

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO-UEMA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA BACHARELADO

ROMEU SOUSA FERREIRA

**EFEITO DO ÓLEO DE MELALEUCA NA INCIDÊNCIA DE FUNGOS E
QUALIDADE FISOLÓGICA EM SEMENTES DE ALGODÃO**

SÃO LUÍS

2024

ROMEU SOUSA FERREIRA

**EFEITO DO ÓLEO DE MELALEUCA NA INCIDÊNCIA DE FUNGOS E
QUALIDADE FISOLÓGICA EM SEMENTES DE ALGODÃO**

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia Bacharelado do Centro
de Ciências Agrárias da
Universidade Estadual do Maranhão,
como requisito para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador(a): Profa. Josiane Isabela
da Silva Rodrigues

SÃO LUÍS

2024

Ferreira, Romeu Sousa

Efeito do óleo de melaleuca na incidência de fungos e qualidade fisiológica em sementes de algodão / Romeu Sousa Ferreira. – São Luis, MA, 2024.

30 f

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Profa. Dra. Josiane Isabela da Silva Rodrigues

1.Tratamento de sementes. 2.Sanidade. 3.Vigor. I.Título.

ROMEU SOUSA FERREIRA

**EFEITO DO ÓLEO DE MELALEUCA NA INCIDÊNCIA DE FUNGOS E
QUALIDADE FISOLÓGICA EM SEMENTES DE ALGODÃO**

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia Bacharelado do Centro
de Ciências Agrárias da
Universidade Estadual do Maranhão,
como requisito para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 16/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a). Dra. Josiane Isabela da Silva Rodrigues Orientador(a)
Departamento Fitotecnia e Fitossanidade /CCA/UEMA

Prof.(a). Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues
Departamento Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

Prof. Dr. Cláudio Belmino Maia
Departamento Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

*A minha vó (in memoriam) por
sempre acreditar na educação como o caminho.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e a virgem Maria, por me dar força, proteção e sabedoria ao longo desta jornada.

Ao meu Pai José de Ribamar Santos Ferreira e minha Mãe Maria Dilma Reis Sousa, que fizeram de tudo para concretização desse sonho coletivo.

À minha família por todo apoio e incentivo aos meus estudos, principalmente por acreditarem em mim.

À Flávia Ferreira Chaves, Ma Fleur, por todo amor e carinho recebido e por estar ao meu lado nessa incrível jornada que é a vida.

À minha orientadora, Prof.^a. Dra. Josiane Isabela da Silva Rodrigues, pela confiança, orientação e amizade durante a execução desse trabalho.

À Julyanna Nascimento Ferreira, pela amizade e companheirismo durante esses anos de graduação.

Ao meu Professor e amigo Msc. Ricardo Lucas Machado Bastos por todos os ensinamentos.

À Lorrâne da Silva Rodrigues e Nayara Silva Santos pela a amizade e companheirismo nesses quase 10 anos de amizade

À Adryele Gomes Araujo, Victor Emanoel Santos Moura e Camila da Silva Costa, Líz Vitoria Pereira Araújo Oliveira pela paciência, carinho e suporte.

Aos meus queridos amigos(as): Mauricio, Juliana Gomes, Lucio Rafael, Wylk, Mariana, Igor, Raniele Sara, Beatriz e Eliza pelos momentos de alegrias e por deixarem minhas rotinas mais leves.

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, Larisse Raquel e Leonardo Gois, e do Laboratorio de semente, Júnior e Maria pelo auxilio na execução dos experimentos.

À Universidade Estadual do Maranhão, pela oportunidade de realizar o curso de Agronomia.

E a todas as outras pessoas que aqui não foram mencionadas, mas que contribuíram de alguma forma com essa jornada.

“Ninguém é tão sábio que não tenha algo pra aprender e nem
tão tolo que não tenha algo pra ensinar.”

Blaise Pascal

RESUMO

A utilização de sementes sadias e o uso de cultivares resistentes têm sido estratégias efetivas para o controle de patógenos em espécies cultivadas, sendo que o controle químico via tratamento das sementes tem sido a principal estratégia utilizada para a sanidade das sementes. Por outro lado, diferentes pesquisas têm demonstrado um efeito inibidor de certos óleos vegetais sobre fungos transmitidos por sementes, representando possíveis alternativas ao uso de agroquímicos para sanidade e/ou melhor desempenho de sementes de espécies cultivadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do óleo de melaleuca, com propriedades antimicrobianas reconhecidas popularmente, para o controle de fungos patogênicos em sementes de algodoeiro, considerando a susceptibilidade da espécie a uma variedade de fungos transmitidos por sementes. As sementes de algodoeiro da cultivar BRS Jade não tratadas e submetidas a tratamentos com fungicida (Vitavax Thiram 200 SC) (20% Carboxina + 20% Tiram (m/v)) e diferentes concentrações do óleo de melaleuca (Insitta) (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) foram analisadas quanto à incidência de fungos patogênicos, à qualidade fisiológica e ao desenvolvimento inicial das respectivas plântulas por meio dos seguintes testes e/ou análises laboratoriais: *blotter test*, emergência de plântulas em areia, primeira contagem na emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas, comprimento e massa seca da parte aérea e sistema radicular das plântulas e massa seca das plântulas. A partir dos resultados da análise estatística dos dados por ANOVA e testes de médias, pôde-se observar que o óleo de melaleuca apresentou eficácia no controle de infecções fúngicas em sementes de algodoeiro e a dosagem de 25% (v/v) foi a mais eficiente no controle dos fungos *Rhizopus stolonifer* e *Fusarium* sp., não ocasionando efeito deletério imediato na emergência e velocidade de emergência e no desenvolvimento inicial das plântulas após a emergência.

