



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

VITÓRIA MARIA GOMES SOUZA

**EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CRESCIMENTO *in vitro* DE *Macrophomina*
phaseolina (Tassi) Goid**

MOSSORÓ
2024

VITÓRIA MARIA GOMES SOUZA

EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CRESCIMENTO *in vitro* DE *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Michelle De Queiroz Ambrósio.

Co-orientadora: Me. Tatianne Raianne Costa Alves.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS729 Souza, Vitória Maria Gomes.
e EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CRESCIMENTO
in vitro DE *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.
/ Vitória Maria Gomes Souza. - 2024.
33 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle De Queiroz
Ambrósio.
Coorientadora: Tatianne Raianne Costa Alves.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Biotecnologia,
2024.

1. Melão. 2. Patógeno habitante do solo. 3.
Controle alternativo. I. Ambrósio, Márcia Michelle
De Queiroz , orient. II. Alves, Tatianne Raianne
Costa , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VITÓRIA MARIA GOMES SOUZA

EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CRESCIMENTO *in vitro* DE *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Defendida em: 18 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Márcia Michelle De Queiroz Ambrósio
Presidente

Me. Tatianne Raianne Costa Alves
Membro Examinador

Me. Ana Paula de Moura
Membro Examinador

Me. Luiz Fernando Bezerra Evangelista
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

*À minha mãe e ao meu irmão, por serem
minha fonte de amor e inspiração.*

*Esta conquista é dedicada a vocês, que sempre
estiveram ao meu lado.*

Com todo meu carinho e gratidão!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido força, oportunidades e proteção durante todo o curso.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pelas oportunidades de ampliar meus conhecimentos.

Agradeço à minha mãe Francisca Ozinete Gomes e ao Meu irmão Ikaro Gomes, por serem meu porto seguro nos momentos difíceis e por me proporcionarem uma base sólida de educação e valores. Muito obrigada por todo amor, sou imensamente grata por ter vocês em minha vida!

Agradeço toda à minha família, em especial meu tio Francisco Ocimar Gomes, que sempre esteve presente. À minha prima e irmã, Tayonara Viana, agradeço por compartilharmos tantos momentos especiais durante nossa jornada acadêmica, me trazendo conforto e carinho. Ao meu namorado Filipe Mateus, pelo amor, apoio e compreensão.

Agradeço à minha orientadora, professora Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pelo seu apoio, amizade e orientação tanto profissional quanto pessoal. Sua atenção foi fundamental para o meu desenvolvimento. Sem a senhora, não teria chegado até aqui!

Agradeço à banca examinadora, pela participação e contribuições para aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradeço à minha coorientadora, Tatianne Raianne Costa Alves, por todo tempo dedicado e empenho. Durante meu tempo no laboratório você me orientou e me ensinou o que era necessário para atividades laboratoriais, mas além de tudo demonstrou ser uma ótima amiga e companheira, obrigada por tudo.

Agradeço aos meus amigos e parceiros de laboratório (Microbiologia e Fitopatologia), que contribuíram significativamente em minha jornada: Juliano, Elisandra, Janderson, Igor, Louise, Luiz Fernando e Breno. Em especial, expresso minha gratidão a Jarlan pelo seu apoio contínuo, mesmo à distância você continua sendo importante na minha vida. Agradeço também a Ana Paula, que não só me orientou, mas esteve ao meu lado em todos os momentos, construindo uma amizade sincera que quero levar para sempre. Obrigada a todos pelo apoio e colaboração!

Agradeço aos meus amigos que a graduação me deu: Chagas, Ana Karolina, Rafaela e Rogynner, por proporcionarem momentos inesquecíveis.

Agradeço aos meus amigos Rafael, Antônia Lorena e Bianca por estarem presentes por todos esses anos, acreditando no meu potencial.

Agradeço ao meu melhor amigo e companheiro de curso Silvan Manoel, por nunca ter me deixado desistir, por ser meu braço direito (as vezes o esquerdo). Mesmo nos momentos mais turbulentos, entre discussões e problemas, nunca perdemos de vista o nosso objetivo final. Obrigada por ser meu amigo. Aqui encerro dizendo: juntos fizemos história!

Obrigada por tudo!!

ÉPIGRAFE

Cada escolha tem uma consequência. Cada
conquista, um preço a ser pago.

Neil Gaiman

RESUMO

O Rio Grande do Norte é um dos principais estados produtores de melão do Brasil. No ano de 2022 a hortaliça ocupou uma vasta área de cultivo, com aproximadamente 16.949 hectares. Nesse ano, foram colhidas cerca de 442.107 toneladas do fruto, com um valor de produção totalizando R\$ 534,791 milhões. No entanto, a cultura é vulnerável a diversos fatores bióticos e abióticos, sendo os patógenos habitantes do solo um dos principais problemas para essa cultura. O fungo *Macrophomina phaseolina* é um dos principais patógenos que acomete essa cultura, causando podridão radicular. Com base em estudos científicos, uma alternativa para o manejo desse patógeno é o uso de microrganismos benéficos e seus metabólitos com ação antagonista a esse fungo no solo. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de produtos alternativos, sobre o fungo *M. phaseolina in vitro*. O ensaio foi realizado no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, foram testados nove produtos comerciais em três doses distintas para avaliar sua eficácia na inibição do fungo *M. phaseolina*. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando 28 tratamentos com cinco repetições. Os produtos foram adicionados em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e vertidos em placas de Petri. Em seguida, discos contendo estruturas do fungo foram inseridos no centro de cada placa e colocados em incubadora. A avaliação foi feita medindo o crescimento radial do micélio para determinar a Porcentagem de Inibição do Crescimento (% PIC). Para as análises estatísticas foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis devido os dados não atenderem ao pressuposto de normalidade. Dos 9 produtos, Os produtos 4, 7 e 8 alcançaram uma taxa de inibição do crescimento (P.I.C.) de 100 %. Enquanto os Produtos 1, 2, 3, 5 e 9 exibiram eficácia média, com inibição superior a 57%. O produto 6 não apresentou atividade antagonista em nenhuma das dosagens testadas. Portanto, os produtos comerciais Os Produtos 4, 7 e 8 são totalmente efetivos quanto ao controle do fungo *M. phaseolina in vitro*. Por sua vez, os Produtos 1, 2, 3, 5 e 9 apresentaram uma atividade moderada no controle, no entanto o Produto 6 não apresentou efeito nas dosagens aplicadas.

