



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

SILVAN MANOEL DA SILVA FILHO

**EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE *IN VITRO* DE
*Fusarium falciforme***

MOSSORÓ

2024

SILVAN MANOEL DA SILVA FILHO

**EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE *IN VITRO* DE
*Fusarium falciforme***

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Coorientadora: Me. Ana Paula de Moura

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.

d111e da Silva Filho, Silvan Manoel.
Efeito de produtos alternativos no controle in vitro de *Fusarium falciforme* / Silvan Manoel da Silva Filho. - 2024.
36 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio.
Coorientadora: Ana Paula de Moura.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de --Selecione um Curso ou Programa--, 2024.

1. Meloeiro. 2. Podridão de *Fusarium*. 3. Controle alternativo. I. de Queiroz Ambrósio, Márcia Michelle, orient. II. de Moura, Ana Paula, 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.

SILVAN MANOEL DA SILVA FILHO

**EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE *IN VITRO* DE
*Fusarium falciforme***

Monografia apresentada à 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

Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, Prof^a. Dr^a. (UFERSA)
Presidente

Ana Paula de Moura, M.e (UFERSA)
Membro Examinador

Tatianne Raianne Costa Alves, M.e (UFERSA)
Membro Examinador

Jarlan Lucas dos Santos Silva, Be. em Agronomia (UFERSA)
Membro Examinador

*A Deus, “Porque dEle, e por Ele, e para Ele são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém!” Romanos 11:36.
Também ao meu pai, minha mãe e aos meus irmãos,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o autor da minha história, meu guia, socorro presente na angústia, minha fonte de força ao longo de toda minha vida.

Aos meus pais, meu profundo agradecimento, por serem a base sólida sobre a qual construí meus sonhos, sempre me oferecendo suporte incondicional em cada passo desta jornada, cuja fé inabalável em meu potencial me impulsionou. Amo vocês de todo coração e só tenho a agradecer pelo zelo, carinho e atenção que nunca me faltaram, assim como pela educação que me deram e por todos os ensinamentos que carrego comigo.

Aos meus irmãos, em especial meu irmão, por ser minha inspiração acadêmica e profissional. É alguém por quem tenho profunda admiração, pois sei o quão aplicado e esforçado, além de determinado em relação aos seus objetivos.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), que oportunizou a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Aos meus professores, que serviram de faróis de inspiração em minha jornada acadêmica, iluminando meu caminho com sabedoria e encorajamento.

A minha orientadora, Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pela orientação acadêmica, apoio e confiança. Também por suas críticas que me possibilitaram desenvolver uma visão mais assertiva, além da arte da resiliência. Sou grato, pois, com paciência e dedicação, acompanhou todo o processo de elaboração deste trabalho, fornecendo orientações valiosas e contribuindo para seu desenvolvimento. Sem sua colaboração, este TCC não seria possível.

A minha coorientadora, Ana Paula de Moura, pela paciência, apoio e amizade ao longo do período no qual fiz parte da família LAMIFI (Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia). Por todas as orientações e conselhos que levarei comigo nas próximas etapas da minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

À Banca Examinadora, Tatiane Raianne Costa Alves e Jarlan Lucas dos Santos Silva, me sinto honrado em tê-los como meus avaliadores, uma vez que são exemplos de excelentes profissionais altamente qualificados. Agradeço a participação e contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À amizade que a vida acadêmica me deu, agradeço o companheirismo nesses cinco anos de nossa trajetória, por estar comigo em todos os momentos (momentos dos mais diversos) e nos períodos difíceis, por me aguentar nos momentos de loucura e estresse. Mas também por nossos cafés, conversas e risadas que mantiveram a minha sanidade durante esse tempo. Minha

amiga tão especial, Vitória Maria, que me ajudou em tanto, sempre disposta a fazer uma pausa para um lanche nos momentos de trabalho intenso. Irei lembrar eternamente de nossas aventuras, me arrancou as melhores gargalhadas, obrigada por tudo, que Deus sempre esteja contigo.

Aos meus amigos, que ganhei nesta jornada que se chama graduação, a saber: Chagas, Ana Karolina e Juliana que compartilharam comigo a jornada acadêmica e me ajudaram a enriquecer meu conhecimento com suas contribuições.

Ao grupo de pesquisa do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, do qual desfrutei da oportunidade de conhecer e conviver com pessoas extraordinárias, cada qual a seu modo, gostaria de destacar: Louise, Tatianne, Ana Paula, Jarlan, Juliano, Rebeca, Igor, Janderson, Atarissis, Fernando, Breno e Elisandra.

Aos meus amigos mais próximos, que estiveram ao meu lado em todas as horas, compartilhando alegrias e tristezas e me proporcionando momentos de descontração e lazer.

A todos, meu muito obrigado!!

“No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Espécies do gênero *Fusarium* são importantes fitopatógenos, sendo agentes causadores de doenças em mais de 100 espécies de plantas. No Brasil, várias espécies de *Fusarium* já foram relatadas causando doença na cultura do meloeiro, sendo responsáveis por causar grandes prejuízos aos produtores. Diante disso, há a necessidade de desenvolver estratégias para minimizar o problema ocasionado pela podridão causada pelo *Fusarium*, visando fortalecer a produção agrícola no Brasil. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito *in vitro* de produtos alternativos no controle de *Fusarium falciforme*. O delineamento experimental utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado, com 28 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram em uma testemunha (sem incorporação de produto), produto 1 (10, 16 e 23 mL/L), produto 2 (100, 300 e 500 mL/400L), produto 3 (0,5, 1 e 3 L/400L), produto 4 (3, 5 e 7 mL/L), produto 5 (3, 5 e 7 mL/L), produto 6 (3, 5 g/L e 7 g/L), produto 7 (3, 5 e 7 mL/L), produto 8 (8, 10 e 12 mL/L), produto 9 (3, 5 e 7 mL/L). O Isolado de *F. falciforme* utilizado foi o cadastrado no GenBank com os referidos códigos EF-1α MT476611 / RPB2 MT461687 – GENBANK. Este isolado estava preservado pelo método de Castellani na micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde os experimentos também foram conduzidos. Para a realização do teste *in vitro*, discos com 5 mm de diâmetro de BDA (Batata-Dextrose-Ágar) contendo micélio do fungo, *F. falciforme*, foram transferidos para o centro de placas de Petri de 90 mm contendo o meio BDA, suplementado com os tratamentos, sendo, posteriormente, avaliado o percentual de inibição do crescimento micelial. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados e ao teste estatístico Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Dentre os produtos testados, o produto 9 demonstrou o melhor resultado, alcançando P.I.C. de 100 % em todas as doses. Já o produto 8, na dosagem de 12 mL/L controlou o crescimento do fungo em 92,75 %, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com o produto 9. O produto 7, na menor dosagem (3 mL/L), reduziu 76,25 %, enquanto o produto 3 na sua maior dosagem (3 L/ 400L) reduziu 68,25% o crescimento micelial do fungo, bem como os tratamentos com os produtos 2, 4, 5 e 6 que apresentaram maior eficiência em suas dosagens mais baixas (faixa de 47,4 a 94,2 no Rank). Ao que concerne ao tratamento Produto 1, não demonstrou controle em nenhuma dosagem testada. Os tratamentos alternativos apresentaram potencial no controle *in vitro*, porém é fundamental que sejam realizados estudos com outras dosagens e que visem verificar a eficácia *in vivo*.

Palavras-chave: Meloeiro. Podridão de *Fusarium*. Controle alternativo.

