

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**  
**MAIZA KATRINNE HONÓRIO SOUZA**

**ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS NO CONTROLE DA GOMOSE EM ROSA DO  
DESERTO**

**CERES – GO**  
**2024**

**MAIZA KATRINNE HONÓRIO SOUZA**

**ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS NO CONTROLE DA GOMOSE EM ROSA DO  
DESERTO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em agronomia, sob orientação da Prof. Dr. Mônica Lau da Silva Marques.

**CERES – GO  
2024**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

S729e Souza, Maiza Katrinne Honório Souza  
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS NO CONTROLE DA GOMOSE EM  
ROSA DO DESERTO / Maiza Katrinne Honório Souza  
Souza; orientadora Mônica Lau da Silva Marques. --  
Ceres, 2024.  
19 p.

Tese (Doutorado em Bacharelado em Agronomia) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2024.

1. Fitopatologia. 2. Fungo. 3. Phytophthora sp..  
4. Métodos alternativos. 5. Adenium obesum. I. Lau  
da Silva Marques, Mônica, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autora: Maíza Katrinne Honório Souza

Matrícula: 2019103200240102

Título do Trabalho: Estratégias sustentáveis no controle da gomose em rosa do deserto

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 06 de Fevereiro de 2024.

*Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

*Assinatura eletrônica do orientador*

Documento assinado eletronicamente por:

- Maiza Katrinne Honório Souza, 2019103200240102 - Discente, em 06/02/2024 18:57:03.
- Monica Lau da Silva Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/02/2024 16:56:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/02/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 569634  
Código de Autenticação: c959e16da2



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Ceres

Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, 03, Zona Rural, CERES / GO, CEP 76300-000

(62) 3307-7100

## **AGRADECIMENTOS**

*Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso deste trabalho.*

*A Deus, pela força, sabedoria e orientação divina ao longo deste caminho. Sua presença constante foi a luz que iluminou os momentos mais difíceis, e sua graça foi a fonte de inspiração que me impulsionou a persistir.*

*À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e compreensão durante os períodos desafiadores. Cada membro da minha família desempenhou um papel vital nesta jornada, e sou profundamente grato por sua paciência e incentivo.*

*À minha orientadora, Mônica Lau, pela orientação sábia, incentivo constante e expertise acadêmica que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e comprometimento foram inspiradores, e sou grato pela oportunidade de aprender sob sua orientação.*

*Além disso, expresso minha gratidão a todos os amigos, colegas e professores que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento acadêmico e pessoal.*

*“Pensar é perigoso. Não pensar é mais perigoso ainda”.*

*Hannah Arendt*

## RESUMO

*Adenium obesum* Forssk., popularmente chamada de rosa do deserto, é uma planta que faz parte da família Apocynaceae e tem origem na região subsaariana da África. As plantas ornamentais podem sofrer com doenças decorrentes de condições específicas de cultivo, e os fungos são um dos principais agentes causadores de danos nessa cultura. Posto isso, objetivou-se com esse trabalho identificar estratégias eficazes visando o manejo da gomose (*Phytophthora* sp.) oferecendo novas abordagens para o controle da doença, como, óleo de neem, extrato aquoso de pimenta "saco de velho", óleo de mamona, óleo essencial de cravo-da-índia e grafeno. O fungo foi isolado em placa de petri de diâmetro de 90 cm e cultivado com meio de cultura BDA (Ágar Dextrose de Batata), o preparo das soluções foi feito com conversões estando essas soluções de cada tratamento em uma concentração de 80 µl/ml. Os estudos concluíram que o óleo essencial de cravo-da-índia e o nano material de carbono, grafeno, foram os mais eficazes na inibição do crescimento micelial do fungo.

**Palavras-chave:** Fitopatologia. Fungo. *Phytophthora* sp. Métodos alternativos. *Adenium obesum*.



## ABSTRACT

*Adenium obesum* Forssk., popularly called desert rose, is a plant that is part of the Apocynaceae family and originates in the sub-Saharan region of Africa. Ornamental plants can suffer from diseases resulting from specific growing conditions, and fungi are one of the main agents causing damage to this crop. That being said, the aim of this work was to identify effective strategies aimed at managing gummosis (*Phytophthora* sp.) by offering new approaches to control the disease, such as neem oil, aqueous extract of "old man's bag" pepper, castor oil, clove essential oil and graphene. The fungus was isolated in a petri dish with a diameter of 90 cm and cultivated with PDA culture medium (Potato Dextrose Agar). The solutions were prepared with conversions, with these solutions from each treatment at a concentration of 80 µl/ml. The studies concluded that clove essential oil and the carbon nanomaterial, graphene, were the most effective in inhibiting the mycelial growth of the fungus.

**Keywords:** Phytopathology, Fungus, *Phytophthora* sp., Alternative methods, *Adenium obesum*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – rosa do deserto atacada com a gomose ( <i>Phytophthora</i> sp.).....	07
Figura 2 – os tratamentos sendo preparado na câmara de fluxo laminar.....	07
Figura 3 – diâmetro da colônia de <i>Phytophthora</i> sp., aos 15 dias de inoculação do tratamento controle e do de melhor inibição.....	08

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – crescimento micelial da gomose (<i>Phytophthora</i> sp.) da rosa do deserto sob diferentes métodos alternativos.....</b>	<b>08</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	02
MATERIAL E MÉTODOS .....	05
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	07
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	15

## **Estratégias sustentáveis no controle da gomose em rosa do deserto**

### **Sustainable strategies for controlling gomosis in desert rose**

**Maiza Katrinne Honório Souza**

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Ceres

Endereço: Ceres - Goiás, Brasil

E-mail: maizahonorio@hotmail.com

**Mônica Lau da Silva Marques**

Doutora em Agronomia – Agricultura

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Ceres

Endereço: Ceres - Goiás, Brasil

E-mail: mônica.lau@ifgoiano.edu.br

#### **RESUMO**

*Adenium obesum* Forssk., popularmente chamada de rosa do deserto, é uma planta que faz parte da família Apocynaceae e tem origem na região subsaariana da África. As plantas ornamentais podem sofrer com doenças decorrentes de condições específicas de cultivo, e os fungos são um dos principais agentes causadores de danos nessa cultura. Posto isso, objetivou-se com esse trabalho identificar estratégias eficazes visando o manejo da gomose (*Phytophthora* sp.) oferecendo novas abordagens para o controle da doença, como, óleo de neem, extrato aquoso de pimenta "saco de velho", óleo de mamona, óleo essencial de cravo-da-índia e grafeno. O fungo foi isolado em placa de petri de diâmetro de 90 cm e cultivado com meio de cultura BDA (Ágar Dextrose de Batata), o preparo das soluções foi feito com conversões estando essas soluções de cada tratamento em uma concentração de 80 µl/ml. Os estudos concluíram que o óleo essencial de cravo-da-índia e o nano material de carbono, grafeno, foram os mais eficazes na inibição do crescimento micelial do fungo.