Palavras-chave: Melão; Patógeno habitante do solo; Controle alternativo.

ABSTRACT

Rio Grande do Norte is one of the main melon producing states in Brazil. In 2022, the vegetable occupied a vast cultivation area, with approximately 16,949 hectares. That year, around 442,107 tons of the fruit were harvested, with a production value totaling R\$534.791 million. However, the crop is vulnerable to several biotic and abiotic factors, with soil-dwelling pathogens being one of the main problems for this crop. The fungus *Macrophomina phaseolina* is one of the main pathogens that affects this crop, causing root rot. Based on scientific studies, an alternative for managing this pathogen is the use of beneficial microorganisms and their metabolites with antagonistic action against this fungus in the soil. Therefore, the present work aimed to evaluate the effect of alternative products on the fungus *M. phaseolina in vitro*. The test was carried out at the Microbiology and Phytopathology Laboratory of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, nine commercial products were tested in three different doses to evaluate their effectiveness in inhibiting the fungus *M. phaseolina*. A completely randomized experimental design was used, totaling 28 treatments with five replications. The products were added to PDA (Potato-Dextrose-Agar) medium and poured into Petri dishes. Then, discs containing fungal structures were inserted into the center of each plate and placed in an incubator. The assessment was made by measuring the radial growth of the mycelium to determine the Percentage of Growth Inhibition (% PIC). For statistical analyzes the Kruskal-Wallis test was used because the data did not meet the assumption of normality. Of the 9 products, Products 4, 7 and 8 achieved a growth inhibition rate (P.I.C.) of 100%. While Products 1, 2, 3, 5 and 9 exhibited average efficacy, with inhibition greater than 57%. Product 6 did not show antagonistic activity at any of the dosages tested. Therefore, commercial products Products 4, 7 and 8 are fully effective in controlling the fungus *M. phaseolina in vitro*. In turn, Products 1, 2, 3, 5 and 9 showed moderate activity in the control, however Product 6 had no effect on the doses applied.

Keywords: Melon; Soil-dwelling pathogen; Alternative control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Visão do anverso da placa de Petri representando cada tratamento.....	27
Figura 2	–	Visão do reverso da placa de Petri representando cada tratamento	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento <i>in vitro</i> , com as respectivas dosagens aplicadas.....	23
Tabela 2	Porcentagem de Inibição do Crescimento (%) micelial de <i>Macrophomina phaseolina</i> nos diferentes tratamentos	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bel.	Bacharel
Me.	Mestre
Dra.	Doutora
<i>et. al.</i>	E outros
B.D.A.	Batata Dextrose Agar
B.O.D.	Demanda Bioquímica de Oxigênio
P.I.C.	Porcentagem de Inibição de Crescimento
Rc	Raio de crescimento do controle
Rt	Raio de crescimento do tratamento
<i>M. phaseolina</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>B. subtilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>B. licheniformis</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>
<i>E. faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>T. asperellum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>
<i>T. longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
±	Sinal de mais ou menos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. Importância da cultura do melão no Rio Grande do Norte.....	16
2.2. <i>Macrophomina phaseolina</i>.....	16
2.3. Métodos alternativos ao uso de agrotóxicos	17
3 OBJETIVOS.....	20
3.1. Objetivo Geral.....	20
3.2. Objetivos Específicos	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
7 REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) destaca-se como uma das principais olerícolas de importância econômica para o Brasil, sendo um fruto mundialmente consumido. Os principais estados produtores de melão no país, como o Rio Grande do Norte e o Ceará, se destacam devido às condições favoráveis para o cultivo, incluindo clima e solo. No ano de 2022, o Rio Grande do Norte ocupou uma vasta área de cultivo de melão, com aproximadamente 16.949 hectares, e colheu cerca de 442.107 toneladas do fruto, totalizando um valor de produção de R\$ 534,791 milhões (IBGE, 2023; MAPA, 2024).

Apesar do grande potencial econômico e produtivo do meloeiro no Brasil, ainda há fatores que ameaçam a sua permanência no topo de produção. Dentre os quais, pode-se observar as doenças como uma das principais limitações a produtividade da cultura. A podridão cinzenta, causada pelo fungo *macrophomina phaseolina*, é um dos maiores entraves na produção de diversas frutas e hortaliças, incluindo o melão, causando , a fragilidade no sistema radicular podendo levar a morte da planta, Dessa forma, a podridão causada pelo patógeno habitante do solo, *Macrophomina phaseolina*, tem gerado impactos negativos significativos nas áreas de cultivo de meloeiro (NASCIMENTO *et. al.*, 2018).

O fungo *M. phaseolina* é de difícil controle, principalmente por possuir microescleródios, estruturas que permitem que o fungo se mantenha viável por muito tempo no solo, mesmo em condições adversas. Além disso, tem capacidade de competir com outros fungos e colonizar as plantas hospedeiras. Outro fator que interfere no seu controle, é a ausência de fungicidas registrados para o fitopatógeno para a cultura em questão (MAPA, 2024).

Os defensivos químicos mostram limitações no manejo desse fungo em nível de campo, além de causar problemas ambientais e a saúde humana (PAES; OLIVEIRA, 2020). Diante disso, faz-se necessário o uso de técnicas alternativas, que visem reduzir a incidência e a severidade desses patógenos de modo a garantir também a saúde e bem estar dos consumidores, com produtos “zero resíduo” que garantem a qualidade e segurança alimentar. (RUTHS *et. al.*,2024)

Dentre as técnicas de controle alternativo, pode-se destacar o uso de microrganismos antagonistas, que vem mostrando eficiência no manejo de fitopatógenos. Os fungos do gênero *Trichoderma* e as bactérias do gênero *Bacillus*, são exemplos práticos de microrganismos antagonistas frequentemente estudados para o controle de fitopatógenos, existindo uma diversidade de produtos comerciais à base de tais microrganismos e/ou seus metabólitos.