ABSTRACT

Species of the genus *Fusarium* are important phytopathogens, being the causative agent of diseases in over 100 plant species. In Brazil, several species of *Fusarium* have already been reported causing disease in melon crops, being responsible for losses for producers. Thus, there is a need to develop strategies to minimize the problem caused by *Fusarium* rot, aiming to strengthen agricultural production in Brazil. Therefore, the objective of this study was to evaluate the *in vitro* effect of alternative products in controlling *Fusarium falciforme*. The experimental design used in the experiment was completely randomized, with 28 treatments and 5 replications. The treatments consisted of a control (without product incorporation), product 1 (10, 16 and 23 mL/L), product 2 (100, 300 and 500 mL/400L), product 3 (0.5, 1 and 3 L /400L), product 4 (3, 5 and 7 mL/L), product 5 (3, 5 and 7 mL/L), product 6 (3, 5 g/L and 7 g/L), product 7 (3 , 5 and 7 mL/L), product 8 (8, 10 and 12 mL/L), product 9 (3, 5 and 7 mL/L). The *F. falciforme* isolate used was registered in GenBank with the aforementioned codes EF-1 α MT476611 / RPB2 MT461687 – GENBANK. This isolate was preserved using the Castellani method in the mycology collection of the Microbiology and Phytopathology laboratory at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), where the experiments were also conducted. To carry out the *in vitro* test, discs with 5 mm diameter of PDA (Potato-Dextrose-Agar) containing mycelium of the fungus, *F. falciforme*, were transferred to the center of 90 mm Petri dishes containing the PDA media, supplemented with the treatments, and the percentage of inhibition of mycelial growth was subsequently evaluated. Then, the data were subjected to the Shapiro-Wilk test ($p \leq 0.05$) to evaluate the normality and homogeneity of residues and the Kruskal-Wallis statistical test ($p \leq 0.05$). Among the products tested, product 9 demonstrated the best result, achieving P.I.C. 100% in all doses. Product 8, at a dosage of 12 mL/L, controlled the growth of the fungus by 92.75%, not statistically different from treatments with product 9. Product 7, at the lowest dosage (3 mL/L), reduced 76.25%, while product 3 at its highest dosage (3 L/ 400L) reduced the mycelial growth of the fungus by 68.25%, as well as treatments with products 2, 4, 5 and 6 which showed greater efficiency at their lower dosages (range from 47.4 to 94.2 in Rank). Regarding treatment, Product 1 did not demonstrate control at any dosage tested. Alternative treatments showed potential in *in vitro* control, however it is essential that studies be carried out with other dosages and aimed at verifying *in vivo* efficacy.

Keywords: Melon plant. *Fusarium* rot. Alternative control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Preparo dos meios de cultura incorporados com os tratamentos (A); Repicagem do fungo <i>F. falciforme</i> no centro da placa em meio de cultura (B).....	23
Figura 2	–	Descrição das medições realizadas na avaliação do teste de antagonismo.....	25
Figura 3	–	Visão do anverso da placa de Petri.....	27
Figura 4	–	Visão do reverso da placa de Petri	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Tratamentos, composição e suas respectivas dosagens testadas.....	24
Tabela 2	–	Porcentagem de inibição micelial de <i>Fusarium falciforme</i> e rank estatístico.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Me.	Mestre
Dra.	Doutora
<i>et. al.</i>	E outros
B.D.A.	Batata Dextrose Ágar
B.O.D.	Demanda Bioquímica de Oxigênio
P.I.C.	Porcentagem de Inibição de Crescimento

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
±	Mais ou menos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Importância econômica.....	18
2.2	Podridão de <i>Fusarium</i>	18
2.2.1	<i>Fusarium falciforme</i>	19
2.3	Métodos de controle.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Ensaio <i>in vitro</i>	22
3.1.1	Teste de antagonismo.....	22
3.1.2	Avaliação do teste de antagonismo.....	23
3.2	Análise estatística.....	24
4	RESULTADOS.....	25
4.1	Ensaio <i>in vitro</i>	25
5	DISCUSSÃO.....	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas no mundo. Em âmbito nacional, a fruticultura tem conquistado resultados expressivos, tornando-se fonte geradora de emprego, renda e oportunidades para os produtores de todo o país, evidenciando sua importância para o agronegócio brasileiro. Sendo o melão (*Cucumis melo* L.), uma das frutas mais produzidas e exportadas no país, e a maior parte da sua produção está centralizada na região Nordeste, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Bahia (BA) e Pernambuco (PE) (ABRAFRUTAS, 2023).

O melão está entre os principais produtos agrícolas do estado do RN, responsável por aproximadamente 90% da produção estadual. O foco principal da atividade é a exportação, sendo a União Europeia o principal mercado consumidor (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2023), porém, os produtores enfrentam algumas limitações à produção dessa cucurbitácea, principalmente relacionadas a doenças causada por patógenos habitantes do solo.

As podridões causadas por espécies de *Fusarium* são umas das principais doenças que afetam hortaliças tanto na pré quanto na pós-colheita. Várias espécies de *Fusarium* foram identificadas como causadoras de danos ao melão no Brasil (ARAÚJO, 2020; SILVA *et al.*, 2023; LIMA *et al.*, 2021), resultando em grandes prejuízos para os produtores.

Além disso, há um apelo, principalmente internacional pela redução e substituição de uso de químicos, visando uma maior qualidade e segurança alimentar. Assim, cada vez mais a comunidade científica vem desenvolvendo estratégias de manejo alternativo que buscam reduzir ou eliminar o uso de químicos (CARDOSO, 2019).

Neste sentido, há estudos que mostram o desenvolvimento de diversos métodos de controle que podem ser utilizados em detrimento ao controle químico convencional. Dentre eles podem ser destacados o uso de produtos biológicos e à base de cobre (CEPEDA *et al.*, 2020).

O uso de microrganismos como controle biológico apresenta a capacidade de se estabelecer, e se reproduzir, possuindo assim um grande potencial no manejo, e na redução de doenças radiculares, se comparado aos fungicidas, que por sua vez possuem efeito efêmero necessitando de aplicações sucessivas durante o período de crescimento da cultura (AZEVEDO, 2015).

Métodos alternativos ao químico, além de apresentar eficácia no controle de fitopatógenos, possuem outras vantagens como, a diminuição do desenvolvimento de resistência fúngica, são econômicos, com facilidade de aplicação, baixo impacto ambiental e a

capacidade de transformar ou recuperar solos contaminados, além de auxiliar no bom desenvolvimento das culturas (RUFINO; ARAÚJO; NOGUEIRA, 2018).

Porém, ainda são necessários estudos para melhorar o manejo da podridão causada por *Fusarium* na cultura do meloeiro, a fim de tornar produção dessa olerícola cada vez mais forte e estruturada no Rio Grande do Norte, e em todo o país. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de produtos comerciais alternativos no controle *in vitro* de *F. falciforme*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica

Sendo o Brasil o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma diversidade de cultivos que incluem desde citros até frutas tropicais como a manga e o abacaxi, essa posição de destaque no mercado global de frutas gera importantes receitas de exportação, fortalecendo a balança comercial do país e contribuindo para o crescimento econômico (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2023).

No estado do Rio Grande do Norte, a fruticultura é uma atividade agrícola de grande importância, especialmente nas regiões semiáridas do estado tendo um papel crucial na geração de empregos, no aumento da renda rural e na promoção da inclusão social (LUCAS *et al.*, 2023).

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das olerícolas pertencentes à família das Cucurbitáceas, gênero *Cucumis*, sendo cultivado principalmente nos países tropicais, com algumas variedades e cultivares (COSTA, 2019).