**Palavras-chave:** fitopatologia, fungo, *Phytophthora* sp., métodos alternativos, *Adenium obesum*.

#### **ABSTRACT**

*Adenium obesum* Forssk., popularly called desert rose, is a plant that is part of the Apocynaceae family and originates in the sub-Saharan region of Africa. Ornamental plants can suffer from diseases resulting from specific growing conditions, and fungi are one of the main agents causing damage to this crop. That being said, the aim of this work was to identify effective strategies aimed at managing gummosis (*Phytophthora* sp.) by offering new approaches to control the disease, such as neem oil, aqueous extract of "old man's bag" pepper, castor oil, clove essential oil and graphene. The fungus was isolated in a petri dish with a diameter of 90 cm and cultivated with PDA culture medium (Potato Dextrose Agar). The solutions were prepared with conversions, with these solutions from each treatment at a concentration of 80

µl/ml. The studies concluded that clove essential oil and the carbon nanomaterial, graphene, were the most effective in inhibiting the mycelial growth of the fungus.

**Keywords:** phytopathology, fungus, *Phytophthora* sp., alternative methods, *Adenium obesum*.

## INTRODUÇÃO

*Adenium obesum* Forssk., popularmente chamada de rosa do deserto, é uma planta que faz parte da família Apocynaceae e tem origem na região subsaariana da África (Colombo et al., 2017). Ela é caracterizada por ser um arbusto ou uma árvore de porte pequeno, com um caule curto e uma base espessa chamada caudex, que funciona como um órgão de reserva (Stegani et al., 2019). As folhas da rosa do deserto são dispostas em espiral e geralmente agrupadas na extremidade dos galhos (Souza et al., 2022).

Assim como outras plantas da família Apocynaceae, as flores da *Adenium obesum* Forssk, são notáveis por sua beleza exuberante e apresentam uma morfologia complexa (Colombo et al., 2018). Devido às suas características botânicas e fisiológicas, como a diversidade de cores e arranjos florais, resistência à falta de água, adaptação ao pleno sol e longevidade, a rosa do deserto, tornou-se uma planta ornamental de grande importância (Mcbride et al., 2014).

No Brasil, o mercado de flores é bastante amplo, com mais de vinte e dois mil pontos de venda e uma movimentação financeira anual em torno de R\$ 7,3 bilhões. O consumo per capita de flores varia entre os diferentes Estados brasileiros, sendo a região sudeste a que apresenta o maior destaque nesse aspecto (Ibraflor, 2017). Nos últimos anos, tem sido observada uma crescente preferência por flores e plantas que possuem características como resistência ao estresse hídrico, facilidade de manutenção e longa durabilidade, como a rosa do deserto, têm se destacado no comércio de flores (Varella et al., 2015).

Além disso, pode ser cultivada tanto em vasos como em jardins, e está disponível no mercado em diferentes tamanhos e categorias. Isso inclui mudas jovens que são destinadas como *souvenirs*, mudas floridas que são ideais para uso em vasos, plantas de porte grande e também a opção de bonsai (Mcbride et al., 2014). Contudo, de acordo com Colombo et al., (2018), devido à falta de informações científicas abrangentes, existe uma alta demanda por pesquisas sobre melhoramento genético, irrigação, adubação e controle de pragas e doenças relacionados à rosa do deserto.

As plantas ornamentais podem sofrer com doenças decorrentes de condições específicas de cultivo, e os fungos são um dos principais agentes causadores de danos nessa cultura. Sua presença pode limitar o desenvolvimento das plantas e prejudicar a produção, tornando-se um fator restritivo significativo (Pinto Junior et al., 2022). Com isso, as doenças fúngicas causam prejuízos à produção, comprometem a qualidade e a estética das plantas ornamentais, impactando diretamente o seu valor no mercado. Esses danos afetam a comercialização e a atratividade das plantas, resultando em perdas financeiras para os produtores (Sologuren & Juliatti, 2007).

A gomose é uma doença fitopatológica, caracterizada por manchas no caudex, apodrecimento do caudex da rosa do deserto, podendo se espalhar para ramos e raízes, sendo uma preocupação significativa no seu cultivo. Esta doença representa desafios importantes para a saúde e desenvolvimento das rosas do deserto. Além disso, por ser uma suculenta de regiões semiáridas, a rosa do deserto acaba ficando doente em um ambiente com excesso de umidade e alta temperatura, essas condições são favoráveis para o surgimento desse patógeno (Rocha et al., 2021).

Dessa forma, os extratos vegetais e óleos essenciais podem ser empregados como alternativas para diminuir a dependência de agrotóxicos na agricultura. Isso é relevante porque o uso excessivo de agrotóxicos está associado a problemas ambientais, como a contaminação de alimentos, solo e água (Maia, Donato & Fraga, 2015). Além disso, a exposição a esses produtos químicos pode causar intoxicação em pessoas que os manuseiam (Pereira et al., 2019). O uso indiscriminado também pode levar à resistência de fitopatógenos, prejudicando a eficácia dos agrotóxicos. Além disso, os agrotóxicos podem eliminar microrganismos benéficos presentes no solo (Kesho et al., 2020).

Frente a essa realidade, às circunstâncias atuais e ao progresso dos sistemas agroecológicos de produção, surgiu a demanda por adotar práticas agrícolas que causem menor impacto ambiental e auxiliem os métodos tradicionais de controle de pragas e doenças. Nessa busca por alternativas menos agressivas, descobriu-se que diversos extratos de plantas medicinais possuem propriedades capazes de combater fungos e bactérias (Vieira et al., 2016).

Consequentemente, o uso de produtos naturais na agricultura oferece uma série de benefícios significativos. Sendo esses, possuem uma meia-vida curta devido às suas estruturas químicas originárias da natureza, o que significa que eles são

facilmente degradados. Ao utilizar produtos naturais, esses contêm diversos princípios ativos, o risco de desenvolvimento de mecanismos de resistência é reduzido. Os produtos naturais possuem uma baixa quantidade de halogênios em suas moléculas, o que resulta em um menor risco de impacto ambiental (Melloni et al., 2021).