Esses produtos podem oferecer uma vantagem seletiva contra o *M. phaseolina*, uma vez que a presença dos antagonistas podem reduzir a sobrevivência do fungo, e a severidade da doença causada por este patógeno, diminuindo assim as perdas (COMPANT; CLÉMENT; SESSITSCH, 2009; LUGTENBERG; KAMILOVA, 2009).

Produtos à base de microrganismos podem atuar como inibidores de fitopatógenos por meio de ações antagônicas (LODHA; MAWAR, 2019). Além disso, podem contribuir de forma positiva no desenvolvimento das culturas, auxiliando na absorção de nutrientes. Os microrganismos benéficos já estão introduzidos comercialmente e demonstram eficácia em diversas culturas contra diferentes fitopatógenos (MEYER, 2022).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Importância Agroindustrial

A indústria agrícola desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do PIB (Produto Interno Bruto) do país, no ano de 2023 o Brasil teve um crescimento anual de 2,9% das suas produções, totalizando R\$ 10,9 trilhões. Em termos de produção, esse aumento teve influência direta das ações agrícolas, possuindo um aumento 15,1% das suas atividades em relação ao ano de 2022 (IBGE, 2023). Em especial, a agricultura foi impulsionada pelos volumes obtidos na safra de 2023, com ênfase nas culturas de milho e soja (CEPEA, 2023).

Quanto a produção estadual, entre as culturas mais exploradas no estado do Rio Grande do Norte destaca-se o meloeiro, o qual possui uma extensa área é dedicada à sua produção no estado. Estima-se uma área plantada de 16.949 hectares, representando de forma significativa a agricultura local, resultando em 442.107 toneladas do fruto no ano de 2022. Além disso, nesse mesmo ano, o valor monetário da produção do melão, atingiu a marca de R\$ 534,791 milhões, refletindo o valor que essa cultura representa para a economia do estado (IBGE, 2023).

A alta produtividade da região Nordeste, especialmente no Rio Grande do Norte, ocorre devido aos fatores edafoclimáticos favoráveis para o desenvolvimento do meloeiro. O clima desempenha um papel fundamental, influenciando tanto na germinação da semente quanto na qualidade do fruto, onde regiões quentes e secas produzem frutos com alto teor de açúcar. Um outro fator importante para o desenvolvimento do fruto é a luminosidade, em que períodos de exposição entre 2.000 a 3.000 horas/ano favorecem a produção. Desse modo, as altas temperaturas, a baixa umidade e a luminosidade elevada contribuem para a produção de melão na região semi árida do Brasil (EMBRAPA, 2008).

O estado tem buscado implementar tecnologias agrícolas apropriadas e práticas de cultivo sustentáveis para o fruto, com metas de promover o bem-estar social e econômico dos agricultores locais, além de fomentar maior sinergia ambiental por meio de métodos alternativos de cultivo. Tendo também como objetivo a redução do ataque de fitopatógenos que podem causar impactos nos setores produtivos (NUNES; SILVA, 2023).

2.2. *Macrophomina phaseolina*

M. phaseolina é um fungo fitopatogênico, que possui características cosmopolita e polífaga (ataca mais de 700 espécies de plantas), por esse motivo é capaz de causar doenças em uma ampla diversidade de espécies de plantas em todo o mundo (MEDEIROS, 2017). Este fungo possui, dentre suas características morfológicas, a presença de hifas hialinas de

paredes finas, ou hifas com septos. Já os microescleródios, que são estruturas de resistência do fungo, possuem aspectos esféricos, ovais, ou mais alongados, além disso, consistem em uma massa compacta de micélio fúngico endurecido (LAKHRAN *et. al.*, 2018).

Os fatores que podem contribuir para a ocorrência e o agravamento da doença são temperaturas mais elevadas, acima de 36 °C, e ambientes de baixa umidade, tornando assim a região semiárida um ambiente susceptível ao ataque deste fungo (TERAO *et. al.*, 2006).

Uma das maiores dificuldades no controle da *Macrophomina phaseolina* deve-se ao fato desse fungo possuir estruturas de resistência, que permitem a sua permanência no solo por muito tempo (MEDEIROS, 2017). Essa característica atrelada às técnicas de cultivos sucessivos e à monocultura, exigidas pela pressão do comércio importador, acaba auxiliando na disseminação e sobrevivência do fitopatógeno (NASCIMENTO *et. al.*, 2018). O aumento na incidência, se dá devido a forma de infecção da planta, onde se tem a presença dos microescleródios tanto no solo, quanto nos restos das culturas produzidas anteriormente, que servem de fonte de inóculo no solo (PEREIRA; PINHEIRO; CARVALHO, 2012).

Quanto aos impactos que serão gerados na planta com a infecção desse fungo, está a queda de pecíolos e folíolos. Além disso, é possível notar a perda da qualidade das folhas através do amarelecimento, o que compromete o processo fotossintético, sendo este um sintoma secundário. De forma direta, pode ocorrer a descamação da região cortical de algumas partes como caule inferior e raiz, e o acinzentamento de alguns tecidos que possuam a maior presença de microescleródios, esse conjunto de sintomas podem levar a planta ao declínio e até a morte. Assim, *M. phaseolina* pode causar inúmeros problemas em plantações (MARQUEZ *et. al.*, 2021).

As técnicas de manejo de *M. phaseolina* tendem a variar, mas nenhuma demonstra elevada taxa de controle do fitopatógeno. Segundo estudos Lokesh, Rakholiya e Thesiya (2020), este fungo é de difícil controle, uma vez que a maioria dos fungicidas químicos aplicados não possuem capacidade sistêmica, que consigam ir até a raiz da muda infectada, sendo essa a principal barreira. Referente a esses estudos, foi possível observar controle de *M. phaseolina in vitro*, no entanto, quando aplicados *in vivo* não demonstram a mesma eficácia (LOKESH; RAKHOLIYA; THESIYA, 2020).