No Brasil, a região Nordeste concentra a maior produção de melão, onde se detém mais de 90% do melão produzido no país. Essa expressividade na produção torna a atividade agrícola uma das principais fontes de geração de emprego e renda do semiárido brasileiro. O Rio Grande do Norte (RN) se destaca como o maior produtor e exportador nacional, com mais de 60% da produção total, e com mais de 68% da exportação total (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2023; ABRAFRUTAS, 2023).

A exportação brasileira de melão no ano de 2023 aumentou para 228 mil toneladas, em comparação com o ano anterior, totalizando uma receita de US\$ 189 milhões. Os principais mercados importadores do melão brasileiro são Países Baixos, Espanha e Reino Unido, todos com aumento nas compras do Brasil, o que aconteceu também com países como Bélgica e Irlanda (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2023; ABRAFRUTAS, 2023).

Mesmo com esses valores expressivos de produção e exportação de melão, algumas doenças ainda ocasionam prejuízos aos produtores. A podridão do colo, raízes, e do fruto, causada por diferentes espécies de *Fusarium* são responsáveis por perdas significativas, sendo detectadas em boa parte das áreas plantadas com cucurbitáceas do Rio Grande do Norte (CARDOSO, 2019).

2.2 Podridão de *Fusarium*

A podridão causada por espécies do gênero *Fusarium* é uma das principais doenças que acometem a cultura do melão em todo o mundo. A doença é causada por espécies do gênero

Fusarium, que podem infectar desde a muda até os frutos. As plantas maiores podem perder o vigor e paralisar o crescimento (CARDOSO, 2019).

A doença se caracteriza com murcha e necrose nas folhas que, inicialmente, afetam uma porção da planta e mais tarde atinge toda a planta. Outro sintoma característico é a redução no desenvolvimento e o escurecimento vascular. Quando a infecção ocorre em plantas jovens pode ocasionar a morte destas plantas. No caso da murcha de *Fusarium* observa-se ainda a presença de estrias avermelhadas no feixe vascular da raiz e do colo da planta, indicando a colonização do fungo (BARBOSA; TERAÓ; BATISTA, 2010).

Além das raízes, os frutos também podem apresentar sintomas de podridão que afeta a casca e a polpa (ARAÚJO *et al.*, 2021). Além disso, o fungo causa redução da firmeza, acarretando depressões na polpa, mudanças na cor e sabor, sintomas com presença de sinais, e redução dos valores nutricionais, deixando os frutos inviáveis para a comercialização (KFOURY *et al.*, 2016).

A Fusariose é de difícil manejo devendo-se, portanto, adotar medidas preventivas, tais como a utilização de sementes certificadas, eliminar as plantas com sintomas de murcha, adubação equilibrada, evitar irrigações por sulco e manter os níveis de cálcio altos. Não há fungicidas registrados para controle deste patógeno em meloeiro (BARBOSA; TERAÓ; BATISTA, 2010).

Em vista disso, tem-se buscado alternativas de controle que sejam efetivas contra esses fitopatógenos. Uma vez que a utilização de compostos sintéticos pode proporcionar resistência dos patógenos, e podem gerar efeitos residuais que são prejudiciais aos seres humanos. Outrossim, o mercado internacional tem apresentado um rigor maior quanto ao teor residual de produtos químicos nos frutos que são importados, levando a adoção de medidas de redução do uso desses produtos durante o plantio, e no pós-colheita, visto que há problemas decorrentes do uso de compostos sintéticos sobre a saúde humana, e ao meio ambiente (EFSA, 2018; EVANGELISTA *et al.*, 2022).

2.2.1 *Fusarium falciforme*

O *Fusarium* pertence ao filo Ascomycete, é um gênero fúngico que se destaca entre os principais fitopatógenos que ocorre naturalmente no solo em regiões tropicais, subtropicais e de climas mediterrâneos em todo o mundo (LESLIE; SUMMERELL, 2006), sendo o causador de doenças em mais de 100 espécies de plantas e uma séria ameaça a uma ampla gama de culturas economicamente importantes (HUSAINI; SAKINA; CAMBAY, 2018). Possui a capacidade de sobreviver na forma saprófita em restos da cultura, e algumas espécies podem

produzir estruturas de sobrevivência, como os clamidósporos, e permanecer no solo e restos vegetais por um longo período (SMITH *et al.*, 2007), mesmo na ausência de hospedeiro (LOPES; MICHEREFF, 2018).

Além disso, algumas espécies do gênero *Fusarium* também produzem micotoxinas com potencial de risco à saúde humana, incluindo tricotecenos, zearalenona (ZEN) e fumonisinas (FBs). Isso tem gerado um crescente apelo, especialmente a nível internacional, pela garantia da segurança alimentar. (JI *et al.*, 2019).

As estruturas deste patógeno podem sobreviver durante vários anos no solo e penetra pelas raízes. Os restos de plantas infectadas contêm inúmeras estruturas do patógeno que podem dar origem a novas infecções. A sua disseminação ocorre através de partículas de solo transportadas por implementos e práticas agrícolas, ou por sementes infectadas (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Este gênero se mantém quiescente no hospedeiro, que em meio às condições apropriadas, sendo elas de umidade, temperatura e matéria orgânica, desenvolve-se levando ao aparecimento dos sintomas característicos e, de forma ocasional, os sinais do patógeno no hospedeiro (GORDON *et al.*, 2015).

Dentre as espécies habitantes do solo pode-se destacar o *F. falciforme* pertencente ao complexo de espécies *F. solani* (CARDOSO, 2019). Essa espécie tem sido bastante associada à podridão de melão no Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2021) e é uma das mais agressivas à cultura (NOGUEIRA *et al.*, 2023).

O complexo de espécies *F. solani* (FSSC - *Fusarium solani* species complex) se trata de um agrupamento que acomoda algumas espécies de *Fusarium* que apresentam características morfológicas de *Fusarium solani*. Para a realização desse agrupamento ou compactação de inúmeras espécies, foi realizada uma análise de uma coleção de isolados utilizando filogenia molecular baseada em regiões gênicas específicas, e as diferenciou em linhagens filogenéticas distintas agrupadas em três clados principais, sendo uma das espécies filogenéticas acopladas a esse complexo, o *F. falciforme* (O'DONNELL, 2000; CARDOSO, 2019).

Os constituintes do complexo de espécies de *F. solani*, como o *F. falciforme*, possuem sintomas típicos em comum, podendo causar vários tipos de doenças em plantas, incluindo podridões na raiz, no caule, no colo e nas sementes, bem como o tombamento da planta em seu estágio inicial. A infecção faz com que as raízes e o colo da planta hospedeira apodreçam, resultando em um sistema radicular ineficiente (BEBENDO, 2018).

2.3 Métodos de controle

Para o tratamento de podridão radicular causada por *Fusarium* em meloeiro, ainda não há produtos químicos registrados (AGROFIT, 2024). Atrelado a isso, há uma pressão internacional, na busca de maior qualidade e segurança alimentar, aumentando a necessidade de desenvolver métodos de controle de doenças que sejam ecologicamente seguros, eficazes e economicamente viáveis (RUFINO; ARAÚJO; NOGUEIRA, 2018).

Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento e aprimoramento de métodos alternativos que reduzam as perdas ocasionadas pela podridão de *Fusarium*. Inúmeras tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas para atender a essa finalidade, a exemplo de indutores de resistência e controle biológico (TERAO *et al.*, 2008; FIGUEIREDO *et al.*, 2023).

O controle biológico pode ser representado como o resultado da interação entre hospedeiro, patógeno, e outros organismos não patogênicos sendo estes capazes de reduzir a doença sob influência do ambiente e do manejo do ser humano (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018). É considerado um método ecologicamente sustentável no combate a diversos fitopatógenos e baseia-se na utilização de vários microrganismos de biocontrole, incluindo os gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* (KIPNGENO *et al.*, 2015; ZAIM *et al.*, 2018). Produtos biológicos já são utilizados pelos produtores de melão brasileiros, com o intuito de minimizar os danos causados pelos patógenos habitantes do solo.