Outra forma alternativa inovadora que vem sendo estudada é a utilização de nanomateriais a base de carbono, como foi caso do grafeno, no controle de doenças fúngicas. Fitopatologistas têm se empenhado em encontrar formas economicamente viáveis e de baixo impacto ambiental para controlar fitopatógenos. Uma abordagem promissora é o desenvolvimento de nanomateriais que controlem esses patógenos. Esses nanomateriais possibilitam o controle preciso do momento com pequenas doses (Rai; Ingle, 2012). Sendo que, nanociência e nanotecnologia têm emergido como áreas promissoras nas últimas décadas, abrindo novas perspectivas para pesquisar os efeitos antimicrobianos das nanopartículas (Ramya Devi et al., 2012).

Com isso, nanopartículas podem ser definidas como colóides sólidos estáveis, caracterizados por seu tamanho que varia entre 10 e 1000 nanômetros, situando-se entre o micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) e o picômetro ( $\text{pm}$ ). As nanopartículas possuem dimensões tão reduzidas que resultam em uma extensa área superficial em comparação ao seu volume. Essa característica leva a um alto número de átomos presentes na superfície e na camada adjacente, tendo-se a vantagem delas se tornarem mais reativas e ter que utilizar uma dose menor e resultar em efeitos satisfatórios, no caso do grafeno no controle de fungos (Abdelghany et al., 2018).

Pesquisas prévias indicam que materiais feitos com grafeno apresentam capacidade de combater microrganismos quando entram em contato direto com as células. Esse efeito é atribuído às bordas afiadas das folhas de grafeno, que provocam vazamento de conteúdo intracelular, levando a um impacto negativo no metabolismo das células dos microrganismos (Quinteros et al., 2016). De acordo com Perreault e sua equipe em seu estudo de 2015, foi constatado que o aumento da área das folhas de grafeno está diretamente associado ao aumento da eficácia de inativação de microrganismos. Em outras palavras, quanto maior a área de superfície do grafeno, maior é a taxa de eliminação de microrganismos (Perreault et al., 2015).

Contudo, ao longo dos anos, tem havido um aumento na demanda da sociedade por produtos menos tóxicos. Isso ocorre porque o uso excessivo desses produtos químicos tem causado problemas tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana,



devido à presença de diversas substâncias químicas, sendo assim, na literatura, tem sido observado que diversos extratos vegetais possuem efeitos no controle de fungos fitopatogênicos e, conseqüentemente, influenciam na diminuição da incidência de doenças de forma indireta. Posto isto, objetivou-se com este trabalho avaliar métodos alternativos propondo o controle “*in vitro*” de *Phytophthora sp.* patógeno da gomose em rosa do deserto por meio da aplicação de óleo de neem, extrato aquoso de pimenta “saco de velho”, óleo de mamona, óleo essencial de cravo-da-índia e grafeno.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO. Utilizou-se o fungo *Phytophthora sp.*, proveniente de uma planta doente (Figura 1) do viveiro Beija-Flor, localizado na cidade de Ceres - GO para avaliação “*in vitro*” no ano de 2023. A planta doente foi levada ao Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, o fungo foi isolado em placa de petri de diâmetro de 90 cm e cultivado com meio de cultura BDA (Ágar Dextrose de Batata) para posterior repicagem e realização do experimento. Após quatro dias, foi feita a purificação do *Phytophthora sp.* para posterior utilização do mesmo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos e 5 repetições em cada tratamento, totalizando 30 unidades experimentais. Sendo: T1: Controle; T2: Óleo de neem 80 µl/ml; T3: Extrato Aquoso de pimenta “saco de velho” 80 µl/ml; T4: Óleo de mamona 80 µl/ml; T5: Óleo essencial de cravo-da-índia 80 µl/ml; T6: Grafeno 80 µl/ml.

Para o preparo das soluções de neem, óleo de mamona, óleo essencial de cravo da índia, grafeno (produto comercial) foram diluídos 10.000 µl de cada um dos produtos em 125 ml do meio de cultura esterilizado, em becker's separados, sendo-se quatro becker's, cada um contendo 125 ml de meio de cultura para cada tratamento, fazendo-se assim as conversões, estando essas soluções em uma concentração de 80 µl/ml. Para o preparo da solução do extrato aquoso de pimenta “saco de velho”, com o auxílio de um liquidificador, bateu quatro pimentas saco de velho em 1 L de água destilada, posterior a isso seguiu o mesmo procedimento dos outros tratamentos, pegou-se 10.000 µl da solução do extrato de pimenta e diluiu em 125 ml do meio de cultura esterilizado, fazendo-se assim as conversões estando

essas soluções em uma concentração de 80 µl/ml. Para o tratamento controle obteve-se apenas o meio de cultura esterilizado.

O meio de cultura utilizado foi a Batata Dextrose Ágar (BDA) da marca KASVI. O preparo do meio de cultura foi realizado adicionando-se 39g do meio de cultura (em pó) em 1L de água destilada; o mesmo foi colocado em uma autoclave para a esterilização. Após a esterilização, esperou-se um tempo até esfriar o meio e realizou a diluição dos métodos alternativos diretamente no meio, sendo utilizado para todos os tratamentos, uma concentração de 80µl/mL. Posteriormente foi vertido 25 ml de meio com o tratamento já diluído em cada placa de Petri medindo 90 cm de diâmetro, totalizando 750 milímetros de meio utilizado no experimento. A repicagem do fungo foi realizada no interior de uma Câmara de fluxo laminar (Carollo & Filho, 2016). Na Figura 2 é possível observar a repicagem do fungo feito na câmara de fluxo laminar. Dessa forma, com o auxílio de uma ponteira de 1cm, foi repicado com 1 cm de diâmetro de disco fúngico dos esporos para cada unidade experimental. As placas foram lacradas com papel filme e deixadas sobre a B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) do laboratório em temperatura de 26 °C. As medições foram realizadas a cada três dias com o auxílio de um paquímetro manual, totalizando cinco medições para cada tratamento.

