo Anderson Bizelli. **Interação de Bacillus sp. Com a rizosfera de três espécies de plantas forrageiras**. Bioesci. J. v.29, n.1, pg. 152-158, 2013.
- BARBOSA, Darilson Borges. **O mercado agrícola globalizado: A Crise Na Lavoura De Alho Em Curitiba**. 2009. Disponível em : <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografi aagricola/10.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022
- BATISTA JUNIOR, Carlos Brasil *et al.* Efeito fungistático de *Bacillus thuringiensis* e de outras bactérias sobre alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 37, n. 8, p. 1189-1194, ago. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2002000800018>.
- BELINCANTA, Cristina. **Bactérias endofíticas associadas à micropropagação de bambu**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2019.

BELLÉ, Rafael; FONTANA, Daniele. PATÓGENOS DE SOLO: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 15, n. 28, p. 779-803, 3 dez. 2018. Centro Científico Conhecer. [http://dx.doi.org/10.18677/encibio\\_2018b65](http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2018b65).

BRAGA JUNIOR, Gaspar Moreira., *et al.* **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pósgraduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, 2015.

BRASIL. Portaria N° 435, de 18 de maio de 2022. Dispõe sobre o Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Brasília, DF. 19 maio. 2022. Seção 1, pt. 4.

CALAZANS, Giovanna Moura, *et al.* Isolamento e seleção de estirpes de Rizóbios para espécies de adubo verde. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 1., 2010. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

CARVALHO, Daniel Diego Costa; OLIVEIRA, Denilson Ferreira; PASQUAL, Moacir; CAMPOS, Vicente Paulo. Rizobactérias produtoras de promotores do crescimento de plantas. **Pesq. Agropec. Trop.** v. 39, n.4, pg. 338-341, 2009.

CARVALHO, Jaqueline. **AVALIAÇÃO DE FORMULADOS BIOLÓGICOS NO CONTROLE DA RAIZ ROSADA EM CEBOLINHA VERDE**. 2016. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense, Rio do Sul, 2016.

CHAGAS JUNIOR, Aloisio Freitas *et al.* *Bacillus* sp. como promotor de crescimento em soja. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 170-179, 23 out. 2021. Revista de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA.22557>

CHAGAS, Lillian França Borges *et al.* *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. **Agri-environmental sciences**, v. 3, n. 2, p. 10-18, 2017.

COELHO, Luciana Fontes; FREITAS, Sueli Santos; MELO, Arlete Marchi Tavares.; AMBROSANO, Gláucia Maria Bovi. Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* e de *Bacillus* spp. com a rizosfera de diferentes plantas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v.31, pg. 1413-1420, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/18.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

COLEY-SMITH, J. R.; MITCHEL, Christine. M.; SANSFORD, E. C. Long-term survival of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* and *Stromatinia gladioli*. **Plant Pathology**, v. 39, p. 58-69, 1990.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análise mensal: Alho Setembro de 2022. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022.

CORREIA, Giliard Sapper. **Otimização de métodos de extração de *Ditylenchus dipsaci*; reação de genótipos de alho ao nematoide do amarelo e primeiro relato de ocorrência de *Meloidogyne ethiopica* em alho no Brasil**. 2021. 78f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil.

Disponível em: [https://wp.ufpel.edu.br/ppgfs/files/2021/04/1-Dissertacao\\_Giliard-Sapper-Correia.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/ppgfs/files/2021/04/1-Dissertacao_Giliard-Sapper-Correia.pdf). Acesso em: 06 nov. 2022.

DAIMIEL, Bodegas. **RAIZ ROSA**. 2020. Disponível em: <https://www.abonosyfitosanitarios.es/cultivos/cebolla-ajo-puerro/enfermedades-de-la-cebolla,ajo-y-puerro/ra%C3%ADz-rosada.html>. Acesso em: 28 out. 2022.

DI PIERO, Robson Marcelo; FELIPINI, Ricardo Barbosa. **Simpósio sobre Controle Biológico na Agricultura** (2022: Florianópolis) Anais do Simpósio sobre Controle Biológico na Agricultura (COBIAGRI) [recurso eletrônico]–Florianópolis : UFSC, 2022.