Bactérias do gênero *Bacillus* têm sido estudadas e utilizadas como agentes de biocontrole por serem capazes de agir através de antibiose e a competição por nutrientes e espaço, bem como pela produção de compostos voláteis com potencial efeito prejudicial ao agente patogênico (MELO *et al.*, 2021). Além de possuírem características desejáveis para os produtores, como a capacidade que essas bactérias têm de promoção do crescimento em plantas (SILVESTRE *et al.*, 2023).

Chagas Junior *et al.* (2018) quando avaliaram a ação de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* observaram que isolados de *Trichoderma* são eficientes no controle biológico de fitopatógenos como *Fusarium* sp. Sugere-se que sua eficácia esteja associada às suas propriedades antagônicas.

Atualmente, existe o posicionamento de produtos alternativos para o manejo de doenças radiculares. Esses produtos possuem como ingredientes ativos, microrganismos, enzimas, metabólitos secundários ou nutrientes, como o cobre. Dentre os produtos comerciais mais utilizados, pode-se destacar os Produtos 2, 3, 5 e 6 que possuem em sua composição enzimas e microrganismos com potencial antagonista, como *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* e *Trichoderma asperellum*.

Outros produtos também estão sendo testados como potenciais no controle de podridão radicular, como o Produto 8, Produto 7 e Produto 4, nos quais encontram-se, como princípio ativo, metabólitos bacterianos específicos, enzimas naturais e metabólitos secundários de microrganismos. Os metabólitos produzidos por microrganismos como as bactérias do gênero *Bacillus* atuam como antibióticos, antifúngicos e antivirais (FUMAGALI *et al.*, 2008).

Acerca do produto 9, em sua composição encontram-se extrato de levedura, íon cúprico e aminoácidos complexados, sendo uma atraente alternativa para o controle de fitopatógenos, pois contribui para a nutrição e, conseqüentemente, aumenta o vigor das plantas, tornando-as menos suscetíveis ao ataque de patógenos. Em adição a isto, é capaz de induzir enzimas relacionadas à defesa das plantas. O íon cúprico, presente em sua composição, apresenta a capacidade de atuar desnaturando proteínas estruturais e enzimáticas (LA TORRE *et al.*, 2018; FREIRES *et al.*, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, Campus Oeste do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró-RN. O fungo *Fusarium falciforme* (EF-1 α MT476611 / RPB2 MT461687 - GENBANK) testado foi proveniente da micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFERSA.

3.1 Ensaio *in vitro*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 28 tratamentos e 5 repetições.

3.1.1 Teste de antagonismo

Para a realização do teste *in vitro* de biocontrole, foram repicados discos de meio de cultura de 5 mm de diâmetro do fungo *Fusarium falciforme*, contendo estruturas do patógeno, e transferidos para o centro de placas de Petri de 90 mm contendo o meio BDA (Batata Dextrose Ágar) (Figura 1), suplementado com os tratamentos, sendo testadas três dosagens recomendadas pelos fabricantes para cada um dos produtos comerciais (Tabela 1). O controle foi composto apenas do meio BDA (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

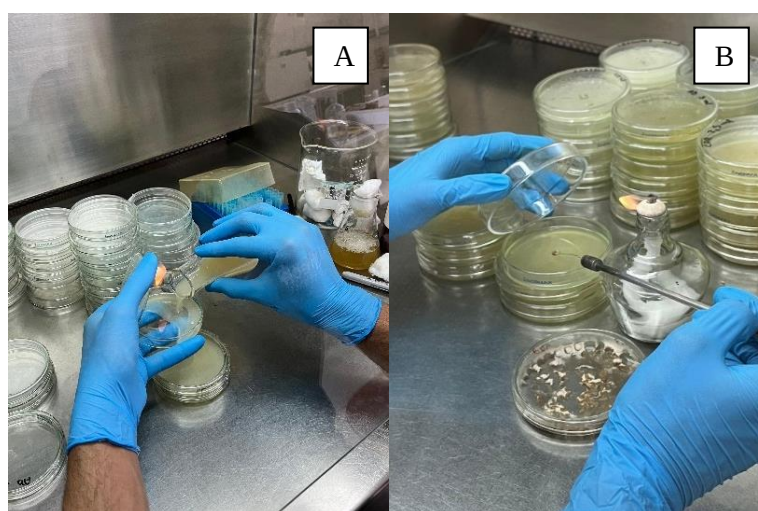


Figura 1. Preparo dos meios de cultura incorporados com os tratamentos (A); Repicagem do fungo *F. falciforme* no centro da placa em meio de cultura (B).

Tabela 1: Tratamentos, composição e suas respectivas dosagens testadas.

Tratamento	Produto	Composição	Dosagem
Controle	Sem suplementação do produto	Meio de cultura Batata Dextrose Ágar - BDA	--
T1	Produto 1	Bactérias e metabólitos secundários	10 mL/L
T2	Produto 1		16 mL/L
T3	Produto 1		23 mL/L
T4	Produto 2	Trichoderma asperellum BV-10	100 mL/400L
T5	Produto 2		300 mL/400L
T6	Produto 2		500 mL/400L
T7	Produto 3	Bacillus subtilis BV09	0,5 L/400L
T8	Produto 3		1 L/400L
T9	Produto 3		3 L/400L
T10	Produto 4	Metabólitos secundários	3 mL/L
T11	Produto 4		5 mL/L
T12	Produto 4		7 mL/L
T13	Produto 5	Enzimas e bactérias (Bacillus licheniformis, Bacillus subtilis)	3 g/L
T14	Produto 5		5 g/L
T15	Produto 5		7 g/L
T16	Produto 6	Enzimas e bactérias (Lactobacillus plantarum, Bacillus subtilis e Enterococcus faecium)	3 g/L
T17	Produto 6		5 g/L
T18	Produto 6		7 g/L
T19	Produto 7	Aminoácidos	3 mL/L
T20	Produto 7		5 mL/L
T21	Produto 7		7 mL/L
T22	Produto 8	Enzimas e metabólitos secundários	8 mL/L
T23	Produto 8		10 mL/L
T24	Produto 8		12 mL/L
T25	Produto 9	Cobre complexado	3 mL/L
T26	Produto 9		5 mL/L
T27	Produto 9		7 mL/L

3.1.2 Avaliação do teste de antagonismo

As placas foram mantidas por 15 dias, em B.O.D, a 28 ± 2 °C. Após isso, realizou-se, com o auxílio de um paquímetro digital, a medição do crescimento micelial dos fungos, quando o tratamento controle atingiu o seu crescimento máximo. Foram efetuadas medições do diâmetro das colônias do fungo, em dois eixos ortogonais (Figura 2), a fim de obter a média das duas medidas diametricamente opostas. A percentagem de inibição do crescimento micelial (P.I.C.) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$P.I.C. = \left(\frac{\text{Crescimento da testemunha} - \text{Crescimento do tratamento}}{\text{Crescimento da testemunha}} \right) \times 100$$

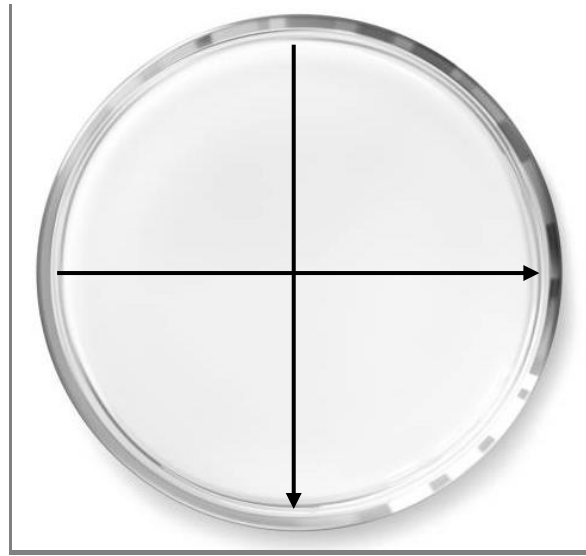


Figura 2: Descrição das medições realizadas na avaliação do teste de antagonismo.