2.3. Métodos alternativos ao uso de agrotóxicos

Devido essa dificuldade de controle, tem-se a necessidade de estudar métodos alternativos, para fins de contenção deste fungo, uma vez que *M. phaseolina* está entre os patógenos habitantes do solo que mais causam perdas de lavouras. O uso de técnicas que

causem supressividade dos solos são exemplos de métodos alternativos, onde o solo dificultará o estabelecimento do patógeno, isso ocorrerá através de diversos fatores, como a alteração do pH, descompactação, microbiota rica e diversificada, entre outras modificações do sistema solo (MEDEIROS, 2017; NASCIMENTO *et. al.*, 2018).

Devido a exigência do mercado externo por produtos mais sustentáveis, o controle biológico é uma alternativa largamente utilizada nos últimos anos. Esses métodos visam substituir ou reduzir o uso os agrotóxicos, evitando possíveis problemas ambientais e prejuízos a microbiota do solo (KUMAR *et. al.* 2012; PAES *et. al.*, 2020).

A investigação de produtos biológicos no controle de *M. phaseolina* é importante no desenvolvimento da segurança ambiental, oferecendo novas possibilidades quanto ao manejo da podridão radicular causada por esse fitopatógeno. Em estudos de Aly *et. al.* (2007) observou-se redução na incidência da infecção por *M. phaseolina*, quando revestiu-se as sementes de melão com *T. harzianum*, aplicando assim um tratamento biológico na semente. O uso de antagonistas tem sido usado como foco de pesquisas, uma vez que a partir deles é possível obter ótimos resultados na inibição de *M. phaseolina* e outros fitopatógenos (LODHA; MAWAR, 2019).

Com base na capacidade que alguns microrganismos tem de atuarem como biocontroladores de fitopatógenos, foram formulados produtos a partir de bactérias, fungos, e/ou seus metabólitos, que possam contribuir para o setor agroindustrial. Microrganismos como *Trichoderma* e *Bacillus*, já estão introduzidos comercialmente e demonstram eficácia em diversas culturas, contra diferentes fitopatógenos (MEYER., 2022; THAMBUGALA *et. al.*, 2020).

Observou-se que os isolados de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp., possuem alto potencial antagonico, podendo ser utilizado contra muitos fitopatógenos. No caso da utilização de *Trichoderma* sp., mostra ainda a ação antagonista desse microrganismo em relação a *M. phaseolina*, de forma que esse fungo possui um supercrescimento, obtendo uma vantagem em relação aos outros microrganismos, conseguindo reduzir o crescimento do fitopatógeno em questão (BARBOSA *et. al.*, 2021). Os microrganismos em produtos podem ser aplicados para diferentes espécies, no entanto, para que haja controle, é necessário um ambiente adequado para a sobrevivência desses microrganismos (KHAN *et. al.*, 2021; MARQUEZ *et. al.*, 2021; BONALDO *et. al.*, 2022).

Muitos produtos alternativos para o manejo do patógeno já foram avaliados quanto a sua eficácia contra fitopatógenos habitantes do solo. Dentre estes, é possível citar os produtos 2, 4, 5, 7 e 9, em suas respectivas composições estão incluídos diferentes tipos de

microrganismos, nutrientes e aminoácidos ativadores de enzimas que auxiliam na defesa das plantas (SILVA, 2021).

O Produto 5 é composto por uma mistura de enzimas e bactérias, incluindo *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* e *Enterococcus faecium*. Enquanto o Produto 9 tem uma composição semelhante, contendo enzimas, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*. Já o Produto 1 tem na sua composição apenas o *Bacillus subtilis*. Ambos produtos possuem microorganismos com potenciais ações antagonistas, que podem resultar na diminuição da severidade de doenças (KOHLE, 2022).

Por outro lado, os Produtos 3 e 7 contém metabólitos bacterianos específicos e enzimas naturais que auxiliam no processo de desenvolvimento radicular, aumentando a disponibilidade de nutrientes. Além disso, as enzimas presentes facilitam a proliferação da microbiota benéfica para a planta. Já o Produto 6 é composto principalmente por enzimas, extratos vegetais e metabólitos resultantes de processos fermentativos. Diferentes tipos de enzimas secretadas podem desempenhar um papel importante no controle de patógenos, podendo variar de acordo com cada produto (SANTOS; FRANCO, 2023).

O produto 4 é um produto, que é registrado como biofertilizante. Em sua composição será possível encontrar extrato de levedura, cobre e aminoácidos complexados. Esses aminoácidos, conseguem facilitar a absorção dos nutrientes nas mudas, demonstrando assim, um aumento da matéria fresca e seca da parte aérea das plantas tratadas, podendo ter uma resposta mais eficiente contra doenças (FREIRES *et. al.*, 2022). No produto 8, é possível encontrar *Trichoderma*, o qual tem se destacado na redução do crescimento micelial de uma grande diversidade de fitopatógenos, incluindo *M. phaseolina* (STRAHL, 2022).

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de produtos alternativos no crescimento *in vitro* de *Macrophomina phaseolina*

3.2. Objetivos Específicos

- Verificar o efeito de produtos comerciais à base de microrganismos, e de seus metabólitos, na inibição do crescimento *in vitro* de *M. phaseolina*.
- Avaliar a eficácia de diferentes dosagens dos produtos em sua capacidade antagonista contra *M. phaseolina*.

4 MATERIAS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

No ensaio, foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para isso, foram analisados 9 produtos comerciais, cada um em três doses distintas, totalizando 28 tratamentos e 5 repetições. O experimento foi repetido. (Tabela 1).

Tabela 1: Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento *in vitro*, com as respectivas dosagens aplicadas.