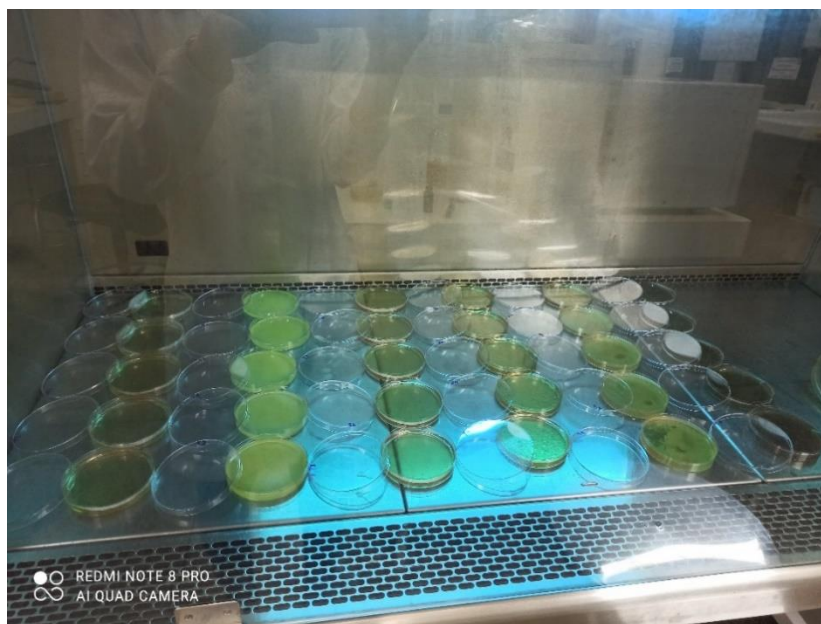
Posteriormente, foi preparado lâminas para visualizar sob um microscópio óptico as estruturas do fungo *Phytophthora sp*, no aumento de 40x no laboratório de microscopia do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, utilizando a chave de taxonomia descrita por Lee & Taylor (1992).

Todos os dados foram tabulados em aplicativo Microsoft excel versão 2021, os dados foram submetidos a (ANOVA) e teste de média Tukey a 5%, as análises estatísticas foram realizadas através do aplicativo R STUDIO, versão 4.2.2.



**Figura 1.** Rosa do deserto atacada com a gomose (*Phytophthora* sp.)

Fonte: Autores, 2023.



**Figura 2.** Os tratamentos sendo preparado na Câmara de Fluxo laminar.

Fonte: Autores, 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que houve diferença estatística referente aos diferentes métodos alternativos utilizados. Sendo assim, no que se refere ao tipo de tratamento (T 1, T 2, T 3, T 4, T 5, T 6) destacou-se o T 5 que é o óleo essencial de cravo-da-índia e o T 6 que é o grafeno, apresentaram melhor inibição do crescimento micelial que o T 1 (testemunha); T 3 (extrato aquoso de pimenta “saco de velho”) e T 4 (óleo de mamona), seguido do T 2 que é o óleo de

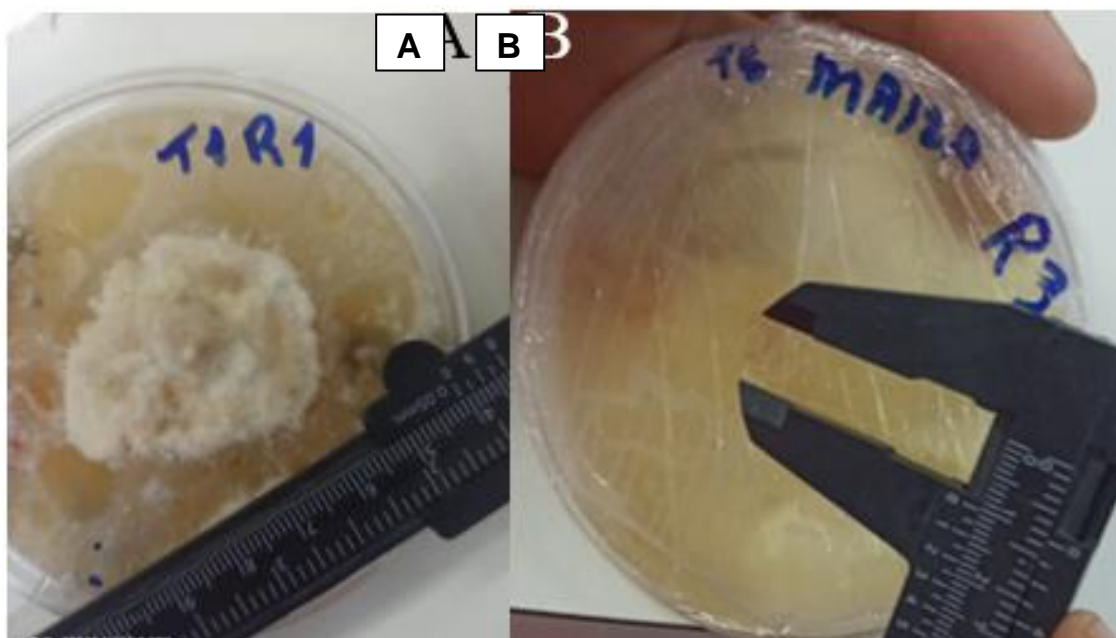
neem que apresentou uma inibição maior que os outros tratamentos, porém, a testemunha T1, o extrato aquoso de pimenta saco de velho T3 e o óleo de mamona T4 foram os que menor inibiram o crescimento micelial e não se diferiram estatisticamente entre eles.

**Tabela 1.** Crescimento micelial da gomose (*Phytophthora* sp.) da rosa do deserto sob diferentes métodos alternativos. IF Goiano, Campus Ceres – GO, 2023.

Métodos alternativos	Crescimento micelial (cm)
Testemunha	3,69c
Óleo de neem	2,59b
Extrato aquoso de pimenta saco de velho	3,82c
Óleo de mamona	3,40c
Óleo de cravo-da-índia	1,00a
Grafeno	1,46a
CV (%)	32,35
p-value	0,001

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente uma das outras em  $P < 0,05$  de acordo com o teste de Tukey.

Na Figura 3 é possível observar o diâmetro do crescimento micelial do fungo *Phytophthora* sp., no tratamento testemunha e no melhor tratamento, do óleo essencial de cravo-da-índia que inibiu 100% o crescimento micelial do fungo em placas de Petri aos 15 dias de inoculação.



**Figura 3.** Diâmetro da colônia de *Phytophthora* sp., aos 15 dias de inoculação do tratamento controle e do de melhor inibição. A – Controle, B – Óleo essencial de cravo-da-índia. Fonte: Autores, 2023.

A partir da Figura 3 é possível notar que o tratamento utilizando óleo de cravo-da-índia apresenta o menor diâmetro de crescimento micelial, percebendo-se também que nele foram inibidos 100% do crescimento micelial.