3.2 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. Posteriormente, devido as pressuposições não terem sido atendidas, utilizou-se o teste estatístico Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), teste não paramétrico, para comparação múltipla dos tratamentos. O software utilizado foi o R (R Core Team 2023).

4 RESULTADOS

4.1 Ensaio *in vitro*

O tratamento com o produto 9 apresentou o melhor resultado no ensaio, proporcionando 100 % de inibição do crescimento micelial em todas as dosagens testadas. Resultado estatisticamente igual ao observado no tratamento com o produto 8, na maior dosagem (12 mL/L), que controlou o crescimento micelial do fungo em 92,75%, em relação à testemunha.

Outros produtos também demonstraram bons resultados, como o produto 7 que, na menor dosagem (3 mL/L), que reduziu 76,25%, enquanto o produto 3 na sua maior dosagem (3 L/400L) reduziu 68,25% do crescimento micelial do fungo.

Os tratamentos com os produtos 2, 4, 5 e 6 apresentaram maior redução do crescimento micelial (faixa de 47,4 a 94,2 no Rank) em suas dosagens mais baixas. Diferente do tratamento com o produto 1, que não demonstrou controle em nenhuma dosagem testada. (Tabela 2, Figura 6 e 7).

Tabela 2: Porcentagem de inibição micelial de *Fusarium falciforme* e rank estatístico.

TRATAMENTO	P. I. C. (%) *	Rank*
CONTROLE	0 a	(130,5)
PRODUTO 1 10 mL/L	0 a	(130,5)
PRODUTO 1 16 mL/L	0 a	(130,5)
PRODUTO 1 23 mL/L	0 a	(130,5)
PRODUTO 2 100 mL/400L	49,5 cd	(94,2)
PRODUTO 2 300 mL/400L	49 cde	(90,8)
PRODUTO 2 500 mL/400L	34,875 b	(112,1)
PRODUTO 3 0,5 L/400L	38,125 b	(111,9)
PRODUTO 3 1 L/ 400L	60,25 fgh	(66,8)
PRODUTO 3 3 L/ 400L	68,25 ijk	(47,8)
PRODUTO 4 3 mL/L	57,625 fg	(72,1)
PRODUTO 4 5 mL/L	47,375 bc	(100,3)
PRODUTO 4 7 mL/L	50,75 cde	(92,6)
PRODUTO 5 3 g/L	63,125 ghi	(55,8)
PRODUTO 5 5 g/L	56,125 ef	(77,4)
PRODUTO 5 7 g/L	54,125 def	(81,9)
PRODUTO 6 3 g/L	66,75 ijk	(47,4)
PRODUTO 6 5 g/L	55,375 def	(79,1)
PRODUTO 6 7 g/L	54,125 def	(81,9)
PRODUTO 7 3 mL/L	76,25 klm	(31,6)
PRODUTO 7 5 mL/L	67,125 ijk	(47,8)
PRODUTO 7 7 mL/L	53,5 hij	(54,4)
PRODUTO 8 8 mL/L	70,75 jkl	(38,2)

PRODUTO 8 10 mL/L	79,75 lm	(25,9)
PRODUTO 8 12 mL/L	92,75 mn	(16,5)
PRODUTO 9 3 mL/L	100 n	(8,5)
PRODUTO 9 5 mL/L	100 n	(8,5)
PRODUTO 9 7 mL/L	100 n	(8,5)

*Valores seguidos da mesma letra na coluna não apresentam diferença estatística entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Porcentagem de inibição do crescimento micelial (P.I.C.). Valores do Rank inversamente proporcionais a P.I.C.