<i>Tratamento</i>	<i>Produto</i>	<i>Composição</i>	<i>Dose</i>
T1	Produto 1		0,5 L/400 L
T2	Produto 1	<i>B. subtilis</i> BV-09	1 L/400 L
T3	Produto 1		3 L/400 L
T4	Produto 2		3 mL/L
T5	Produto 2	Aminoácidos	5 mL/L
T6	Produto 2		7 mL/L
T7	Produto 3		3 mL/L
T8	Produto 3	Metabólitos secundários	5 mL/L
T9	Produto 3		7 mL/L
T10	Produto 4		3 mL/L
T11	Produto 4	Cobre e aminoácidos	5 mL/L
T12	Produto 4	complexados	7 mL/L
T13	Produto 5		3 g/L
T14	Produto 5	<i>L. plantarum</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E.</i>	5 g/L
T15	Produto 5	<i>faecium</i> .	7 g/L
T16	Produto 6		10 mL/L
T17	Produto 6	Bactérias e Metabólitos	16 mL/L
T18	Produto 6	secundários	23 mL/L
T19	Produto 7		8 mL/L
T20	Produto 7	Enzimas e Metabólitos	10 mL/L
T21	Produto 7	secundários	12 mL/L
T22	Produto 8		100 mL/400 L
T23	Produto 8	<i>T. asperellum</i> BV-10	300 mL/400 L

T24	Produto 8		500 mL/400 L
T25	Produto 9	Enzimas, <i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> .	3 g/L
T26	Produto 9		5 g/L
T27	Produto 9		7 g/L
T28	Controle	-	-

4.2. Ensaio *in vitro*

No teste *in vitro* avaliou-se a ação dos nove produtos comerciais em diferentes dosagens (Tabela 1), na inibição do fungo *M. phaseolina* (GenBank: MN136199.1), proveniente da coleção de fungos do laboratório.

Para iniciar o ensaio, o fungo previamente preservado na biblioteca, foi colocado para desenvolver em meio de cultura tipo BDA (Batata Dextrose Agar), e mantido em estufa incubado tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por 7 dias, após o período de crescimento deu-se início ao ensaio. Os produtos foram incorporados em meio BDA e vertidos em placas de Petri de 8 cm. Posteriormente, foram retirados discos de 6 mm do crescimento micelial do fungo, sendo inseridos no centro de cada placa com os respectivos tratamentos (NASCIMENTO *et. al.* 2016). Após os procedimentos, as placas foram mantidas em incubadoras B.O.Ds. à $\pm 28^{\circ}\text{C}$ por 5 dias, durante esse período o controle (-) atingiu o crescimento total, tomando totalmente a placa de Petri. Para avaliação do ensaio, foi empregada a medição radial do micélio para determinar a Porcentagem de Inibição do Crescimento (% PIC) do fungo, utilizando a fórmula:

$$\% \text{ PIC} = [(R_c - R_t)/R_c] \times 100$$

Onde R_c : raio de crescimento do controle

R_t : raio de crescimento do tratamento.

Para realizar a análise estatística dos dados, utilizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para avaliar se os dados seguem o padrão de normalidade e distribuição homogeneia a 5% de significância. Devido à constatação da não normalidade dos dados, optou-se por empregar o teste de Kruskal-Wallis, para garantir uma análise robusta e confiável. O teste avalia se existe diferenças significativa entre os grupos, baseado na classificação dos dados em ordem crescente, comparando as médias dos grupos e assim determinando se são significativamente diferentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Ação dos produtos testados sobre *M. phaseolina* no ensaio *in vitro*

O ensaio *in vitro* demonstrou que os produtos 4, 7 e 8 mostraram-se totalmente eficazes na inibição do desenvolvimento do fungo, resultando em 100% de inibição do crescimento micelial em todas as dosagens aplicadas.

Os Produtos 1 e 4 exibiram alta eficácia como mostra os resultados do Rank, não diferindo-se estatisticamente entre os tratamentos. Obteve-se uma inibição entre 83,37 a 87,75%, com os melhores tratamentos T2 e T7.

Os produtos 2 e 5 tiveram eficácia moderada, com a P.I.C. variando de 60 a 70%. Os valores de Rank também refletiram essa variação na eficácia, indicando que os tratamentos T5 e T14 efetivos na inibição, em uma dosagem intermediária (5mL/ e 5 g/L, respectivamente). Já o produto 9 também demonstrou eficácia, mas de forma moderada com taxa de inibição superior a 60 %, sendo o tratamento T27 mais eficaz que os demais (Tabela 2 e Figura 1 e 2).

Tabela 2. Porcentagem de Inibição do Crescimento (%) e classificação dos tratamentos sobre *Macrophomina phaseolina*.

<i>Tratamento</i>	<i>P.I.C. (%)</i>	<i>Rank</i>
T1 Produto 1	83,37 e	(70,0)
T2 Produto 1	87,75 e	(59,6)
T3 Produto 1	85,25 e	(66,8)
T4 Produto 2	64,25 bcd	(103,4)
T5 Produto 2	66,87 cd	(97,7)
T6 Produto 2	60 bc	(112,4)
T7 Produto 3	87,5 e	(60,3)
T8 Produto 3	84,37 e	(68,7)

T9 Produto 3	83,87 e	(68,0)
T10 Produto 4	100 f	(25,5)
T11 Produto 4	100 f	(25,5)
T12 Produto 4	100 f	(25,5)
T13 Produto 5	56,75 b	(115,6)
T14 Produto 5	70,62 d	(89,0)
T15 Produto 5	63,62 bcd	(97,7)
T16 Produto 6	0 a	(133,0)
T17 Produto 6	0 a	(133,0)
T18 Produto 6	0 a	(133,0)
T19 Produto 7	100 f	(25,5)
T20 Produto 7	100 f	(25,5)
T21 Produto 7	100 f	(25,5)
T22 Produto 8	100 f	(25,5)
T23 Produto 8	100 f	(25,5)
T24 Produto 8	100 f	(25,5)
T25 Produto 9	60,92 bc	(104,2)
T26 Produto 9	63,55 bcd	(104,8)
T27 Produto 9	71,31 d	(87,7)
T28 Controle	0 a	(133,0)

*Os valores da P.I.C. estão expressos em porcentagem, as médias são representadas por letras, onde letras iguais entre os grupos não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Valores do Rank são classificatórios, colocando os tratamentos em ordem crescente com base na sua eficácia, onde valores menores indicam maior eficácia.