Outros trabalhos relacionados ao controle desse patógeno “*in vitro*” ainda é escasso, porém, percebe-se que o cravo-da-índia foi o melhor tratamento na inibição do crescimento micelial desse patógeno, além de inibir o crescimento em outros patógenos que atacam culturas importantes, resultados semelhantes ao que foi relatado no presente estudo foram descritos por Cristina et al. (2018) em que os métodos alternativos mais promissores sobre a redução do crescimento micelial dos fitopatógenos *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani* e *Phomopsis* sp., teve-se o cravo-da-índia, inibindo completamente o desenvolvimento de todos os fitopatógenos testados assim como no presente trabalho em que o cravo-da-índia inibiu 100% o crescimento micelial do *Phytophthora* sp.

O controle “*in vitro*” de fungos com extratos e óleos vegetais tem sido notado em vários trabalhos. Batista et al. (2022), afirmou que dentre os principais óleos essenciais, o óleo essencial do cravo-da-índia tem ação eficiente contra fungos comprovado. Isso em decorrência do eugenol, encontrado em maior quantidade no óleo essencial de cravo, demonstrar uma atividade significativa contra uma variedade de microrganismos, como por exemplo, *Phytophthora nicotianae*; *Trametes hirsuta*, *Schizophyhlis commne* e *Pycnopus sanguineus*; *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides* (Dantas et al., 2018). Importante ressaltar que um dos patógenos comprovados no trabalho de Dantas et al., (2018) foi o mesmo patógeno testado nesse trabalho, tendo-se assim resultados eficazes com o cravo-da-índia semelhantes de controle em ambos os trabalhos. Seguindo as descobertas de Mangany et al. (2015), o eugenol, devido à sua característica lipofílica, é capaz de se difundir através das membranas celulares dos fungos. Essa ação tem um efeito significativo na permeabilidade e fluidez das membranas celulares, levando à supressão do ergosterol. Conforme Loguercio-Leite et al., (2006), o ergosterol é um componente lipídico essencial encontrado na membrana celular dos fungos. Ele desempenha um papel crucial na estrutura da membrana, regulação da permeabilidade, modulação da fluidez e proteção celular. Sua ausência pode afetar a permeabilidade da membrana plasmática, desacelerar o crescimento e potencialmente inibir a síntese da quitina, um componente importante da parede

celular. Sendo assim, Santos et al. (2018), relata que a presença adequada de ergosterol é fundamental para o funcionamento normal e a integridade das células fúngicas e quando aplica o cravo-da-índia, o composto eugenol penetra nas membranas celulares e modifica o funcionamento do ergosterol.

O desempenho eficaz do óleo essencial do cravo-da-índia obtido sobre o crescimento micelial do fungo avaliado, corrobora com os resultados de Ferreira *et al.* (2020) em que os pesquisadores observaram, através de análise microscópica, que a aplicação do óleo resultou em alterações significativas nos micélios de *R. solani*, *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum*. Essas alterações incluíram desorganização dos conteúdos celulares, redução na nitidez da parede celular, fragmentação intensa e diminuição da turgência das hifas. Esses eventos indicaram degeneração celular e, como resultado, houve um controle de 100% no crescimento micelial desses fungos. Por meio desses trabalhos, nota-se que os óleos essenciais têm se mostrado eficazes no controle de fungos. Isso se deve às propriedades antifúngicas presentes em muitos óleos, que podem inibir o crescimento e a proliferação dos fungos. Os compostos ativos nos óleos essenciais penetram nas células fúngicas, afetando sua estrutura e função, levando à sua destruição.

Os resultados deste estudo, juntamente com a revisão da literatura existente, confirmam a capacidade dos compostos aromáticos de origem vegetal e o nanomateriais em agir como agentes antifúngicos no tratamento de doenças de plantas. A análise e interpretação dos dados reforçam a potencialidade desses compostos em combater infecções fúngicas, corroborando com estudos anteriores e citados neste trabalho.

Por meio desse atual trabalho e dos comparando podemos afirmar que os óleos essenciais têm o potencial de trazer uma revolução significativa para o setor agrícola. Com suas propriedades antifúngicas, antimicrobianas e inseticidas, os óleos essenciais podem desempenhar um papel fundamental no controle de pragas e doenças nas plantações, reduzindo a dependência de pesticidas químicos. Além do cravo-da-índia e o grafeno como métodos alternativos, outros óleos essenciais foram testados e demonstraram eficácia no controle de fungos, como, no estudo conduzido por Itako et al. (2021), foi avaliado o efeito dos óleos essenciais de cravo-da-índia, capim-limão, eucalipto e alecrim no desenvolvimento do patógeno *Colletotrichum* sp. em fragmentos de frutos de goiaba-serrana. Ao imergir os fragmentos dos frutos

contaminados com o patógeno em cada óleo essencial a uma concentração de 5.000 ppm por diferentes períodos de tempo (2, 4, 8, 12 e 24 horas), foi observado que o óleo essencial de cravo-da-índia apresentou o maior potencial inibitório. Especificamente, o óleo de cravo-da-índia foi capaz de inibir completamente a formação de hifas nos fragmentos durante 12 e 24 horas de imersão.

Em vista disso, o nosso estudo obteve resultados semelhantes com o de Lima, (2019) que estudou o efeito e o controle dos fungos *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina* com o óleo de cravo da Índia e esse não diferiu estatisticamente do tratamento contendo o fungicida Tiram, demonstrando assim que esse método alternativo equivale a eficácia de um fungicida químico, saindo em vantagem por ser menos tóxico para os animais e para o ambiente, dessa forma esse trabalho comparando o fungicida químico com o método alternativo do óleo essencial de cravo da Índia é muito importante, pois demonstra que a nossa pesquisa irá contribuir para que viveiristas e produtores de rosa do deserto possa utilizar um produto menos tóxico e mais fácil de manusear do que os fungicidas químicos. De acordo com a pesquisa conduzida por Ahmad et al. (2010), foi sugerido que o Eugenol, substância em maior concentração no óleo essencial do cravo-da-índia, possui propriedades antifúngicas através da capacidade de bloquear as bombas de efluxo (H<sup>+</sup>ATPase) localizadas na membrana celular dos fungos. Esse bloqueio resulta na acidificação do interior da célula fúngica, levando à inativação celular. Com isso tem-se uma explicação sobre como o óleo essencial de cravo da Índia age sobre o fungo estudado em questão e por meio desse mecanismo de ação foi possível inibir 100% o crescimento micelial do mesmo durante o experimento.