Palavras-chave: Tratamento de sementes, Sanidade, Vigor.

ABSTRACT

Healthy seeds and the use of resistant cultivars have been effective strategies for controlling pathogens in cultivated species, with chemical control through seed treatment being the main strategy employed for seed health. However, various studies have shown that certain vegetable oils have an inhibitory effect on seed-transmitted fungi, representing potential alternatives to agrochemicals for seed health and/or better performance in cultivated species. The aim of this study was to evaluate the potential of melaleuca oil, which is popularly recognized for its antimicrobial properties, in controlling pathogenic fungi in cotton seeds, considering the species' susceptibility to a variety of seed-borne fungi. Untreated cotton seeds of the BRS Jade cultivar, along with those subjected to treatments with fungicide (Vitavax Thiram 200 SC) (20% Carboxin + 20% Thiram (w/v)) and different concentrations of melaleuca oil (Insitta) (0, 25, 50, 75, and 100% (v/v)), were analyzed for the incidence of pathogenic fungi, physiological quality, and initial development of the respective seedlings through the following laboratory tests and/or analyses: blotter test, seedling emergence in sand, first count of seedling emergence, seedling emergence speed index, seedling shoot length and dry mass, root system length and dry mass, and seedling dry mass. Based on the statistical analysis of the data by ANOVA and mean tests, it was observed that melaleuca oil was effective in controlling fungal infections in cotton seeds, with the 25% (v/v) dosage being the most efficient in controlling the fungi **Rhizopus stolonifer** and **Fusarium** sp., without causing immediate detrimental effects on seedling emergence, emergence speed, or initial seedling development after emergence.

Keywords: Seed treatment. Sanity. Vigor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. A cultura do algodoeiro.....	13
2.2. Qualidade fisiológica de sementes.....	14
2.3. Doenças fúngicas em algodoeiro.....	15
2.4. Melaleuca	16
3. METODOLOGIA.....	19
3.1. Teste de sanidade	19
3.2. Emergência em areia	20
3.3. Índice de velocidade de emergência.....	21
3.4. Comprimento e massa seca da parte aérea e sistema radicular das plântulas.....	21
3.5. Análise estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas mais cultivadas no mundo, considerada uma das principais commodities agrícolas brasileiras, sendo uma importante alternativa de emprego e renda em toda sua extensa cadeia produtiva (Mayrink *et al.*, 2020). Sua fibra, considerada como seu principal produto, é utilizada na indústria têxtil; suas sementes, são fontes de óleo para alimentação humana e matéria prima em diversos setores industriais; e a torta, considerada como subproduto da semente, após extração do óleo, é utilizada em grande escala para nutrição animal. A fibra natural, produto com maior valor agregado, é empregada na fabricação de uma ampla variedade de produtos, como vestuário, têxteis, papel, cordas e embalagens. Já o línter (fibras curtas aderidas às sementes) remanescente da separação da fibra é empregado para fabricar papel moeda, algodão de farmácia, gaze e tecidos cirúrgicos (Farias *et al.*, 2022).

Em 2024, segundo o ICAC (Comitê Internacional consultivo do algodão), a produção mundial de pluma de algodão é estimada em 24,41 milhões de toneladas (ICAC, 2024). Os principais países produtores de algodão são a China, a Índia, os Estados Unidos e o Brasil. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, com uma produção de pluma estimada de 3,6 milhões de toneladas para 2023/2024, sendo o Maranhão o quinto maior estado produtor no país, com produção estimada em 54,7 mil toneladas de pluma (CONAB, 2024).

Apesar de ser uma cultura com boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, o algodoeiro precisa de atenção no manejo fitossanitário, considerando-se que muitas das cultivares são suscetíveis a diversas doenças, o que aumenta a possibilidade de aparecimento de surtos epidêmicos (Suassuna; Coutinho, 2015). Existem diversas doenças de etiologia fúngica que incidem nos algodoeiros, como aquelas que se manifestam por meio de podridões nas raízes e colo ou por tombamento das plantas, dentre outras. Essas doenças são normalmente causadas por fungos dos gêneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Colletotrichum*, *Botryodiplodia*, *Sclerotinia* e *Macrophomina*, que atuam isoladamente ou, mais frequentemente, associados.

Existem ainda fungos que causam murchas vasculares, como *Fusarium* e *Verticillium*, enquanto a maioria das doenças fúngicas ocorre nas folhas do algodoeiro e são incitadas por *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Ramularia*, *Cerotelium*, *Cercospora*, *Stemphylium*, *Phakopsora* e, casualmente, por outros fungos (Araújo; Suassuna, 2003; Juliatti; Ruano, 1997), sendo que muitos desses fungos podem estar associados e serem transmitidos via semente.