Figura 1. Visão do anverso da placa de Petri representando cada tratamento. **a.1** Produto 1 0,5 L/400 L | **a.2** Produto 1 1 L/400 L | **a.3** Produto 1 3 L/400 L | **b.1** Produto 2 3 mL/L | **b.2** Produto 2 5 mL/L | **b.3** Produto 2 7 mL/L | **c.1** Produto 3 3 mL/L | **c.2** Produto 3 5 mL/L | **c.3** Produto 3 7 mL/L | **d.1** Produto 4 3 mL/L | **d.2** Produto 4 5 mL/L | **d.3** Produto 4 7 mL/L | **e.1** Produto 5 3 g/L | **e.2** Produto 5 5 g/L | **e.3** Produto 5 7 g/L | **f.1** Produto 6 10 mL/L | **f.2** Produto 6 16 mL/L | **f.3** Produto 6 23 mL/L | **g.1** Produto 7 8 mL/L | **g.2** Produto 7 10 mL/L | **g.3** Produto 7 12 mL/L | **h.1** Produto 8 100 mL/400 L | **h.2** Produto 8 300 mL/400 L | **h.3** Produto 8 500 mL/400 L | **i.1** Produto 9 3 g/L | **i.2** Produto 9 5 g/L | **i.3** Produto 9 7 g/L | **j.** Controle.

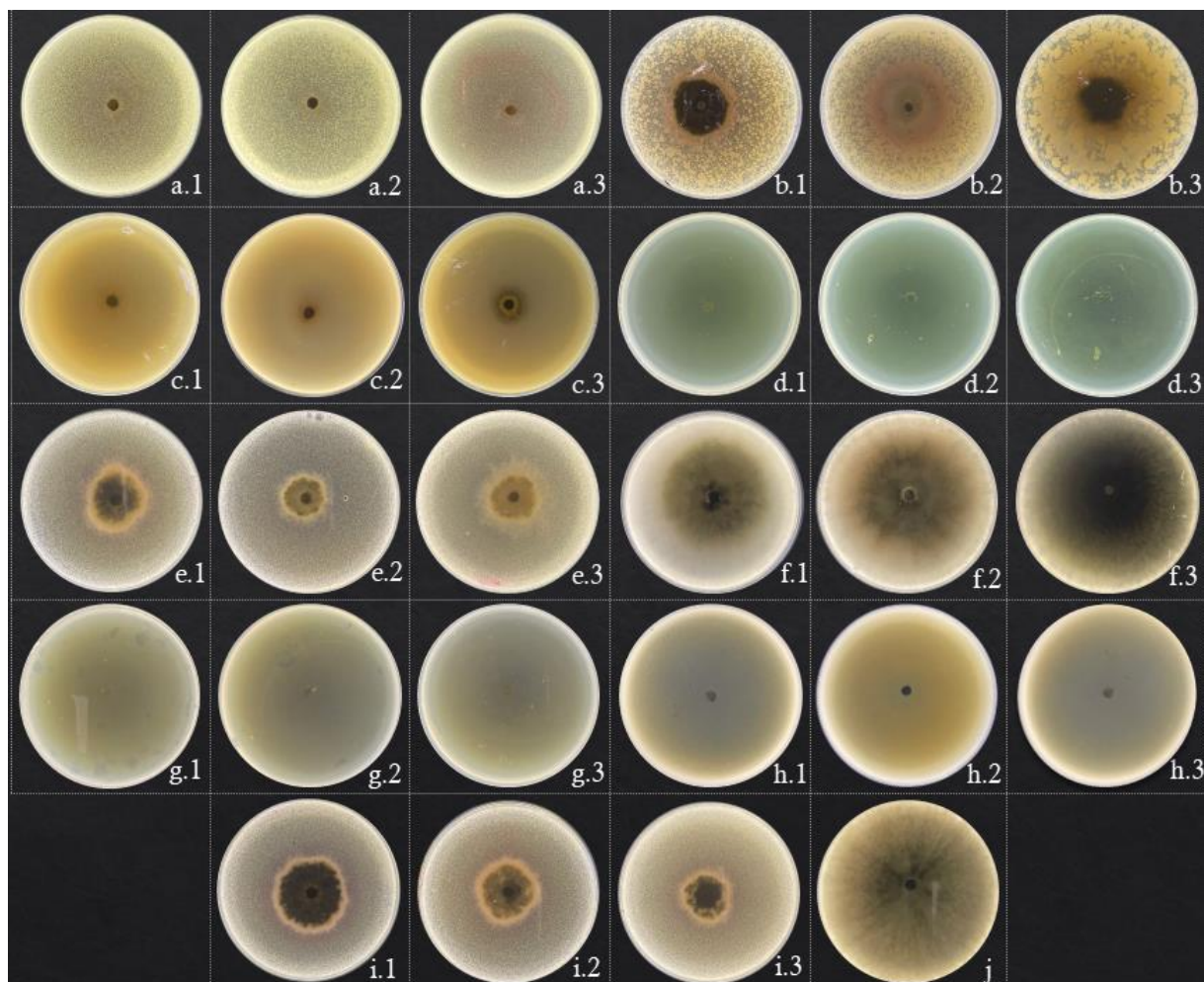


Figura 2. Visão do reverso da placa de Petri representando cada tratamento. **a.1** Produto 1 0,5 L/400 L | **a.2** Produto 1 1 L/400 L | **a.3** Produto 1 3 L/400 L | **b.1** Produto 2 3 mL/L | **b.2** Produto 2 5 mL/L | **b.3** Produto 2 7 mL/L | **c.1** Produto 3 3 mL/L | **c.2** Produto 3 5 mL/L | **c.3** Produto 3 7 mL/L | **d.1** Produto 4 3 mL/L | **d.2** Produto 4 5 mL/L | **d.3** Produto 4 7 mL/L | **e.1** Produto 5 3 g/L | **e.2** Produto 5 5 g/L | **e.3** Produto 5 7 g/L | **f.1** Produto 6 10 mL/L | **f.2** Produto 6 16 mL/L | **f.3** Produto 6 23 mL/L | **g.1** Produto 7 8 mL/L | **g.2** Produto 7 10 mL/L | **g.3** Produto 7 12 mL/L | **h.1** Produto 8 100 mL/400 L | **h.2** Produto 8 300 mL/400 L | **h.3** Produto 8 500 mL/400 L | **i.1** Produto 9 3 g/L | **i.2** Produto 9 5 g/L | **i.3** Produto 9 7 g/L | **j.** Controle.