Apesar de estudos sobre o grafeno tendo ação antifúngica ser escassa, alguns autores já estudaram a eficiência de outros nanomateriais que tiveram sucesso no controle de alguns tipos de fungos, como, por exemplo, no estudo de Kim et al. (2012), foi feito para avaliar o efeito antifúngico de três tipos distintos de nanopartículas de prata em várias concentrações (10, 25, 50 e 100 ppm) no controle de dezoito espécies de fungos prejudiciais às plantas. Os resultados indicaram que a inibição completa do crescimento da maioria dos patógenos ocorreu na concentração de 100 ppm das nanopartículas. Além disso, foi observado que a taxa de inibição dos fungos está diretamente relacionada à quantidade das nanopartículas aplicadas. Confirmando os

resultados da nossa pesquisa, o uso de nanoestruturas de carbono, como o grafeno, demonstrou a capacidade de inibir o crescimento do micélio da *Phytophthora* sp.

Deste modo, assim como os nanomateriais mencionados no estudo anterior, podemos considerar o grafeno como um produto com propriedades antifúngicas, levando-se em consideração os resultados obtidos no presente trabalho. Além disso, o estudo citado enfatiza a importância da quantidade de nanopartículas aplicadas, com isso a dose escolhida neste trabalho pode ser considerada como adequada para garantir a eficácia antifúngica contra a *Phytophthora* sp., uma vez que a mesma foi capaz de inibir o crescimento micelial do fungo.

Embora não existam informações disponíveis na literatura sobre os efeitos antifúngicos específicos das nanopartículas a base de carbono em relação ao crescimento micelial de *Phytophthora* sp., o presente trabalho demonstrou que nanopartículas a base de carbono possui efeito antifúngico de quase 100% de eficácia, por meio das análises feitas neste trabalho foi possível verificar que esse produto pode ser utilizado para o controle de fungos no cenário de doenças de plantas, ademais, estudos têm mostrado resultados promissores ao utilizar outras formas de nanopartículas para combater diferentes tipos de fungos, nos estudos de Aguilar-Méndez e colaboradores (2011), esses analisaram o efeito antifúngico de nanopartículas de prata no controle “in vitro” de *Colletotrichum gloeosporioides*. Eles observaram que a aplicação das nanopartículas de prata resultou em uma redução significativa no crescimento micelial do fungo, com a inibição atingindo quase 90%, sendo semelhante a ação do nano material a base de carbono que foi utilizado nesse trabalho que obteve uma inibição de quase 100% no crescimento do fungo.

No estudo de Yahia et al. (2022), nanomateriais a base de prata demonstrou resultado antifúngico contra *Fusarium oxysporum*, tendo-se uma inibição de crescimento micelial maior que o controle positivo que foi o fungicida fluconazol. Sendo que uma das explicações que o estudo relatou é que as nanopartículas a base de prata funcionam gerando espécies reativas de oxigênio (ROS) e radicais livres, que danificam as paredes celulares, lipídios e proteínas através da desnaturação, como resultado, eles modificam a permeabilidade da membrana celular, levando a morte do patógeno.

No presente estudo, embora não tenhamos realizado testes com um grupo de controle positivo, observou-se que o nanomaterial à base de carbono apresentou uma ação



inibitória mais eficaz em comparação com os óleos à base de neem (T 2), óleo de mamona (T 4) e extrato aquoso de pimenta "saco de velho" (T 3). Isso indica que diversos nanomateriais demonstram eficácia na ação antifúngica, superando, em muitos casos, a eficácia dos fungicidas químicos convencionais e óleos frequentemente usados no controle de determinados tipos de fungos.

O óleo de neem mostrou uma diferença significativa em relação à testemunha, indicando que possui propriedades de inibição do crescimento micelial do fungo. Embora seu efeito inibitório não tenha sido tão forte quanto o grafeno e o óleo essencial de cravo-da-índia, ainda assim, foi capaz de exercer um certo grau de inibição sobre o fungo. Essa constatação pode ser corroborada ao analisarmos outros estudos nos quais o óleo de neem também demonstrou capacidade de inibir o crescimento micelial de diferentes tipos de fungos.

A aplicação da torta de neem, um subproduto resultante do processamento das sementes da planta para a extração de óleo, mostrou efeitos inibitórios no crescimento micelial de diversos fungos, incluindo o *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Colletotrichum* spp. e *Phytophthora capsici*. Em outras palavras, o uso desse material foi capaz de restringir o desenvolvimento dos micélios desses fungos, demonstrando seu potencial como um agente antifúngico eficaz (Duong et al., 2015). Nossos resultados deste estudo revelam semelhanças com relação ao desempenho do óleo de neem (T2) no controle do crescimento micelial do fungo analisado. Embora não tenha se destacado como o tratamento mais eficaz, o óleo de neem demonstrou uma capacidade inibitória em relação ao crescimento micelial do fungo, quando comparado com o grupo de controle (T 1), o extrato da pimenta "saco de velho" (T3) e o óleo de mamona (T4). Isso sugere que o óleo de neem possui uma ação inibitória contra o fungo estudado, e é possível que doses mais elevadas possam aumentar ainda mais sua eficácia no controle do crescimento micelial. No entanto, com a dose utilizada neste estudo, o óleo de neem já demonstrou sua capacidade de inibir o crescimento micelial do fungo.

Estudos sobre a composição de óleos essenciais têm mostrado que eles contêm várias moléculas bioativas. No caso específico do óleo de neem, contém substâncias como azadiractina, azadiradione, nimbin e salannin (Oliveira, 2015). Essas moléculas bioativas são responsáveis pela atividade antifúngica presente nesses óleos essenciais. Sendo assim, a capacidade do óleo essencial de neem em combater

fungos é atribuída a essas substâncias ativas presentes em sua composição (Lins et al., 2015).

Contudo, a atividade antimicotoxinas do óleo e dos extratos de neem pode ser explicada pela sua capacidade antioxidante. Isso significa que o neem possui a capacidade de combater e reduzir a ação prejudicial dos radicais livres. Essas substâncias reativas são conhecidas por causar danos celulares. O neem age neutralizando, estabilizando e desativando esses radicais livres, o que contribui para sua atividade antimicotoxinas, ou seja, sua capacidade de combater as toxinas produzidas por fungos. Ou seja, o neem age como um antioxidante, protegendo as células contra os danos causados pelos radicais livres e, assim, exerce sua ação antifúngica (Alzohairy, 2016).