A utilização de sementes sadias e o uso de cultivares resistentes tem sido as estratégias mais efetivas para o controle de doenças, sendo que o controle químico via tratamento das sementes tem sido a principal estratégia utilizada para a sanidade das sementes (Domene *et al.*, 2016). Todavia, a procura por métodos alternativos para o tratamento das sementes tenha ganhado cada vez mais atenção por causarem menos impacto ao meio ambiente em decorrência de sua origem, sejam estes provenientes de fontes naturais como óleos e extratos vegetais ou de tratamentos assépticos, como a base de hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogênio (Pinheiro *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2017).

Diferentes pesquisadores (Araujo *et al.*, 2019; Ribeiro *et al.*, 2015; Araujo *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2006) têm demonstrado um efeito inibidor de certos óleos vegetais na microbiota das sementes cultivadas, a exemplo do óleo de canela(*Cinnamomum zeylanicum*)obre fungos *Rhizopus* sp., *Penicillium* spp., *Eurotium repens* e *Aspergillus niger* (Chalfoun *et al.*, 2004) e do óleo de licurí (*Syagrus coronata*) sobre o fungo *Fusarium oxysporum* (Oliveira *et al.*, 2020).

Essa abordagem alternativa visa não apenas atender às necessidades agrícolas por defensivos para produção agroecológica e orgânica, mas também preservar a microbiota do solo, refletindo uma busca por práticas mais sustentáveis e ecologicamente conscientes, sendo por isso crucial testar substâncias alternativas aos agroquímicos para o tratamento de sementes de algodoeiro voltado ao controle de doenças fúngicas, considerando a susceptibilidade da espécie a uma variedade de fungos transmitidos por sementes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do óleo de melaleuca, para o controle de fungos patogênicos e sanidade em sementes de algodoeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura do algodoeiro

O algodoeiro é umas das culturas mais cultivadas no mundo. Apresenta um crescimento ereto, com formato cilíndrico e ocasionalmente pentagonal, podendo ser uma planta anual ou perene. O fruto consiste em uma cápsula deiscente, contendo de três a cinco compartimentos, cada um com seis a oito sementes. Quando ainda verde, o fruto é conhecido como "maçã", enquanto, quando maduro, é chamado de capulho. Sua raiz é do tipo pivotante, e as sementes têm uma forma piriforme e oblonga. A testa da semente pode estar nua ou envolta por dois tipos de fibra: a fibra comercial e o línter aderido à semente (Beltrão; Souza, 1999).

O Brasil encontra-se em primeiro lugar em produtividade de sequeiro e junto com a China, Índia, EUA e Paquistão constituem os maiores produtores e exportadores mundiais (Abrapa, 2021). Segundo à Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, pela primeira vez, na safra 2022/2023, o Brasil alcançou o terceiro lugar no ranking de maiores produtores, sendo a área cultivada na safra 2022/23 estimada em 1.636 mil hectares, com produção estimada de 7.041,8 mil toneladas de algodão em caroço, superando os Estados Unidos (Abrapa, 2023). Referente as exportações, no mesmo levantamento, os Estados Unidos ainda se mantiveram na liderança, com 2,7 milhões de toneladas de pluma, enquanto o Brasil embarcou 2,6 milhões de toneladas (Abrapa, 2023).

Os estados do Mato Grosso e Bahia são os principais produtores de algodão no país responsáveis pela produção de 2,66 e 0,68 milhões de toneladas de pluma em 2022/2023, respectivamente (Conab, 2023). A cotonicultura tem grande importância econômica nos cerrados, onde o estado do Mato Grosso é responsável por 70% da produção total nacional, sendo que mais de 90% da área cultivada neste estado é em segunda safra, após a colheita da soja. Na região do MATOPIBA, estados como Maranhão, Piauí e Tocantins também cultivam áreas expressivas de algodão em segunda safra, sendo o Estado do Maranhão o quinto maior produtor nacional, com área de cultivo estimada em 25,6 mil hectares, com a maior produtividade média do país, de 5.208 Kg ha⁻¹ de algodão em caroço (Conab, 2023).

No Nordeste, os estados da Bahia, Ceará e Maranhão são os maiores responsáveis pela produção de algodão convencional e transgênico em escala empresarial e os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia são os responsáveis por grande parte da produção de algodão agroecológico e orgânico (Coelho,

2019). A Bahia é o maior exportador, tanto em valor como em volume (com pelo menos 72% de participação no total no período 2021-2023), seguido do Maranhão, com até 27% de participação e pelo Piauí, com representatividade entre 1% e 2% (Coelho, 2023).

O cultivo de algodão agroecológico tem sido uma alternativa sustentável para a agricultura familiar em diferentes regiões do sertão nordestino e a cadeia produtiva do algodão orgânico está em ascensão no país de forma a atender à crescente demanda por esse produto no mercado têxtil mundial. Segundo um relatório da Embrapa Algodão, a produção de algodão orgânico da safra 2018/2019 no Brasil foi de 30 toneladas, cultivadas por 600 famílias, já entre 2019 e 2020, este número subiu para 134 toneladas, cultivadas por 1.894 famílias. O cultivo do algodoeiro também pode vir a ser mais uma opção para produtores que trabalham em sistema agroflorestal, o que já está se tornando realidade em áreas próximas de Cuiabá-MT com o apoio do projeto “Floresta de Algodão” (Embrapa, 2022).