DIAZ, Paola Andrea Escobar. **Bacillus spp. COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO**. 2018. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Microbiologia Agropecuária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticaba, 2018.

DORIGHELLO, Dalton Vinício. **Versatilidade de Bacillus spp. no controle biológico de doença de plantas e na promoção de crescimento de soja**. 2017. 136f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151203/dorighello\\_dv\\_dr\\_bot.pdf?sequence=3&isAll](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151203/dorighello_dv_dr_bot.pdf?sequence=3&isAll). Acesso em: 02 nov. 2021.

EMBRAPA HORTALIÇA. **Tecnologias da Embrapa impulsionam crescimento da produção de alho no Brasil**. Embrapa Hortaliça.br. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/60033398/tecnologias-da-embrapa-impulsionam-crescimento-da-producao-de-alho-no-brasil>. Acesso em: 16 out. 2022.

EPAGRI/CEPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Custo de Produção. Alho**. 2022. Disponível em: <https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/custos-de-producao/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FUGA, Cícero Augusto Guimarães; LOPES, Everaldo Antônio; VIEIRA, Bruno Sergio. Etiologia, epidemiologia e controle de doenças causadas por *Sclerotium rolfsii* e *S. cepivorum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 20, p. 278-322, 2012.

GIEHL, Alexandre Luís, et al. **Boletim Agropecuário nº 61**. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola/EPAGRI. 2018. 47f. Florianópolis, 2018. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Boletim\\_agropecuario/boletim\\_agropecuario\\_n61.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario_n61.pdf). Acesso em: 01 nov. 2021

GRÜNDLING, Roberta dalla Porta; GAZZOLA, Rosaura; ARAGÃO, Adalberto Araújo. **MERCADO MUNDIAL DO ALHO: TENDÊNCIAS GERAIS E AS IMPLICAÇÕES PARA O BRASIL**. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142479/1/ALHO-SOBER-2021.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

HARTHMANN, Oscar Emilio Ludtke, et al. **Rizobactérias no crescimento e na produtividade de cebola**. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.2, p.462-465, 2009.

HEINZ, Breno Bevilaqua et al. **Índice de inibição de fitopatógenos por Trichoderma sp.** 2016. Disponível em: <[http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1413551121\\_Breno-Heinz-resumo1.pdf](http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1413551121_Breno-Heinz-resumo1.pdf)> Acesso em: 01 nov. 2022

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9117producaoagricola-municipal-culturas-temporariasepermanentes.html?edicao=29008&t=resultados>. 2019. Acesso em: 01 nov. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9117producaoagricola-municipal-culturas-temporariasepermanentes.html?edicao=29008&t=resultados>. 2019. Acesso em: 01 nov. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alho/br>. 2019. Acesso em: 01 nov. 2022.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Alho**. Florianópolis, 1995. 114p. (Estudo de economia e mercado de produtos agrícolas, 3).
- KATZ, Edward; DEMAIN, Arnold L. The peptide antibiotics of *Bacillus*. chemistry, biogenesis, and possible functions. **Bacteriological Review**, v. 41, n. 2. p. 449-464, 1977.
- KLOEPPER, Joseph.W. *et al.* Induced systemic resistance and promotion o plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology**. v.94, p.1259-1266, 2004.
- LIMA, Carlos Eduardo Pacheco *et al.* **Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**. Embrapa Hortaliças. 2019. Disponível em: [https://bs.sede.embrapa.br/2019/relatorios/hortaliças\\_alho.pdf](https://bs.sede.embrapa.br/2019/relatorios/hortaliças_alho.pdf). Acesso em: 26 out. 2022.
- LODEWYCKX, C *et al.* **Isolation, characterization and identification of bacteria associated to the zinc hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminaria***. 2002 Int. J. Phytorem. 4:101–115.
- LOPES, Ueder Pedro; MICHEREFF, Sami Jorge. **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos**. Pernambuco: Edufrpe, 2018. 208 p. Disponível em: [http://www.ppgf.ufrpe.br/sites/ww3.ppgf.ufrpe.br/files/lopes\\_michereff\\_2018\\_-\\_desafios\\_manejo\\_doencas\\_radiculares.pdf](http://www.ppgf.ufrpe.br/sites/ww3.ppgf.ufrpe.br/files/lopes_michereff_2018_-_desafios_manejo_doencas_radiculares.pdf). Acesso em: 01 nov. 2021.
- LOURENÇO JUNIOR, Valdir *et al.* Podridão-branca causa grandes prejuízos à produção de alho e cebola. **Campo e Negócios**, Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 27-27, jul. 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1057703/1/digitalizar0120.pdf>. Acesso em: 08 out. 2022.
- LUCINI, Marco Antônio. Alho Roxo no Brasil: um pouco da história dos números desse nobre. **Nosso Alho**, Brasília, v. 1, n. , p. 16-22, dez. 2008. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/downloads/anapa\\_rev\\_nossoalho\\_dez08.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/anapa_rev_nossoalho_dez08.pdf). Acesso em: 27 out. 2022.
- LUCINI, Marcos Antônio. **Cultura do alho**. EPAGRI, Curitiba/SC, 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5117816-Marco-antonio-lucini-cultura-do-alho.html>. Acesso em: 02 nov. 2021.