O ensaio *in vitro* demonstrou a eficácia do Produto 8, que tem como base o fungo *Trichoderma asperellum*. Além disso, existem vários relatos sobre a ação antagônica dos fungos do gênero *Trichoderma* contra fitopatógenos. Análises indicam a presença de enzimas secretadas e metabólitos secundários que auxiliam diretamente no controle dos fitopatógenos (HEWEDY, 2020). Quando o patógeno entra em contato com o *Trichoderma*, este produz diversas enzimas fungitóxicas que degradam a parede celular, possuindo mais de 20 genes relacionados a essas enzimas que estão envolvidos no controle de outros fungos (HARMAN et. al., 2004).

Quanto ao Produto 4, ele ofereceu assim como o produto 7 e 8, 100% de inibição nas concentrações usadas. O produto 4 à base de cobre, possui uma alta solubilidade, além de ter aminoácidos em sua composição. O cobre vem sendo avaliado quanto a sua dosagem no controle de fitopatógenos, sua utilização é uma alternativa a ser explorada no manejo de fungos fitopatogênicos (PARIONA, 2018).

Os produtos 2, 7 e 9 têm em sua composição diferentes tipos de metabólitos secundários e enzimas. A ação dos metabólitos no controle de fitopatógenos pode ser observada em outros estudos, como no caso dos metabólitos extraídos do fungo *Aspergillus fumigatus*, onde posde-se observar a ação de dezesseis metabólitos diferentes no controle de diferentes tipos de fitopatógenos (LI *et. al.*, 2012).

Os produtos que contêm bactérias do gênero *Bacillus* e seus metabolitos também demonstraram alta eficácia. Isso pode ser atribuído à grande variedade de cepas de *Bacillus* eficientes, que por meio de seus metabólitos voláteis, conseguem reduzir a produção de conídios, resultando assim no controle efetivo de possíveis patógenos (MARRONI; GERMANI, 2011). Segundo a pesquisa de Méndez (2018) o *Bacillus subtilis* apresentou percentuais de inibição do crescimento de fitopatógenos entre 50-100%. Quando comparado os dados do presente estudo, é possível observar também uma ação dentro dessa faixa, conseguindo um porcentual de inibição superior a 50% (MÉNDEZ-ÚBEDA *et. al.*, 2018).

O produto 6 foi o único produto que não apresentou inibição de *M. phaseolina* nas dosagens testadas, o que não exclui a possibilidade de que ele possa ser eficaz em outras dosagens não avaliadas neste estudo, sendo necessárias investigações adicionais para determinar se o ajuste das dosagens pode resultar em uma maior eficácia no controle de *M. phaseolina*.

Os resultados mostram que o uso de produtos alternativos podem auxiliar na redução de fitopatógenos como *M. phaseolina*. As ações antagônicas exercidas por alguns microorganismos, assim como enzimas e moléculas específicas, são capazes de reduzir o crescimento micelial *in vitro*. Foi possível observar que o modo de ação e eficácia varia de acordo com a concentração de cada produto, ressaltando a importância de saber a melhor dose resposta de cada produto aplicado, e definir o melhor manejo utilizando alternativas que incluam mais de um mecanismo de ação, para obter resultados ainda mais eficientes. .

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Produtos comerciais 4, 7 e 8 foram efetivos quanto ao controle do fungo *M. phaseolina*, com 100% de inibição. Os Produtos 1 e 3 demonstraram eficácia, com inibição em torno de 87%. Enquanto os Produtos como 2, 5 e 9 apresentaram inibição moderada de 56% a 71%. Por outro lado, o Produto 6 não apresentou efeito nas dosagens aplicadas.

Torna-se imprescindível aprofundar os estudos, visando avaliar a eficiência dos produtos testados em relação à sobrevivência de *M. phaseolina in vivo*, especialmente as dosagens que demonstraram melhor eficácia no ensaio *in vitro*.

7 REFERÊNCIAS

BARBIERI, M. G. Anuário hortifruti Brasil retrospectiva 2021 & perspectiva 2022. **Hortifruti Brasil**, 2021. 1: 36-38.

BARBOSA, G. G. *et. al.* Evaluation Of The Potential Of *Trichoderma* Spp. Native To The State Of Mato Grosso Do Sul Against The Fungus *Colletotrichum Musae*. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 29484-29502, 2021. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n3-592>.

BONALDO, S. M. *et. al.* Eficiência de *Bacillus spp.* no controle de *Colletotrichum musae* em banana. **Scientific Electronic Archives**, [S.L.], v. 15, n. 7, p. 32-36, 30 jun. 2022. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/15720221554>.

COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biology And Biochemistry**, [S.L.], v. 42, n. 5, p. 669-678, maio 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.024>.

CEPEA. **O PIB do agronegócio brasileiro**. São Paulo: USP, 2023.

EMBRAPA. A Cultura do Melão. 2. ed. Brasília: **Revista e Ampliada**, 2008.

FREIRES, A. L. A. *et. al.* Alternative products in the management of powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) in melon. **Tropical Plant Pathology**, [S.L.], v. 47, n. 5, p. 608-617, 11 jul. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40858-022-00518-9>.

HARMAN, Gary E.; HOWELL, Charles R.; VITERBO, Ada; CHET, Ilan; LORITO, Matteo. *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 43-56, jan. 2004. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro797>.

HEWEDY, O. A.etal. Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. **Biology, Basel**, v. 9, p. 189, 2020

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pesquisa/14/10193>. Acesso em: 7 de Dezembro de 2023.

KHAN, I. H. *Trichoderma viride* Controls *Macrophomina phaseolina* through its DNA disintegration and Production of Antifungal Compounds. **International Journal Of Agriculture And Biology**, [S.L.], v. 25, n. 04, p. 888-894, 1 abr. 2021. Friends Science Publishers. <http://dx.doi.org/10.17957/ijab/15.1743>.

KOHLER, T. R. **LEVEDURAS: CONTROLE BIOLÓGICO DE ANTRACNOSE EM SOJA E SENSIBILIDADE À FUNGICIDAS**. 2022. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – Paraná, 2022.

KUMAR, K. *et. al.* Isolation and Characterization of *Trichoderma* spp. for Antagonistic Activity Against Root Rot and Foliar Pathogens. **Indian Journal of Microbiology**, New Delhi, v. 52, n. 2, p. 137-144, 2012.