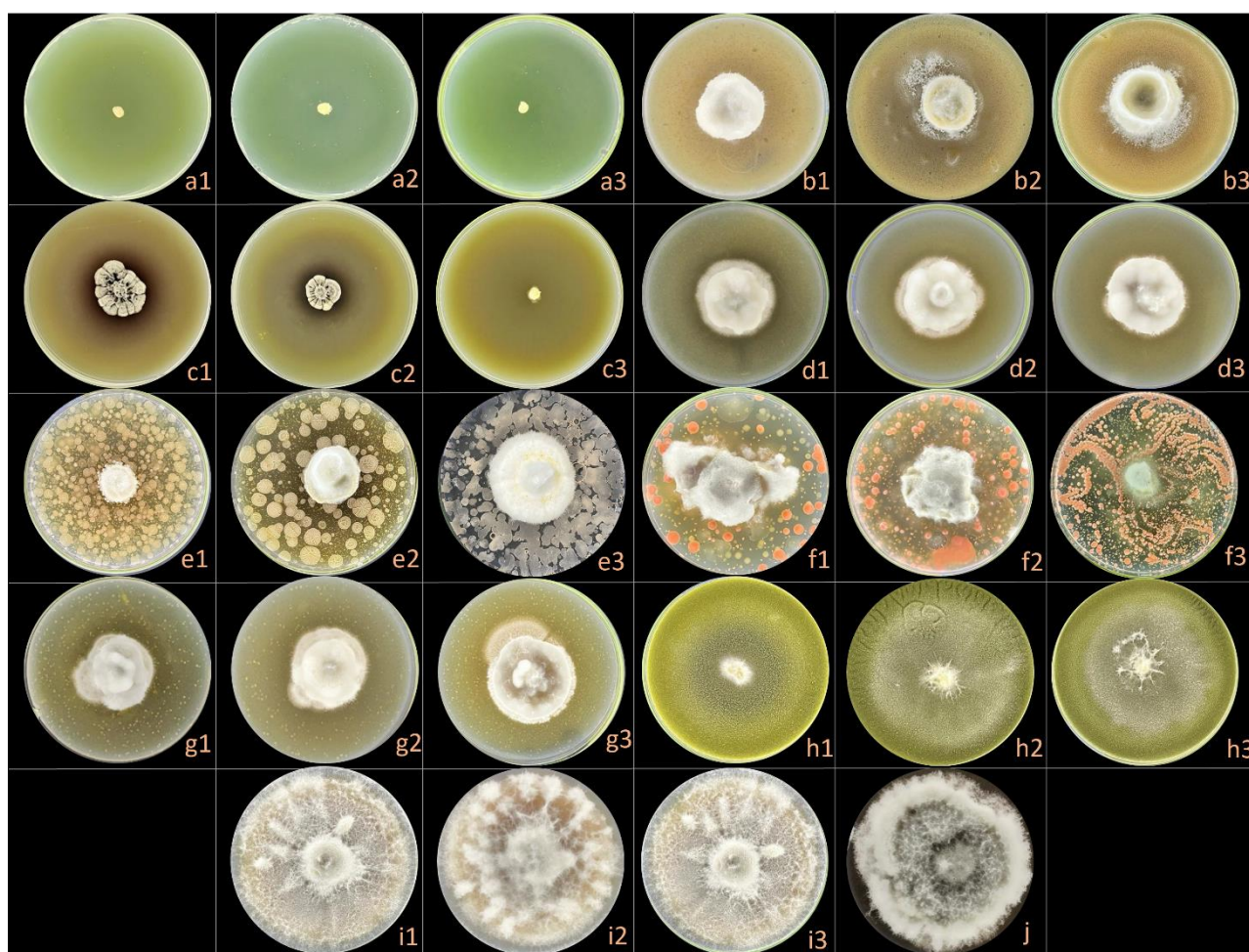


Figura 3. Anverso da placa de Petri. a1) Produto 9 - 3 mL/L; a2) Produto 9 - 5 mL/L; a3) Produto 9 - 7 mL/L; b1) Produto 4 - 3 mL/L; b2) Produto 4 - 7 mL/L; b3) Produto 4 - 5 mL/L; c1) Produto 8 - 8 mL/L; c2) Produto 8 - 10 mL/L; c3) Produto 8 - 12 mL/L; d1) Produto 6 - 3 g/L; d2) Produto 6 - 5 g/L; d3) Produto 6 - 7 g/L; e1) Produto 7 - 3 mL/L; e2) Produto 7 - 5 mL/L; e3) Produto 7 - 7 mL/L; f1) Produto 3 - 0,5 L/400L; f2) Produto 3 - 1 L/400L; f3) Produto 3 - 3 L/400L; g1) Produto 5 - 3 g/L; g2) Produto 5 - 5 g/L; g3) Produto 5 - 7 g/L; h1) Produto 2 - 100 mL/400L; h2) Produto 2 - 300 mL/400L; h3) Produto 2 - 500 mL/400L; i1) Produto 1 - 10 mL/L; i2) Produto 1 - 16 mL/L; i3) Produto 1 - 23 mL/L; j) Controle.

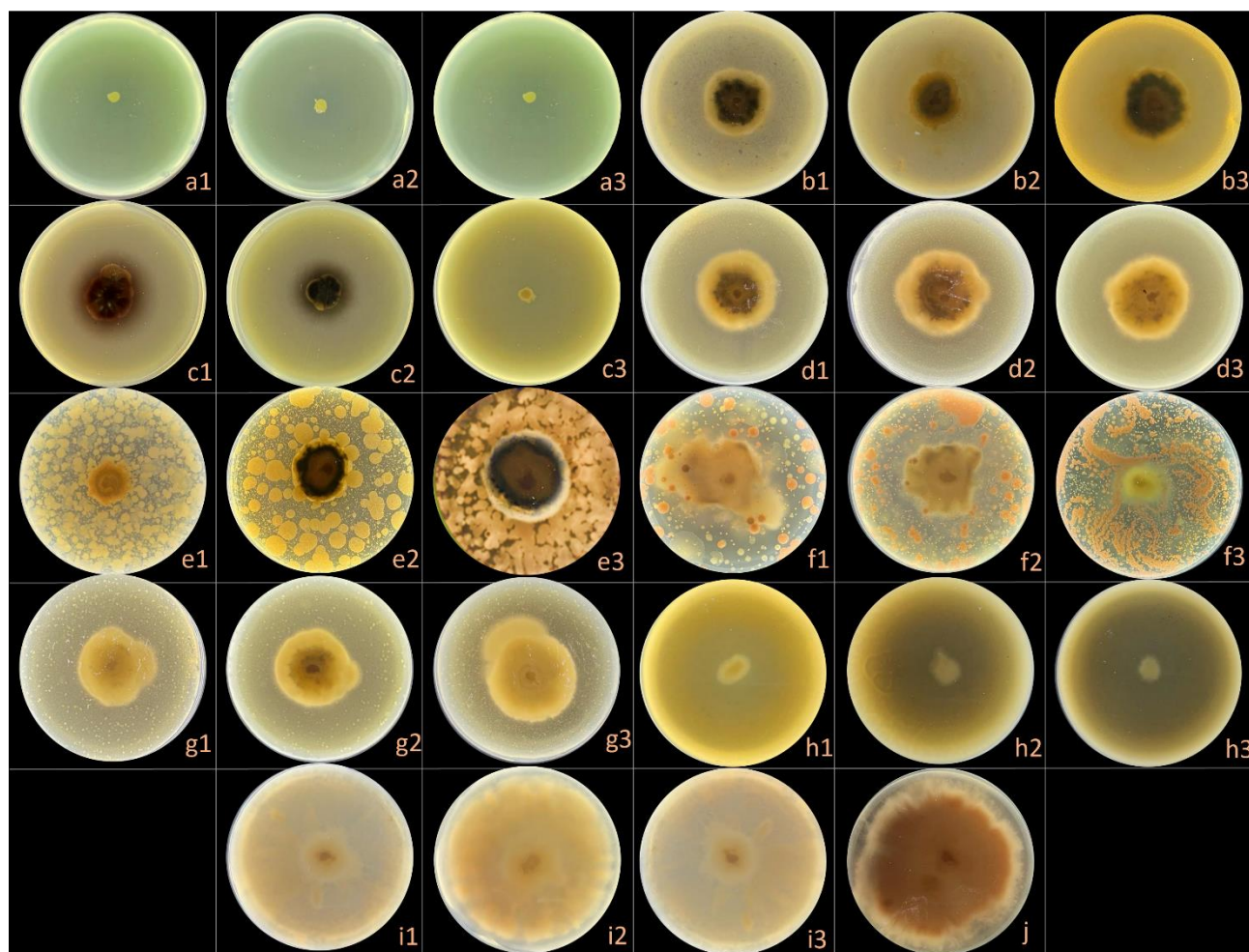


Figura 4. Reverso da placa de Petri. a1) Produto 9 - 3 mL/L; a2) Produto 9 - 5 mL/L; a3) Produto 9 - 7 mL/L; b1) Produto 4 - 3 mL/L; b2) Produto 4 - 7 mL/L; b3) Produto 4 - 5 mL/L; c1) Produto 8 - 8 mL/L; c2) Produto 8 - 10 mL/L; c3) Produto 8 - 12 mL/L; d1) Produto 6 - 3 g/L; d2) Produto 6 - 5 g/L; d3) Produto 6 - 7 g/L; e1) Produto 7 - 3 mL/L; e2) Produto 7 - 5 mL/L; e3) Produto 7 - 7 mL/L; f1) Produto 3 - 0,5 L/400L; f2) Produto 3 - 1 L/400L; f3) Produto 3 - 3 L/400L; g1) Produto 5 - 3 g/L; g2) Produto 5 - 5 g/L; g3) Produto 5 - 7 g/L; h1) Produto 2 - 100 mL/400L; h2) Produto 2 - 300 mL/400L; h3) Produto 2 - 500 mL/400L; i1) Produto 1 - 10 mL/L; i2) Produto 1 - 16 mL/L; i3) Produto 1 - 23 mL/L; j) Controle.

5 DISCUSSÃO

5.1 Ensaio *in vitro*

Constatou-se que o produto 9 apresentou a melhor ação, isso pode ter ocorrido devido à presença, em sua composição, do íon cúprico como princípio ativo. À nível da membrana celular do fungo, o cobre acarreta a desnaturação de proteínas estruturais e enzimáticas, e altera a semipermeabilidade da membrana. Logo, em virtude da presença dessas moléculas dentro das células, ocorre a interferência em inúmeras reações enzimáticas, gerando um bloqueio na atividade respiratória inibindo a germinação dos esporos. Em adição a isto, é improvável que uma resistência dos patógenos ao cobre se desenvolva devido ao modo de ação multissítio dos íons de cobre (LA TORRE *et al.*, 2018; FREIRES *et al.*, 2022).