O sistema produtivo agroecológico não tem certificação própria, mas é possível ser certificado como orgânico se atender às especificações, levando-se também em conta que a semente não pode ser transgênica. No Brasil apenas 0,1% do algodão utilizado na indústria têxtil é orgânico, devido a pequena área cultivada e alto preço desse algodão, mas o crescente interesse do mercado consumidor quanto ao uso de matérias-primas, técnicas e manejos ecológicos que causam um menor impacto socioambiental tornou-se uma grande métrica que as empresas estão buscando acompanhar, sendo que algumas grandes empresas do setor da moda pretendem até 2030 ter seus produtos certificados como de origens sustentáveis (AC-UFMT, 2023).

2.2. Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade das sementes constitui um fator determinante para o êxito das culturas agrícolas. A partir de sementes com alto vigor e pureza genética, as plantas demonstram maior potencial de desenvolvimento, resultando em produtividade elevada e homogeneidade dos cultivos (Nunes et al., 2015; Lauxen et al., 2010)

A incidência de doenças pode reduzir a produtividade e causar perdas significativas na produção total das culturas. Diante desse cenário, é fundamental investir em novas tecnologias e pesquisas que visem à promoção da sanidade das espécies cultivadas e à garantia da qualidade do produto final. A produção de sementes com qualidade sanitária é um exemplo de tecnologia que pode aumentar o rendimento dessas culturas (Farias, 2017).

A adoção de técnicas que melhorem a qualidade fisiológica das sementes é essencial para otimizar o desempenho e promover a uniformidade dos plantios. A aplicação de reguladores de crescimento, por exemplo, pode acelerar a emergência e melhorar o desempenho das plântulas (Aragão et al., 2006).

2.3. Doenças fúngicas em algodoeiro

A murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum* (Atk) Snyder & Hansen, é uma das doenças mais danosas do algodoeiro. Este patógeno penetra através das raízes e coloniza o sistema vascular da planta, levando ao amarelecimento e murcha das folhas, seguido pela morte da planta. O fungo sobrevive no solo e nos resíduos das culturas, tornando o controle da doença um desafio contínuo (Mokhtari et al., 2022).

A mancha de ramulária, causada pelo fungo *Ramulariopsis gossypii* (sin. *Ramularia areola*), é também uma das doenças mais preocupantes para a cultura. É caracterizada pelo aparecimento de manchas angulares, cloróticas ou necróticas nas folhas, que podem levar à desfolha prematura, afetando a produtividade (Chitarra et al., 2021). A doença é disseminada por esporos que são transportados pelo vento e pela água. E o seu manejo envolve o uso de variedades resistentes, aplicações de fungicidas preventivos, rotação de culturas e a implementação de práticas culturais que minimizem a umidade do dossel, como o espaçamento adequado entre plantas e a irrigação controlada (Lopes et al., 2017).

O Mofo-Branco (*Verticillium dahliae*) é caracterizado por murchamento das plantas, descoloração vascular e morte prematura (Pedroso et al., 2021). O controle envolve rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, solarização do solo e aplicação de fungicidas (Abbasi et al., 2019).

A ramulose do algodoeiro é causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. Essa doença é caracterizada por manchas necróticas nas folhas, caules e vagens, além de queda prematura das folhas. As lesões podem coalescer, resultando em necrose extensa e desfolha. O manejo da ramulose inclui a utilização de variedades resistentes, práticas culturais adequadas como a remoção de resíduos de culturas infectadas, e a aplicação de fungicidas específicos. A rotação de culturas e a eliminação de plantas hospedeiras alternativas também são recomendadas para reduzir a inoculação inicial (Cia; Salgado, 1995).

O sucesso na produção agrícola de algodão é reflexo do uso de tecnologias modernas, envolvendo agricultura de precisão e o uso intensivo de insumos e defensivos agrícolas, que contribuem para uma alta produtividade em condição de sequeiro (Farias *et al.*, 2022). Sementes com alta qualidade fisiológica, sanitária e genética garantem o estabelecimento ideal da cultura, proporcionando estandes de plantas uniformes, vigorosas e livres de doenças, refletindo diretamente na produtividade, caso contrário, todo o processo pode vir a ser comprometido (Myrink *et al.*, 2020).

Os fitopatógenos podem estar associados as sementes durante toda a fase de desenvolvimento e as sementes constituem um meio eficiente de disseminação e sobrevivência desses microrganismos (Fantazzini *et al.*, 2016). Além disso o uso de sementes infectadas possibilita a introdução desses patógenos em áreas isentas, determinando o ciclo inicial da doença, infestando de forma definitiva o campo de cultivo (Chalam *et al.*, 2020).

Vários são os danos provocados por patógenos associados às sementes em algodoeiro, como deterioração de sementes, tombamento de plântulas, podridão das raízes e colo, redução do crescimento, amarelecimento, deformação, murcha e até mesmo morte das plantas infectadas. Esses danos são variáveis e dependem principalmente dos patógenos envolvidos, quantidade do inócuo inicial, variedade de algodoeiro cultivada e condições climáticas, sendo por isso imprescindível o teste de sanidade em sementes para fornecer informações aos produtores sobre a qualidade sanitária (Machado, 2012).