LUZ, José Magno Q. *et al.* Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 8, p. 373-377, 2010.

MACIEL, Caciara Gonzatto *et al.* **Antagonismo de *Trichoderma* spp. E *Bacillus subtilis* (UFV3918) a *Fusarium sambucinum* em *Pinus elliottii engelm.*** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.505-512, 2014

MARCUZZO, Leandro Luiz; CARVALHO, Jaqueline. **Solarização no controle da raiz rosada da cebolinha verde.** 2020. Disponível em:  
<https://revistacampoenegocios.com.br/solarizacao-no-controle-da-raiz-rosada-da-cebolinha-verde/>. Acesso em: 15 set. 2022

MARCUZZO, Leandro Luiz; SCHMOELLER, Josué. **Sobrevivência e viabilidade de escleródios de *Sclerotium cepivorum* no solo.** Rio do Sul, SC; v.43, n. 2, jun. 2017. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052017000200161&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052017000200161&script=sci_arttext). Acesso em: 01 nov. 2021.

MATSUMURA, Aida Terezinha Santos *et al.* Efeito de três formulações de *Bacillus amyloliquefaciens* ICBB200 sobre o crescimento de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) em cinco condições edafoclimáticas. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 146-152, 2016.

MAY, André *et al.* **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 80:** promoção de crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inoculadas com *bacillus aryabhatai* em diferentes frequências de irrigação. Jaguariúna, Sp: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 26 p.

MAZZUCHELLI, Rita de Cássia Lima; SOSSAI, Bruno Ferreira; ARAÚJO, Fábio Fernando de. INOCULAÇÃO DE *Bacillus subtilis* E *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 40–47, 2014. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1151>. Acesso em: 6 nov. 2022.

MAZZUCO, Vinicius Rodrigo. **Avaliação de *Pseudomonas* sp. e *Bacillus* sp. na promoção de crescimento e solubilização de superfosfato triplo no alho.** 2020. 44f. Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, 2020. Disponível em:  
[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/222404/TCC\\_Vinicius%20Rodrigo%20Mazzuco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/222404/TCC_Vinicius%20Rodrigo%20Mazzuco.pdf?sequence=1&isAllowed=y) 2020. Acesso em: 03 nov. 2021.

MELO, Itamar Soares de. Embrapa Meio Ambiente. **Rizobactérias.** 2021. Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/manejo/controle-alternativo/rizobacterias#:~:text=Dentre%20os%20mecanismos%20de%20a%C3%A7%C3%A3o,supress%C3%A3o%20de%20pat%C3%B3genos%20da%20rizosfera..> Acesso em: 01 nov. 2022.

MELO, Itamar Soares de; AZEVEDO, João Lucio de. **Ecologia microbiana.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 488 p. Disponível em:  
<https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00064430.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

MÉNDEZ, William Rivera, *et al.* **Efeito de *Setophoma terrestris*, *Sclerotium cepivorum* e *Trichoderma* spp. em tecidos radiculares de cebola (*Allium cepa*) *in vitro* e a**

**produtividade final a campo.** *European Journal of Plant Pathology*, 2021, 160:1, páginas 53-65.

MENESES SOBRINHO, João Alves de *et al.* **A cultura do alho.** Brasília-df: Embrapa Informações Tecnológica, 1993. 50 p.