LAKHRAN, L. *et. al.* Isolation, purification, identification and pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) goid caused dry root rot of chickpea. **J. Pharmacogn. Phytochem.** v. 7, p. 3314-3317. 2018.

LI, Xiao-Jun; ZHANG, Qiang; ZHANG, An-Ling; GAO, Jin-Ming. Metabolites from *Aspergillus fumigatus*, an Endophytic Fungus Associated with *Melia azedarach*, and Their Antifungal, Antifeedant, and Toxic Activities. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 60, n. 13, p. 3424-3431, 23 mar. 2012. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf300146n>.

LODHA, S.; MAWAR, R. Population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in relation to disease management: a review. **Journal Of Phytopathology**, [S.L.], v. 168, n. 1, p. 1-17, 20 set. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jph.12854>.

LOKESH, R.; RAKHOLIYA, K. B.; THESIYA, M. R.. Evaluation of Different Fungicides against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Causing Dry Root Rot of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) *in vitro*. **International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences**, [S.L.], v. 9, n. 7, p. 901-911, 10 jul. 2020. Excellent Publishers. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.105>.

LUGTENBERG, B.; KAMILOVA, F. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. **Annual Review Of Microbiology**, [S.L.], v. 63, n. 1, p. 541-556, 1 out. 2009. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Relatório de Pragas e Doenças**. Brasília: Agrofit, 2024. 12 p.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Política Agrícola, **Estatísticas de Dados Básicos de Economia Agrícola Janeiro 2024**. 2024.

MARQUEZ, N. *et. al.* *Macrophomina phaseolina*: general characteristics of pathogenicity and methods of control. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 12, p. 1-11, 22 abr. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2021.634397>.

MARRONI, Igor Villela; GERMANI, José Carlos. Eficiência de rizobactérias *Bacillus spp.* no controle *in vitro* de *Macrophomina phaseolina* agente etiológico da podridão de tronco da mamona (*Ricinus communis* L.). **Rev. Bras. de Agroecologia.**, Porto Alegre, maio 2011

MEYER., M. C. **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília: Embrapa, 2022.

MÉNDEZ-ÚBEDA, J.M.; HERNÁNDEZ, M.s. Flores; PÁRAMO-AGUILERA, L.A. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACILLUS subtilis Y EVALUACIÓN DEL ANTAGONISMO *IN VITRO* FRENTE HONGOS FITOPATÓGENOS. Nexo Revista Científica, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 96-110, 10 jan. 2018. **Latin America Journals Online**. <http://dx.doi.org/10.5377/nexo.v30i2.5530>.

MEDEIROS, F. H. V. *et. al.* NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA - UFLA. **Novos Sistemas de Produção**. Lavras: NEFIT, 2017. 153 p.

MEDEIROS, A. C.; MELO, D. R. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; COSTA, J. M. Métodos de inoculação de *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* em meloeiro (*Cucumis melo*). Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 41, n. 4, p. 281-268, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2083>.

NASCIMENTO, P. G. M. L. *et. al.* Incidence of root rot of muskmelon in different soil management practices. **European Journal of Plant Pathology**, 152(2), 433–446, 2018.

NASCIMENTO, S. R. C.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@ mbiente on-line-line**, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016.

NUNES, Emanuel Márcio; SILVA, Paulo Sidney Gomes. Land reform, food regimes and rural development: evidence from the rural territories from Rio Grande do Norte state. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 61(1): e232668, p. 1-27, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.232668>

PARIONA, Nicolaza. Síntesis de nanopartículas de cobre para el control de hongos fitopatógenos. **Revista Eciperu**, [S.L.], p. 109-116, 15 dez. 2018. Centro de Preparacion para la Ciencia y Tecnologia - Ceprecyt. <http://dx.doi.org/10.33017/reveciperu2018.0017/>.

PAES, A. A.; OLIVEIRA, P. C. INOVAÇÕES NO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS NO CULTIVO PROTEGIDO E EM CAMPO DE TOMATEIROS. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas do Fait**. [S.L.] n.2, p. 1-11, nov. 2020.

PARISI, J. J. D. *et. al.* Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas de meloeiro. Brasília: EMBRAPA, 2012.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/941622/1/ct1121.pdf> , Acesso em: 26 out. 2022.

RIVERO, J. *et. al.* Metabolic transition in mycorrhizal tomato roots. **Frontiers In Microbiology**, [S.L.], v. 6, p. 1-13, 23 jun. 2015. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2015.00598>.

RODRÍGUEZ-ROMERO. *et. al.* Quitosano y extractos de *Pseudomonas fluorescens* para el control de *Alternaria alternata* en jitomate (*Solanum lycopersicum*). **Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal Of Phytopathology**, [S.L.], v. 37, n. 2, 26 fev. 2019. *Revista Mexicana de Fitopatologia, Mexican Journal of Phytopathology*. <http://dx.doi.org/10.18781/r.mex.fit.1812-2>.

RUTHS, Jéssica Cristina; STADUTO, Jefferson Andronio Ramundo; COLLA, Crislaine. Consumo de agrotóxicos no estado do Paraná entre 2013 e 2020. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 1-13, mar. 2024.

SANTOS, Cristiane dos; FRANCO, Octávio Luiz. Pathogenesis-Related Proteins (PRs) with Enzyme Activity Activating Plant Defense Responses. **Plants**, [S.L.], v. 12, n. 11, p. 2226, 5 jun. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants12112226>.

SILVA, Uilma Laurentino da. **MANEJO DE *Macrophomina phaseolina* E COMUNIDADES MICROBIANAS EM SOLO CULTIVADO COM MELOEIRO UTILIZANDO MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROLE**. 2021. 59 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotécnica, Ufersa, Mossoró, 2021.

STRAHL, M. A. **MICROENCAPSULAÇÃO DE *Trichoderma* spp. PARA O BIOCONTROLE DE *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. EM FEIJOEIRO**. 2022. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.

THAMBUGALA, K. M. *et. al.* Fungi vs. Fungi in Biocontrol: an overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens. **Frontiers In Cellular And Infection Microbiology**, [S.L.], v. 10, p. 1-19, 30 nov. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fcimb.2020.604923>.

TERAO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 614, 2006.