2.4. Melaleuca

As plantas do gênero *Melaleuca* abrangem cerca de 230 espécies, sendo a maior parte delas originária da Austrália e das Ilhas do Oceano Índico. Dentre as espécies estudadas, a *Melaleuca alternifolia* é a espécie mais conhecida e valorizada por suas propriedades bactericidas, antiviral, antifúngica, inseticida (Oliveira *et al.*, 2011) e antitumoral (Greay *et al.*, 2010).

M. alternifolia é uma planta medicinal e aromática, conhecido popularmente como a “árvore do chá”, pertencente à família Myrtaceae. Esta planta é uma espécie arbórea com casca fina, suas folhas são longas e pontiagudas e ao serem submetidas à maceração, liberam um aroma intenso. A fabricação comercial do óleo de melaleuca teve início apenas no ano de 1920, na Austrália, impulsionado por uma série de publicações feitas pelos pesquisadores Penfold e Grant, que afirmavam sua atividade antimicrobiana

(Carson *et al.*, 2006). A partir dessa época, a extração e utilização do óleo tornou-se uma prática cada vez mais comum.

A principal utilização desta planta nos dias atuais está associada à extração do óleo essencial, que é obtido principalmente pelo método de destilação por arraste a vapor ou hidrodestilação (Luiz, 2017), retirado de suas diversas partes vegetativas, principalmente das folhas. Isso, porque a maioria das glândulas secretoras de óleo estão localizadas nessa região (Oliveira *et al.*, 2011).

Apesar de a *Melaleuca alternifolia* ser nativa da Austrália, ela vem sendo cultivada em várias partes do mundo, inclusive no Brasil (Monteiro *et al.*, 2013). Porém, a área cultivada ainda é pequena, o que acaba exigindo que as indústrias importem grande parte da matéria-prima, tornando o produto final com custo elevado. A limitada produção brasileira relaciona-se com a ausência de informações técnicas e de manejo da espécie (Castro *et al.*, 2005).

As plantas desta espécie podem atingir até cinco metros de altura em média, possuem ritidoma fino, leve e flexível, folhas alongadas, pontiagudas, estreitas e alternas, suas flores são sésseis com coloração branca, que florescem no verão (Silva *et al.*, 2002).

Apresentam ótimo desenvolvimento em solos ricos em matéria orgânica, também estão adaptadas para solos úmidos, ácidos e levemente salinos. A espécie desenvolve-se bem em regiões onde as temperaturas oscilam entre 25 e 32°C. Os fatores edafoclimáticos aliados às técnicas adequadas de manejo podem contribuir com aspectos de qualidade das plantas (Colton; Murtagh, 2005) e da fração óleo. A colheita ocorre após 15 meses de cultivo, devido ao rápido crescimento de novas brotações, é possível realizar cortes anuais (Quintão, 2021).

De acordo com uma revisão sistemática realizada por Nepomoceno e Pietrobon (2020), a *Melaleuca alternifolia*, além de ser conhecida na medicina popular, foi cientificamente testada e demonstrou experimentalmente diferentes propriedades biológicas, como larvicida, repelente, aromática, inseticida, acaricida, antibacteriana e antifúngica e toxicológica sobre protozoários e nematóides (Puvača *et al.*, 2019; Souza, 2015; Lam *et al.*, 2020). Essa análise detalhada da literatura também identificou uma diversidade de pesquisas envolvendo os eixos agricultura, veterinária e agropecuária, havendo utilização experimental do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na entomologia agrícola, sobre microrganismos fitopatogênicos, em testes de vigor de sementes, na produção de mudas, além do seu potencial no tratamento de doenças que comprometem a saúde animal.

Esses estudos nas áreas das ciências agrárias podem ser relacionados à busca por propostas alternativas na agricultura, isso porque, a agricultura ao longo de sua trajetória veio sendo desenvolvida com a ampla utilização de agroquímicos, que em curto prazo trazem resultados positivos nas lavouras, mas em longo prazo contribuem para seleção de pragas e microrganismos fitopatogênicos cada vez mais resistentes às substâncias utilizadas, sem contar o alto coeficiente de poluição ambiental provocado pelos resíduos químicos (Nepomoceno; Pietrobon, 2020).

Devido aos problemas resultantes do uso intensivo de defensivos agrícolas, é crucial explorar medidas alternativas com um menor impacto ambiental para o controle de pragas e fitopatógenos nas lavouras (Pinheiro *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2017). Para amenizar essa problemática ambiental, a utilização de produtos à base de plantas medicinais e seus compostos secundários emergiu nos últimos anos como potencial alternativa para o controle de doenças e pragas em espécies cultivadas.

3. METODOLOGIA

Foram utilizadas sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*), cultivar BRS Jade, oriundas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

As sementes de algodoeiro não tratadas e submetidas a tratamentos com fungicida (Vitavax Thiram 200 SC) (20% Carboxina + 20% Tiram (m/v)) e diferentes concentrações do óleo de melaleuca (*M. alternifolia*) (Insitta) (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) foram analisadas por meio de análises laboratoriais quanto à incidência de fungos patogênicos, à qualidade fisiológica das sementes e ao desenvolvimento inicial das plântulas.

As sementes para cada tratamento foram tratadas com quantidade calda igual a 1% (1 L de calda por 100 kg de sementes) em sacos de polietileno fechados sob constante agitação por um período de 5 min.