No que tange aos produtos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que possuem como princípio ativo metabólitos secundários e enzimas produzidos, em sua grande maioria, por bactérias do gênero *Bacillus*, assim como as próprias bactérias desse gênero, apresentaram alta e moderadas taxas de inibição micelial. Outros trabalhos relataram várias espécies de *Bacillus* como sintetizadoras de antibióticos podendo, ainda, secretar metabólitos importantes como enzimas aminolíticas e enzimas proteolíticas (Bettiol & Ghini, 1995).

Segundo Lanna, Ferro & Pinho (2010), o gênero *Bacillus* se destaca por formar endósporo e apresentar uma variedade de mecanismos antagônicos, possibilitando dessa forma, a sua longa manutenção e sobrevivência, com grande versatilidade nos mecanismos de ação para contornar as defesas dos fitopatógenos. Sendo a espécie *B. subtilis* a que mais se destaca como agente de biocontrole. Ratificando os resultados obtidos de modo que houve inibição moderada do crescimento micelial do fungo, carecendo de mais estudos a fim de observar um espectro maior nos valores, e efeitos de outras doses, uma vez que as dosagens influenciaram nos resultados obtidos.

No produto 6 ainda é possível destacar as bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*, microrganismos presentes em sua composição. Esses microrganismos possuem propriedades inibitórias contra outras bactérias e fungos. No que concerne ao *Lactobacillus plantarum*, a inibição se dá devido à produção de uma substância fungicida chamada plantaricina. Acerca da bactéria *Enterococcus faecium*, o efeito se dá pela produção de ácido láctico que pode inibir bactérias e fungos fitopatogênicos, tendo sido recomendado para aumentar a segurança alimentar em pós-colheita (NASCIMENTO *et al.*, 2016; FHOULA *et al.*, 2013; ROSELLÓ *et al.*, 2013).

Não obstante, os resultados obtidos com o produto 2, mostraram que nas dosagens testadas não ocorreu inibição significativa em comparação à testemunha, sendo possível

observar um crescimento mútuo dos fungos na placa de Petri. O produto tem como princípio ativo o fungo *Trichoderma asperellum*, cujo gênero tem sido muito estudado e relatado na literatura como efetivos biocontroladores de fungos fitopatogênicos, dentre os quais estão vários fungos habitantes do solo (VINALE *et al.*, 2008).

Os mecanismos de biocontrole empregados por *Trichoderma* spp. podem estar relacionadas às interações com o patógeno através de micoparasitismo, competição ou antibiose (com a produção de vários metabólitos e enzimas), assim como são capazes de reforçar os sistemas de defesa da planta contra o patógeno. Além disso, *Trichoderma* spp. pode aumentar o crescimento das plantas, produzindo moléculas como fitohormônios (GUZMÁN-GUZMÁN *et al.*, 2023; SILVESTRE *et al.*, 2023). Ensaio experimentais presentes na literatura elucidam que espécies do gênero *Trichoderma* spp. tem a capacidade de inibir o crescimento de *F. oxysporum* f. sp *ciceris* pela produção de metabolitos não voláteis (DUBEY *et al.*, 2007).

Porém, não apresentaram alta eficiência no controle do *F. falciforme* no presente estudo, como no estudo realizado por Chagas Junior *et al.* (2018), no qual isolados de *Trichoderma* spp. apresentaram eficiência de inibição para um fitopatógeno e se mostraram ineficientes para outros, onde alguns isolados foram eficientes para *S. rolfsii* e ineficientes para o *Fusarium* sp.. Segundo Chagas Junior *et al.* (2018), fungos apresentam maior ou menor agressividade no controle de fitopatógenos de solo a depender da atividade de defesa que estes exercem, da estrutura física deles, além da produção de substâncias inibitórias.

O produto 1 foi o único produto que não apresentou inibição de *F. falciforme* nas dosagens testadas, não anulando a possibilidade de apresentar eficácia em outras dosagens não avaliadas neste estudo.

Os produtos alternativos em questão podem auxiliar na redução micelial de fungos fitopatógenos como o *F. falciforme*. Os resultados destacam a necessidade de realização de mais pesquisas sobre a eficácia desses produtos alternativos *in vivo*, além da avaliação de outras dosagens. As táticas de biocontrole exercidas pelos microrganismos, assim como enzimas e moléculas específicas (metabólitos secundários) tem a capacidade de redução de crescimento micelial *in vitro*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos alternativos 8 e 9 foram os que mais inibiram o crescimento micelial, sendo a porcentagem de inibição de 100 e 97%, respectivamente.

Os produtos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 possuem potencial para inibir o *F. falciforme*, tendo apresentado resultados de inibição moderados. O Produto 1 não foi eficiente para o controle *in vitro* de *F. falciforme* nas condições testadas.

No entanto, é imprescindível que sejam realizados outros estudos com um espectro maior de dosagens, tendo em vista que houve variação na eficiência em virtude dos valores de doses testados para cada produto, assim como, verificar a eficácia *in vivo*, para então serem indicados como alternativas para o manejo do patógeno em culturas afetadas.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS (Brasília/Df). **Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados**. Painéis de exportação. 2023. Disponível em: <https://abrafrutas.org/dados-estatisticos/>. Acesso em: 08 abril. 2024.
- AGROFIT – Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: < https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons >. Acessado em 15 de Abr. de 2024.
- ANUÁRIO Brasileiro de HORTI & FRUTI. 2023. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2023/>. Acesso em: 08 abril. 2024.
- ARAÚJO, Maria Bruna Medeiros. **SPECIES OF *Fusarium* CAUSING PEDUNCULAR ROT IN MELON IN BRAZIL AND ALTERNATIVE MANAGEMENT METHOD**. 2020. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.
- ARAÚJO, Maria B. Medeiros; MOREIRA, Gláucia M.; NASCIMENTO, Luan Vítor; NOGUEIRA, Geovane de Almeida; NASCIMENTO, Selma Rogéria de C.; PFENNING, Ludwig H.; AMBRÓSIO, Márcia Michelle de Q. *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, [S.L.], v. 70, n. 3, p. 712-721, 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.13328>.
- BARBOSA, Maria Angélica Guimarães; TERAPO, Daniel; BATISTA, Diógenes da Cruz (org.). **Sistema de Produção de Melão: doenças. Doenças**. 2010. Disponível em: http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/doencas.html. Acesso em: 08 dez. 2023.
- BETTIOL, W. & Ghini, R. Controle biológico. In A. Bergamin, H. Kimati & L. Amorim. (1995). **Manual de fitopatologia.: Princípios e conceitos** (3 ed., vol. 1, pp. 717-727) São Paulo: Agronômica Ceres.
- CARDOSO, Acleide Maria Santos. **ESPÉCIES DE *Fusarium* ASSOCIADAS A CUCURBITÁCEAS NO BRASIL**. 2019. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitopatologia, Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019. Cap. 1.

CEPEDA, MEG, ARIZPE, AS, VÁZQUEZ, JLA, MORALES, JCR, & DEL ÁNGEL, EC (2020). Controle de *fusarium verticillioides* (saccardo) nirenberg em genótipos de milho (zea mays l.) Com trichoderma harzianum rifai, bacillus subtilis (jansen) e cobre em estufa. *Jornal Europeu de Ciências Físicas e Agrícolas* Vol , 8 (1).

CHAGAS JUNIOR, Aloisio Freitas *et al.* AÇÃO DE Trichoderma spp. NO CONTROLE DE *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* E *Sclerotium rolfsii*. **Agri-Environmental Sciences**, Palmas-To, v. 4, n. 2, p. 9-15, 2018.

COSTA, João Manuel Barreto da. **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELOEIRO (Cucumis melo L.)**. 2019. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-Rn, 2019.