MESQUITA, Déborah Christina Moraes. **Compatibilidade micelial de *Sclerotium cepivorum* e reação de genótipos de alho e cebola à podridão branca.** 2018. 138f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32480/1/2018\\_D%C3%A9borahChristinaMoraesMesquita.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32480/1/2018_D%C3%A9borahChristinaMoraesMesquita.pdf). Acesso em: 30 out. 2022.

MICHEREFF, Sami Jorge. **Controle biológico de doenças de plantas.** Periódicos existentes no Brasil e onde encontrá-los-Guia Básico. Recife. Imprensa Universitária-UFRPE, 1993.

MICHEREFF, Sami Jorge; BARROS, Reginaldo Barros. **Proteção de plantas na agricultura sustentável.** Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. 368 p. Disponível em: <https://www.agrisustentavel.com/doc/ebooks/protegido.pdf#page=23>. Acesso em: 01 nov. 2022.

MOTA, José Hortêncio *et al.* **PRODUÇÃO DE CULTIVARES NOBRES DE ALHO (*Allium sativum* L.).** 2011. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/RE\\_0055\\_0534\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0055_0534_01.pdf). Acesso em: 03 nov. 2021.

PAVAN, Josmari. Estímulo ao controle biológico. **Revista UCS**, Caxias do Sul, RS, ano 3, n. 16, mar./abr. 2015. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/revista-ucs/revista-ucs-16aeducacao/estimulo-ao-controle-biologico/>. Acesso em: 03 nov. 2021.

PEREIRA, Alice Rafaela. **Controle biológico de *Sclerotium cepivorum* mediado por *Bacillus* spp. na cultura do Alho (*Allium sativum*).** 2021. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021.

PEREIRA, Ricardo Borges; OLIVEIRA, Valter Rodrigues; PINHEIRO, Jadir Borges. **Diagnose e manejo de doenças fúngicas na cultura da cebola.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 20p. (Circular Técnica, 133).

RAASCH, Livia Deise; BONALDO, Solange Maria; OLIVEIRA, André Aparecido Fernandes de. *Bacillus subtilis*: enraizamento e crescimento de miniestacas de eucalipto em Sinop, norte de Mato Grosso. **Revista Biociência**, Uberlândia, MG, v. 29, p. 1446–1457, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15179>. Acesso em: 6 nov. 2022.

RADONS, Alécio Fernando Schulz. **Avaliação da aplicação de *Bacillus subtilis* na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.).** 2016. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4178/A1%C3%A9cio%20Fernando%20Schulz%20Radons.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 nov. 2021.

REIS, Ailton *et al.* **Identificação e Manejo da Raiz Rosada da Cebola.** Brasília: Embrapa, 2016. 6 p. (Comunicado Técnico 114).



REIS, Ailton. Podridão Branca do Alho e da Cebola. **Nosso Alho**. n.11, julho de 2011. Disponível em: [http://anapa.com.br/wp-content/uploads/2017/01/Nosso\\_Alho\\_N11.pdf](http://anapa.com.br/wp-content/uploads/2017/01/Nosso_Alho_N11.pdf). Acesso em: 01 nov. 2021

REIS, Ailton; OLIVEIRA, Valter Rodrigues. **Identificação e manejo da podridão-branca do alho e da cebola**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011, 6p. (Comunicado Técnico 91).

REIS, Ailton. Embrapa Hortaliças. **Raiz rosada**. 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1057702/1/digitalizar0122.pdf>. Acesso em: 15 set. 2022.

RESENDE, F.V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R.J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa (MG), v. 24, n.1, p. 49-57, 2004.

RESENDE, Francisco Vilela; HABER, Lenita Lima; PINHEIRO, Jadir Borges. **A CULTURA DO ALHO**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/9124396/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Alho/64258d94-6bb8-4826-a0e9-ece47aa434ff>. Acesso em: 31 out. 2021.