As análises laboratoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes/CCA e Laboratório de Fitopatologia/CCA da Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo XI, São Luís, MA.

3.1. Teste de sanidade

O método utilizado para detectar os fungos nas sementes foi o de papel filtro (*blotter test*) (Brasil, 2009). Foram utilizadas 200 sementes divididas em 4 repetições de 50 sementes cada, sendo que cada repetição foi distribuída em duas caixas gerbox contendo 25 sementes cada (Figura 1).

Inicialmente, as sementes foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (a 1% por 3 min) e álcool etílico (70° INPM por 1 min), lavadas com água destilada esterilizada (ADE) e colocadas para secar em câmara de fluxo laminar. Em seguida, as sementes foram distribuídas individualmente, sob condições assépticas, em caixas gerbox contendo dupla camada de papel filtro esterilizado umedecida com 10 ml de água destilada esterilizada.

As caixas contendo as sementes foram incubadas por um período de sete dias à temperatura de 25 ± 2 °C em condições de fotoperíodo de 12 horas.

Transcorrido esse período, foi conduzida a identificação e contagem das colônias fúngicas com base em características morfológicas com o auxílio de microscópios óptico e estereoscópico e literatura especializada. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas.

Figura 1- Instalação e condução do blotter test com sementes de algodoeiro tratadas com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).



Fonte: Ferreira (2024)

3.2. Emergência em areia

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelo teste de emergência em areia e índice de velocidade de emergência (IVE). Para avaliação da emergência de plântulas, foram utilizadas 200 sementes distribuídas em quatro repetições de 50 sementes. As sementes de cada repetição foram semeadas em areia a três centímetros de profundidade. A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada ao décimo segundo dia após a data da semeadura (Figura 2). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Figura 2- Plântulas emergidas após dez dias da semeadura oriundas de sementes tratadas com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).



Fonte: Ferreira (2024)

3.3. Índice de velocidade de emergência

A avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzida ao longo da emergência das plântulas, anotando-se de 24 horas em 24 horas até o décimo segundo dia o número de plântulas que apresentam os cotilédones acima da superfície. Ao final do teste foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = \Sigma Pi / Di$, em que IVG: índice de velocidade de germinação; Pi: número de sementes germinadas no i-ésimo dia; e Di: número de dias entre a semeadura até o i-ésimo dia.

3.4. Comprimento e massa seca da parte aérea e sistema radicular das plântulas

Ao final do teste de emergência foram retiradas dez plântulas por repetição para determinação do comprimento da parte aérea e do sistema radicular (cm) (Figura 3), com régua milimetrada, e da massa seca da parte aérea, sistema radicular e plântula (mg), pelo método da estufa a 60 °C, por período aproximado de 72 horas, até a estabilização da massa seca na pesagem em balança analítica (Nakagawa, 1999).

Figura 3- Dez plântulas por parcela experimental retiradas ao término do teste de emergência em areia com sementes tratadas com óleo de melaleuca (25% (v/v)) para medições de comprimento e determinação da massa seca.



Fonte: Ferreira (2024)

3.5. Análise estatística

Os dados obtidos dos ensaios em laboratório foram submetidos aos testes de verificação das pressuposições de normalidade e homogeneidade, ANOVA (teste F) e teste de média (Tukey; Skott-Knott) quando observado diferença estatisticamente significativa entre as médias. As análises estatísticas foram realizadas ao nível de significância de 1 e 5% de probabilidade com o programa estatístico Sisvar® versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliada a eficácia do óleo de melaleuca, no tratamento de sementes de algodão, para o controle de infecções fúngicas transmitidas por sementes, como alternativa ao uso de fungicidas.

No *blotter test* foi observado a ocorrência dos fungos *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., sendo *R. stolonifer* o fungo mais frequentemente encontrado, seguido por *Aspergillus* sp., entre as sementes infectadas por fungos. Os resultados da ANOVA e do teste Skott-Knott para o *blotter test* são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Análise de variância da incidência de fungos em sementes de algodoeiro tratadas com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).

FV	GL	Infecção total (%)	QM		
			<i>Rhizopus stolonifer</i> (%)	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)
Tratamentos	5	969,6**	442,27**	37,47 ^{NS}	29,2**
Resíduo	18	74,22	30,33	13,56	3,56
Média geral		31	19,33	7,17	4,5
CV (%)		27,79	28,49	51,37	41,90

NS, ** não significativo e significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com a ANOVA, houve diferenças significativas na incidência de *Rhizopus stolonifer* e *Fusarium* sp.

e no percentual total de sementes infectadas, sendo comparativamente maior a variação no percentual total de sementes infectadas (Tabela 1). Nos respectivos testes de médias, observou-se que todos os tratamentos aplicados às sementes reduziram a incidência de fungos, com exceção do fungo *Aspergillus* sp. (%), que não foi controlado até mesmo pelo fungicida (Tabela 2).

Tabela 2. Incidência de fungos em sementes de algodão submetidas a tratamentos com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).