Miya e Shamsi (2017) realizaram um estudo onde investigaram os efeitos do extrato aquoso de neem em diferentes concentrações de 15% e 20%, adicionado ao meio de cultivo BDA. Eles descobriram que essas concentrações foram capazes de inibir completamente o crescimento micelial e a esporulação dos fungos *Curvularia brachyspora*, *Fusarium sp.* e *Rhizopus stolonifer*. No entanto, a inibição completa do crescimento e esporulação do fungo *Phytophthora sp.*, não foi alcançada nesse presente estudo, possivelmente devido ao uso de concentrações mais baixas do óleo de neem, dessa forma, o óleo de neem mostrou-se eficaz na inibição de vários fungos, embora a sua efetividade possa variar dependendo do tipo de fungo e da concentração utilizada. Em consonância com os achados de nossa pesquisa, os resultados do estudo mencionado apresentam semelhanças. No caso do óleo de neem, observou-se uma ação inibitória sobre o crescimento do fungo, embora essa inibição não tenha sido completa. É importante destacar que a dose empregada no experimento pode ter desempenhado um papel crucial nesse resultado, como apontado pelo estudo referenciado. Assim, é plausível considerar que uma dose diferente poderia ter conduzido a uma maior eficácia do óleo de neem na inibição do crescimento do fungo. É possível afirmar que o óleo de neem tem propriedades fungicidas, mas sua eficácia varia de acordo com a quantidade aplicada.

Neste estudo atual, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo controle (testemunha) e os grupos tratados com o extrato aquoso de pimenta “saco de velho” e óleo de mamona. Isso indica que as doses utilizadas não foram suficientes para inibir o crescimento micelial do fungo

*Phytophthora* sp. Por conseguinte, seria interessante conduzir pesquisas adicionais utilizando concentrações mais elevadas para determinar a concentração mínima necessária do extrato aquoso de pimenta “saco de velho” e do óleo de mamona capaz de inibir eficazmente o crescimento micelial desse fungo.

## CONCLUSÃO

Os estudos revelaram que o óleo essencial de cravo-da-índia e o nano material à base de carbono, grafeno, demonstraram os melhores desempenhos ao inibir o crescimento micelial do *Phytophthora* sp. Em contraste, o óleo essencial de neem também apresentou resultados favoráveis, mas não recebeu tanto destaque quanto os mencionados anteriormente. Por outro lado, o extrato aquoso de pimenta “saco de velho” e o óleo de mamona não obtiveram êxito na inibição do crescimento micelial do fungo, mostrando-se ineficazes para esse propósito.

## REFERÊNCIAS

ABDELGHANY, T.M.; AL-RAJHI, A.M.H.; ABBOUD, M.A.A.; ALAWLAQI, M.M.; MAGDAH, A.G.; HELMY, E.A.N.; MABROUK, A.S. **Recent advances in green synthesis of silver nanoparticles and their applications: about future directions - a review**. BioNanoScience, v. 8, n. 1, p. 5-16, 2018.

AHMAD, A.; KHAN, A.; KHAN, L. A.; MANZOOR, N. **In vitro synergy of eugenol and methyleugenol with fluconazole against clinical Candida isolates**. Journal of Medical Microbiology, v. 59, n. 10, p. 1178–1184, 2010.

ALZOHAIRY, M.A. **Therapeutics Role of *Azadirachta indica* (Neem) and Their Active Constituents in Diseases Prevention and Treatment**. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, v. 2016, n. 1, p. 1-11, 2016.

CAROLLO, E. M., FILHO, H. P. S. (2016). **Manual Básico de Técnicas Fitopatológicas**. Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília – DF. Recuperado de: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1054670/1/CartilhaManualFito21514Hermes.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2023.

COLOMBO, RC; CRUZ, MAD; CARVALHO, DUD; HOSHINO, RT; ALVES, GAC; FARIA, RTD. **Adenium obesum como nova flor de vaso: manejo do crescimento**. Horticultura Ornamental, v.24, p.197-205, 2018.

COLOMBO, RONAN CARLOS; FAVETTA, VANESSA; CARVALHO, DEIVED UILIAN; CRUZ, MARIA APARECIDA; ROBERTO, SERGIO RUFFO; FARIA, RICARDO

TADEU. **Production of desert rose seedlings in different potting media.** Ornamental Horticulture, v. 23, n. 3, p. 250–256, 2017.

CRISTINA, CÁSSIA; PINHEIRO, CHAVES; SILVA, CAROLINE; FERNANDO, VICTOR; SILVA, ARAÚJO. **Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos em sementes de feijão caupi in vitro.** Agricultura em foco: tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais, v. 1, 2018.

DANTAS, A. M. M.; NASCIMENTO; S. R. C.; CRUZ, B. L. S.; SILVA, F. H. A.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. **Alternative control of post-harvest diseases in Tainung 1 papaya.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 48, n. 1, p. 29-35. 2018.

DUONG, D. H., NGO, X. Q., DO, D. G., LE, T. A. H., NGUYEN, V. T., & NIC, S. **Effective control of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) cake to plant parasitic nematodes and fungi in black pepper diseases in vitro.** Journal of Vietnamese Environment, 6(3), 233-238. 2015.

FERREIRA, CAROLINA FARIA; AOYAMA, ELISA MITSUKO; SOUZA, ANDREA DANTES DE; LUCIA, NARA; FORTES, PERONDI; FURLAN, ROBERTO. **Óleos essenciais e eugenol no controle in vitro de fungos fitopatogênicos de pós-colheita.** Revista Biociências, v. 26, p. 1–12, 2020.

IBRAFLOR. Instituto brasileiro de floricultura. **O mercado de flores no Brasil.** 2017. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

ITAKO, A. T. TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; RADUAN, J. L. F. P.; MATTOS, A. DO P.; SANTOS, K. L. DOS; CIOTTA, M. N. **Effect of essential oils on the development of *Colletotrichum* sp. fungus in fragments of Feijoa sellowiana fruits.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, Maringá, PR, v. 43, p. 53055-2, 23 mar. 2021.

KESHO, A.; CHALA, A.; GEBREMARIAM, ES. **Eficácia de óleos essenciais como opção de manejo contra fungos de armazenamento do trigo.** Revista Internacional de Ciências Multidisciplinares e Tecnologia Avançada, v.1, p.76-84, 2020.

KIM, S. W.; JUNG, J.H.; LAMSAL, K.; KIM, Y.S.; MIN, J.S.; LEE, Y.S. **Antifungal effects of silver nanoparticles (AgNPs) against various plant pathogenic fungi.** Mycobiology, v. 40, n. 1, p. 53-58, 2012.

LEE SB, TAYLOR JW. **Phylogeny of five fungus-like *Phytophthora* species inferred from the internal transcribed spacers of ribosomal DNA.** Molecular Biological Evolution. v.29, p.56-78,1992.