REVISTAS CULTIVAR HORTALIÇAS E FRUTAS. **Manejo da doença raiz rosada em cebola**. Revista Cultivar Hortaliças e Frutas, Pelotas, 09 set. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/manejo-da-doenca-raiz-rosada-em-cebola>. Acesso em: 08 out. 2022.

RIBEIRO, Carlos Marcelo. **Isolamento, seleção e caracterização de rizobactérias com potencial para promoção do crescimento em *Araucaria angustifolia***. 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-20102010-105528/publico/Carlos\\_Ribeiro.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-20102010-105528/publico/Carlos_Ribeiro.pdf). Acesso em: 26 out. 2022.

RODRIGUES, Sabrina. ***Bacillus* spp. Como promotores de crescimento e no controle de *Sclerotium cepivorum* in vitro**. 2019. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

ROMEIRO, Reginaldo Silva. **Bactérias Fitopatogênicas**. Viçosa-MG: UFV, 2005. 417 p.

ROSA, Rodrigo. **Caracterização fenológica da cultura do alho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. 2015. 55p.

SANTOS, Carolina Etienne de Rosalia e Silva. *et al.* Modificação de vasos de Leonard com garrafas descartáveis tipo Pet. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

SAYAGO, Pamela; JUNCOSA, Florencia; ORIO, Andrea Georgina Albarracín; LUNA, Darío Fernando; MOLINA, Gabriela; LAFI, Jorge; DUCASSE, Daniel Adrián. *Bacillus subtilis* ALBA01 alleviates onion pink root by antagonizing the pathogen *Setophoma terrestris* and allowing physiological status maintenance. **European Journal Of Plant Pathology**, [S.L.], v. 157, n. 3, p. 509-519, 29 maio 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-020-02012-x>.

SILVA, Ananda Covre da. **INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM ORQUÍDEAS EPÍFITAS NA FASE DE ACLIMATIZAÇÃO**.

2021. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

SILVA, Joviany Talita. ***Azospirillum brasiliense* e *Bacillus subtilis* solubilizadores de fósforo em mudas de eucalipto**. 2017. 55f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152278/silva\\_jt\\_me\\_jabo.pdf.pdf?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152278/silva_jt_me_jabo.pdf.pdf?sequence=3). Acesso em: 01 nov. 2021.

SOUSA, Israel Mendes; NASCENTE, Adriano Stephan; FILIPPI, Marta Cristina Corsi. Bactérias promotoras do crescimento radicular em plântulas de dois cultivares de arroz irrigado por inundação. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, mar. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1108986/1/CNPAF2019colloquiumAgrariae.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

SOUZA, Rovilson José; MACÊDO, Fábio Silva. **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Editora UFLA, 2009, 181p.

SZILAGYI-ZECCHIN, Vivian J. *et al.* **Crescimento de mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) estimulado pela bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42 em cultura orgânica: Tomato seedlings growth (*Solanum lycopersicum*) promoted by bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42 in organic system**. Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v38n1/v38n1a05.pdf> . Acesso em: 26 de outubro de 2022.

TRANI, Paulo Espíndola. **Cultura do alho (*Allium sativum*): Diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_2/alho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/alho/index.htm). Acesso em: 03 nov. 2021.

VALADARES-INGLIS, Maria Cléria *et al.* Seleção in vitro de linhagens de *Trichoderma* para controle da podridão-branca do alho e da cebola. **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 334**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Brasília, DF, 2018.

VIEIRA JÚNIOR, José Roberto, *et al.* **Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. 15 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1018841/1/doc155rizobacterias.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

VIEIRA, Renato Luís. **Caracterização genética dos acessos do banco ativo de germoplasma de alho (*Allium sativum* L.) de Santa Catarina**. 2004. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WORDELL FILHO, João Américo, *et al.* **Manejo fitossanitário na cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2006. 226p.

ZHANG, Huiming, *et al.* Soil bacteria augment *Arabidopsis* photosynthesis by decreasing glucose sensing and abscisic acid levels in planta. **The Plant Journal**, 2008. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-313X.2008.03593.x>. Acesso em: 26 de outubro de 2022.