DUBEY, S. C., SURESH, M. & SINGH, B. (2007). Evaluation of Trichoderma species against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilt. *Biological Control*, 40(1), 118-127. doi: 10.1016/j.biocontrol.2006.06.006

EFSA (European Food Safety Authority). (2018). **Modification of the existing maximum residue levels for imazalil in various commodities**. *EFSA Journal*. 16(6).

EVANGELISTA, L. F. B.; ALMEIDA, B. de H. ; LUZ , K. S. da S. ; SOUZA, D. C. S. de .; PINHEIRO FILHO , J. B.; SOUZA, P. A. de. Alternative controls in the management of rot by *Fusarium* sp. in melon post-harvest: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. e34811931940, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i9.31940. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31940>. Acesso em: 10 nov. 2022.

FHOULA, I.; NAJJARI, A.; TURKI, Y.; JABALLAH, S.; BOUDABOUS, A.; OUZARI, H. Diversity and Antimicrobial Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Rhizosphere of Olive Trees and Desert Truffles of Tunisia. **BioMedResearch International**, 14 p, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1155/2013/405708> >. Acesso em 08 abril. 2024

FIGUEIREDO, F.R.A., FREIRES, A.L.A., DA SILVA, I.V.P. *et al.* Resistance inducers increase melon defenses against root rot. **J Plant Pathol** 105, 1065–1075 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42161-023-01442-w>

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>.

GORDON, Thomas R.; SWETT, Cassandra L.; WINGFIELD, Michael J.. Management of *Fusarium* diseases affecting conifers. **Crop Protection**, [S.L.], v. 73, p. 28-39, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.018>

GUZMÁN-GUZMÁN, P., KUMAR, A., DE LOS SANTOSVILLALOBOS, S., PARRA-COTA, F. I., OROZCOMOSQUEDA, M. DEL C., FADIJI, A. E., HYDER, S., BABALOLA, O. O., & SANTOYO, G. (2023). Trichoderma species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases - a review. **Plants**, 12(3), 432. doi: 10.3390/plants12030432

HUSAINI, Amjad M.; SAKINA, Aafreen; CAMBAY, Souliha R. Host–Pathogen Interaction in *Fusarium oxysporum* Infections: where do we stand?. **Molecular Plant-Microbe Interactions®**, [S.L.], v. 31, n. 9, p. 889-898, set. 2018. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/mpmi-12-17-0302-cr>.

Jl, F. et al. Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: A review. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2019.

KFOURY, M. et al. Solubility, photostability and antifungal activity of phenylpropanoids encapsulated in cyclodextrins. **Food Chemistry**, v. 196, n. 1, p. 518- 525, 2016.

KIPNGENO, P., LOSENGE, T., MAINA, N., KAHANGI, E., & JUMA, P. (2015). Efficacy of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma asperellum* against *Pythium aphanidermatum* in tomatoes. **Biological Control**, 90, 92-95.

LANNA FILHO, R., Ferro, H. M. & Pinho, R. S. C. (2010). **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis***. Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, 4(2), 12-20.

LA TORRE, A.; IOVINO, V.; CARADONIA, F. Copper in plant protection: current situation and prospects. **Phytopathologia Mediterranea**, [S. l.], v. 57, n. 2, p. 201–236, 2018. DOI: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-23407. Disponível em: <https://oajournals.fupress.net/index.php/pm/article/view/5762>. Acesso em: 8 apr. 2024

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* Laboratory Manual**. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2006.

LIMA, E.N., OSTER, A.H., BORDALLO, P.N., DE ARAÚJO, A.A.C., DA SILVA, D.E.M. & LIMA, C.S. (2021). A novel lineage in the *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex is one of the causal agents of Fusarium rot on melon fruits in northeast Brazil. **Plant Pathology**. <https://doi.org/10.1111/ppa.13271>

LOPES, Ueder Pedro; MICHEREFF, Sami Jorge. **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos**. Recife: Editora da Ufrpe, 2018. 208 p.

LUCAS, S. S. G.; FREITAS, C. E. G. de; MENESES, D. N. N.; FREIRE, V. E. B.; SOUZA, S. H. N.; ASSUNÇÃO, M. C.; SOUZA JUNIOR, F. J. C.. FUSARIOSE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: impacto e danos em culturas agrícolas. **Avanços da Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas: Conjunturas da Ciências Agrárias**, [S.L.], p. 21-41, 2023. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/231114945>.

MEDEIROS, Flávio Henrique Vasconcelos de; SILVA, Júlio Carlos Pereira da; PASCHOLATI, Sérgio Florentino. CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMON FILHO, Armando (ed.). **MANUAL DE FITOPATOLOGIA: volume 1 princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino - Mg: Agrônômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 17. p. 261-272.

MICHEREFF, Sami J. *et al* (ed.). **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**: controle biológico de doenças radiculares. Controle biológico de doenças radiculares. 2005. Disponível em: <https://ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Michereff-et-al.-2005.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

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.

O'DONNELL, K. Molecular phylogeny of the *Nectria haematococca* - *Fusarium solani* species complex. **Mycologia**, v. 92, n. 5, p. 919-938, 2000.

ROSELLÓ, G.; BONATERRA, A.; FRANCÉS,J.;MONTESINOS, L;. BADOSA, E; MONTESINOS,E. Biological control of fire blight of apple and pearwith antagonistic *Lactobacillus plantarum*. **EuropeanJournal of Plant Pathology** , v. 137, n. 3, p. 621-633, 2013.

RUFINO, C. P. B.; DE ARAÚJO, C. S.; NOGUEIRA, S. R. DESAFIOS NA UTILIZAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS NA AMAZÔNIA. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological** , [S. l.], v. 5, n. 1, 2018.

Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEETT/article/view/1474>. Acesso em: 13 abr. 2024

SILVA, S. G., COSTA, M. M., CARDOSO, A. M., NASCIMENTO, L. V., BARROSO, K. A., NUNES, G. H., ... & AMBRÓSIO, M. M. (2023). *Fusarium falciforme* and *Fusarium suttonianum* cause root rot of melon in Brazil. **Plant Pathology**, 72(4), 721-730.

SMITH, SN. et al. Uma visão geral dos aspectos ecológicos e de habitat no gênero *Fusarium* com ênfase especial nas formas patogênicas transmitidas pelo solo. **Boletim de Patologia Vegetal**, v. 16, n. 3, pág. 97-120, 2007.

SILVESTRE, K. do C.; SILVA, I. F. da; RIBEIRO, N. R.; SOARES, M. R. C.; BALBI-PEÑA, M. I. Influência da aplicação de biofertilizantes no controle da podridão radicular seca e da murcha de *Fusarium* e no crescimento de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 44, n. 3, p. 1225–1244, 2023. DOI: 10.5433/1679-0359.2023v44n3p1225. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/46583>. Acesso em: 8 abr. 2024.

TERAO, Daniel; OLIVEIRA, Sônia Maria Alves de; VIANA, Francisco Marto Pinto; SARAIVA, Armando César Macedo. Estratégias de Controle de Podridões em Pós-Colheita de Melão: uma Revisão. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, Ce, v. 1, n. 56, p. 9-56, 2008.

VINALE, F., SIVASITHAMPARAM. K., GHISALBERTI, E. L., MARRA, R., WOO, S. L. & LORITO, M. (2008). Trichoderma-plant-pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry*, 40(1), 1-10. doi: 10.1016/j.soilbio.2007.07.002

ZAIM, S., BEKKAR, A. A., & BELABID, L. (2018). Efficacy of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* combination on chickpea *Fusarium* wilt caused by *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, 51(3–4), 217–226. <https://doi.org/10.1080/03235408.2018.1447896>