LIMA, TIAGO SILVA. **Potencial Do Óleo Essencial De Cravo Da Índia Sobre Fungos Fitopatogênicos Em Sementes De Milho.** Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, p. 10–61, 2019.

LINS, A. D. Y. F.; OLIVEIRA, M. N.; FERNANDES, V. O.; ROCHA, A. P. T.; SOUSA, R. C.; MARTINS, A. N. A.; NUNES, E. R. N. **Quantificação de compostos bioativos em erva cidreira (*Melissa officinalis* L.) e capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.]**. Gaias Cientia, v. 9, n. 1, p. 17-21, 2015.

LOGUERCIO, C.; GROPOSO, C.; DRESCHLER-SANTOS, E. R.; FIGUEIREDO, N. DE F.; GODINHO, P. DA S.; ABRÃO, R. L. **A particularidade de ser um fungo – I. Constituintes celulares**. Revista Biotemas, v.19, n. 2, p. 17-27, 2006.

MAIA, TF, DONATO, A., & FRAGA, ME. **Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 17(1), 105-116.2015.

MANGANY, M. C.; REGNIER, T.; OLIVIER, E. I. **Antimicrobial activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* isolates and their biofilms**. South African Journal of Botany, v. 99, p. 115-121, 2015.

MCBRIDE, K.; HENNY, RJ; CHEN, J.; MELLICH, TA. **Efeito da intensidade de luz e nível de nutrição no crescimento e floração de *Adenium obesum* 'Red' e 'Ice Pink'**. HortScience, v.49, n.4, p.430-433, 2014.

MELLONI, ROGÉRIO; MOREIRA DOMINGOS, MARIANA; DOS REIS FERREIRA, GUSTAVO MAGNO. **Extratos vegetais no controle do fungo *fusarium oxysporum* e seu efeito sobre fungos micorrízicos arbusculares em plantas de milho**. Revista Brasileira De Agroecologia, v. 16, n. 2, p. 132–142, 2021.

MIYA, M. D., & SHAMSI, S. In vitro evaluation of selected plant extracts and chemicals against pathogenic fungi isolated from *momordica charantia* L. **Journal of Bangladesh Academy of Sciences**, 41(1), 11-16.2017.

OLIVEIRA, D.A.B. **Uso do neem e seus componentes moleculares no controle do mosquito *Aedes aegypti***. Revista Científica do ITPAC, 8(2), 1-5. 2015.

PEREIRA, RA, COSTA, CML, LIMA, EM. **O Impacto dos agrotóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente**. Revista Extensão, 3(1), 29-37. 2019.

PERREAULT, FRANÇOIS et al. **Antimicrobial Properties of Graphene Oxide Nanosheets: Why Size Matters**. ACS Nano, v. 9, n. 7, p. 7226–7236, 28 jul. 2015.

PINTO, FERNANDO; R. BRUNA; S. LUIZ; S. FABÍOLA; S. KAROLLINE; M. LÍDIA; T. MARIA; A. SIMEONE; C. KLEBER; S. **Uso de extrato de pitanga no controle de fungo fitopatogênico em *Adenium obesum***. Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. 135, 2022.

QUINTEROS, M.A. et al. **Oxidative stress generation of silver nanoparticles in three bacterial genera and its relationship with the antimicrobial activity**. Toxicology in Vitro, v. 36, p. 216–223, out. 2016.

RAI, M.; INGLE, A. **Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests.** Applied Microbiology Biotechnology, v. 94, p. 287-293, 2012.

RAMYADEVI, J.; JEYASUBRAMANIAN, K.; MARIKANI, A.; RAJAKUMAR, G.; RAHUMAN, A.A. **Synthesis and antimicrobial activity of copper nanoparticles.** Mater Letters, v. 71, p. 114-116, 2012.

ROCHA, FERNANDO DA SILVA; FERNANDES, MARIA DE FÁTIMA GONÇALVES; PEREIRA, JAQUELINE MAGALHÃES; SILVA, JÉSSICA FERREIRA. **Manejo de doenças e pragas em rosa-do-deserto.** Cultivo e manejo da Rosa-do-Deserto, p. 139–159, 2021.

SANTOS, B. J. R., REIS, R. C., ALMEIDA, J. M., BATISTA, D. V. S., SASAKI, F. F. C. (2018). **Efeito do óleo essencial de cravo-da-índia e do revestimento à base de fécula de mandioca no controle da antracnose e nas características físico-químicas do mamão.** 12<sup>a</sup> Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura. Recuperado de: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206267/1/Efeito-do-oleo-essencial-de-cravo-da-india-e-do-revestimento-a-base-de-fecula-de.pdf>. Acesso em: 23 de julho de 2023.

SOLOGUREN, F. J., & JULIATTI, F. C. **Doenças fúngicas em plantas ornamentais em Uberlândia-MG.** Bioscience journal, 23, 42-52.2007.

SOUZA, CRISTIANE GONÇALVES; RAMOS, SABRINA MAIHAVE BARBOSA; NIETSCH, SILVIA; POSSOBOM, CLIVIA CAROLINA FIORILO; ALMEIDA, ELKA FABIANA APARECIDA; PEREIRA, MARLON CRISTIAN TOLEDO. **Viability of pollen grains and stigma receptivity in Desert Rose.** Ornamental Horticulture, v. 28, n. 1, p. 92–98, 2022.

STEGANI, VANESSA; ALVES, GUILHERME AUGUSTO CITO; DE MELO, THADEU RODRIGUES; COLOMBO, RONAN CARLOS; BIZ, GUILHERME; DE FARIA, RICARDO TADEU. **Growth of fertigated desert rose in different nitrate/ammonium proportion.** Ornamental Horticulture, v. 25, n. 1, p. 18–25, 2019.

VARELLA, T. L.; SILVA, G. M.; CRUZ, K. Z. M.; MIKOVSKI, A. I.; NUNES, J. R. S.; CARVALHO, I. F.; SILVA, M. L. **In vitro germination of desert rose varieties.** Ornamental Horticulture, v. 21, n. 2, p. 227-234, 2015.

VIEIRA, B. A. H.; PRADO, J. S. M.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas.** Brasília: EMBRAPA, 2016. p. 523-524.

YAHIA, WAFIA; ELKHAWAGA, MAIE; MAHFOUZ, AMIRA; ATTIA, MOHAMED. **Achieving Green Synthesis of Silver Nanoparticles by Aspergillus ustus**

**ON076464 for Improving Immune Response and Vegetative Growth of Pepper Plant Towards Wilt Disease caused by *Fusarium oxysporum*.** Egyptian Journal of Chemistry, v. 0, n. 0, p. 0–0, 2022.