Tratamentos das sementes	Infecção total (%)	<i>Rhizopus stolonifer</i> (%)	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)
Testemunha (não tratada)	55a	36a	10,5a	8,5a
Fungicida comercial (1%)	7,5d	4c	2,5a	1b
Óleo de melaleuca (25%)	35,5b	22,5b	10,5a	2,5b
Óleo de melaleuca (50%)	34,5b	20,5b	7,5a	6,5a
Óleo de melaleuca (75%)	24b	14b	6a	4b
Óleo de melaleuca (100%)	29,5c	19b	6a	4,5b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

O fungicida comercial (1%), seguido pelo óleo de melaleuca a 75% (v/v), foram os que mais reduziram o percentual total de sementes infectadas, sendo que essa concentração do óleo reduziu a incidência de fungos em cerca de 56% em média. Enquanto o óleo de melaleuca a 25% (v/v) foi a dosagem mais eficiente tanto no controle de *Rhizopus stolonifer* e *Fusarium* sp., com uma redução na incidência dos referidos fungos iguais a 37,5 e 70,6 %, respectivamente. Então uma maior eficácia do óleo de melaleuca foi observada para o controle de *Fusarium* sp., demonstrando ser um tratamento alternativo para sementes promissor mesmo em baixas concentrações, com relativa eficácia também no controle de *Rhizopus stolonifer*.

Em um estudo realizado por Steffen (2019), o óleo essencial de melaleuca também apresentou ação antifúngica sobre o crescimento *in vitro* de *Fusarium* spp., inibindo totalmente o desenvolvimento do micélio na concentração de 0,5%.

Os resultados da ANOVA e do teste de Tukey para a variação nas características de qualidade fisiológica e desenvolvimento inicial são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. De acordo com a ANOVA, houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados às sementes para as características primeira contagem na emergência, IVE e comprimento da parte aérea, sendo comparativamente maior a variação na primeira contagem de plântulas na emergência.

Tabela 3. Análise de variância dos percentuais de emergência, primeira contagem, comprimento da parte aérea e sistema radicular e massa seca da parte aérea, sistema radicular e plântula de sementes de algodoeiro tratadas com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v)) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).

FV	GL	QM							
		Primeira contagem (%)	Emergência em areia (%)	IVE	Parte aérea (cm)	Raiz (cm)	Parte aérea (g)	Raiz (g)	Plântula (g)
Tratamento	6	1861,14**	45,24 ^{NS}	121,61**	3,61**	1,89 ^{NS}	0,00003 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0001 ^{NS}
Resíduo	21	79,04	81,19	26,76	0,53	2,04	0,00002	0,0001	0,0001
Total	27								
Média geral		47,57	73,36	41,42	9,78	6,18	5,46	2,57	8,03
CV (%)		18,68	12,28	12,48	7,41	23,09	8,52	39,85	13,18

NS, **Não significativo e significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No entanto, o óleo de melaleuca de um modo geral não reduziu as características mensuradas de qualidade fisiológica e/ou desenvolvimento inicial das plântulas. Enquanto houve diferença entre as médias para sementes não tratadas e tratadas com óleo de melaleuca a 25% apenas para primeira contagem de plântulas na emergência, não

havendo diferença no IVE e comprimento da parte aérea de plântulas, assim como nas demais características, para essa mesma dosagem do óleo de melaleuca.

Tabela 4. Percentuais de emergência em areia, primeira contagem, comprimento da parte aérea e sistema radicular e massa seca da parte aérea, sistema radicular e plântula de sementes de algodoeiro tratadas com diferentes concentrações do óleo de melaleuca (0, 25, 50, 75 e 100% (v/v) e fungicida comercial (Vitavax Thiram 200 SC) (1%).

Tratamento das sementes	Primeira contagem (%)	Emergência em areia (%)	IVE	Parte aérea (cm)	Raiz (cm)	Parte aérea (mg)	Raiz (mg)	Plântula (mg)
Testemunha (não tratada)	76,5a	77,0a	48,59a	9,47bc	6,50a	55,9a	22,08a	77,98a
Fungicida comercial (1%)	21,0d	72,0a	35,3b	8,13c	6,80a	51,3a	22,18a	73,48a
Diluente (óleo de algodão)	36,0cd	71,5a	38,5ab	10,19ab	7,25a	56,05a	28,7a	84,75a
Óleo de melaleuca (25%)	44,5bc	74,5a	39,93ab	10,26ab	5,60a	57,33a	26,88a	84,2a
Óleo de melaleuca (50%)	71,5a	77,0a	47,65a	9,48bc	5,62a	55a	23,25a	78,25a
Óleo de melaleuca (75%)	26,5cd	67,5a	35,51b	9,67abc	6,04a	49,7a	37,33a	87,03a
Óleo de melaleuca (100%)	57,0ab	74,0a	44,44ab	11,24a	5,44a	56,85a	19,73 a	76,58a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

A influência na qualidade fisiológica que pôde ser observada, ao comparar as médias de cada tratamento, ocorre para os desempenhos das sementes não tratadas e tratadas com o fungicida a 1% na primeira contagem de plântulas na emergência e IVE.

Em um estudo realizado por Powers *et al.* (2018), o óleo essencial de melaleuca apresentou em sua composição altas concentrações de terpinen-4-ol (47,5%), γ -terpineno (20,2%) e α -terpineno (8,6%). Tais compostos são classificados como terpenos e apresentam alta capacidade de inibir a ação microbiana, efeito também em certa medida esperado para o óleo bruto (Lutfi; Roque, 2014; Martino *et al.*, 2015).

Dentre os terpenos, o terpinen-4-ol parece ser principal princípio ativo antifúngico e sua atividade inibitória tem sido demonstrada na esporulação e crescimento apical em fungos de origem alimentar e fitopatogênicos como *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium solani*, *Penicillium expansum*, *Botritis cinerea* e *Rhizopus oryzae* (Bishop; Reagan, 1998; Inouye *et al.*, 1998; Bowers, Locke, 2000; Inouye *et al.*, 2000; Angelini *et al.*, 2006).

Apesar do potencial antimicrobiano do óleo de melaleuca, amplamente reconhecido, ainda há poucos estudos sobre sua eficácia contra fitopatógenos transmitidos por sementes, embora possa ser uma alternativa econômica e ecologicamente viável para o tratamento de sementes, considerando o seu amplo espectro de atividade antifúngica relatado *in vitro*.

5. CONCLUSÃO

O óleo de melaleuca apresentou eficácia no controle de infecções fúngicas em sementes de algodoeiro e a dosagem de 25% (v/v) foi a mais eficiente no controle dos fungos *Rhizopus stolonifer* e *Fusarium* sp., não ocasionando efeito deletério imediato na emergência e velocidade de emergência e no desenvolvimento inicial das plântulas após a emergência.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, S. M. *et al.* Integrated management of *Verticillium* wilt in cotton: a review. Archives of Phytopathology and Plant Protection, v. 56, n. 1, p. 1-20, 2019. Disponível<<https://lubbock.tamu.edu/files/2011/11/IntegratedManagementVerticilliumWiltCotton.pdf>>. Acesso em: 4 ago. 2024.
- ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Estatísticas: **o algodão no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br>. Acesso em: dez. 2023.
- ABRAPA. Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **Algodão no Mundo**. Brasília: ABRAPA, 2023. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Mundo.aspx>. Acesso em: 17 mai. 2024
- CVT-Agroeco - Centro Tecnológico Vocacional em Agroecologia-UFMT, **Plataforma Portal do Agronegócio**, 2023 Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/ecologia/agroecologia/noticias/algodao-agroecologico-podera-ser-alternativa-na-agricultura-familiar> Acesso em 17 jan. 2024
- ANGELINI, P.; PAGIOTTI, R.; MENGHINI, A.; VIANELLO, B. Antimicrobial activities of various essential oils against foodborne pathogenic or spoilage moulds. **Annals of Microbiology**, v. 56, p. 65–69, 2006.
- ARAÚJO, A.E.; SUASSUNA, N.D. Guia de identificação e controle das principais doenças do algodoeiro no Estado de Goiás. **Embrapa**: Campina Grande, 2003. 40p.
- ARAUJO, R.F. *et al.* Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de pinhão-manso submetidas a tratamentos alternativos e químico, e ao armazenamento. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 47, n. 3, p. 173-179, 2021
- ARAUJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; LEAL, C.A.M. Tratamentos alternativos para conservação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.45, n.1, p.89-96, 2019.
- ARAGÃO, C. A., DEON, M. D. I., QUEIROZ, M. A. D., & DANTAS, B. F. Germinação e vigor de sementes de melancia com diferentes ploidias submetidas a tratamentos prégerminativos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 82-86, 2006
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA/ACS, 399 p. 2009.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; GUERRA, J. S.; TAKIZAWA, E. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado, **Campina Grande**, 1999.
- BISHOP, C. D.; REAGAN, J. Control of the storage pathogen *Botrytis cinerea* on Dutch cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) by the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, p. 57–60, 1998.

BOWERS, J. H.; LOCKE, J. C. Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of *Fusarium* wilt in the greenhouse. **Plant Disease**, v. 84, p. 300–305, 2000.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T.V. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. **Journal Clinical Microbiology**, v. 19, n.1, p. 50-62, 2006.

CASTRO, C. *et al.* Análise Econômica do Cultivo e Extração do Óleo Essencial de *Melaleuca Alternifolia* Cheel. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 241–249, 2005.

CHALAM, V. C.; DEEPIKA, D. D.; ABHISHEK, G. J.; MAURYA, A. K. Major Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: International Trade of Agricultural Products and Role of Quarantine. In: KUMAR, R.; GUPTA, A. *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*, Springer, **Singapore**, 2020. p. 25-61.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M.C.; RESENDE, M.L.V.; ANGÉLICO, C.L.; SILVA, R.A. Effect of powdered spice treatments on mycelial growth, sporulation and production of aflatoxin by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.856-862, 2004.

CHITARRA, Luiz Gonzaga; PERINA, Fabiano José; TARDIN, Flávio Dessaune; RODRIGUES, Sandra Maria Moraes; ARAÚJO, Alderi Emídio de. **Controle químico da mancha de Ramulária (*Ramularia areola*) do algodoeiro no norte de Mato Grosso**.2021

CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. ,et al. **Manual de Fitopatologia**, v.2, 4.ed., São Paulo:Agronômica Ceres, 2005. p.41- 52.

COELHO, Jackson Dantas. ALGODÃO: v. 7 n. 262 (2022). **Caderno Setorial ETENE**, v. 7, 2019: disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1748/1/2023_CDS_283 acesso em: 17 jan. 2024

COELHO J.D. 2023 **Caderno Setorial ETENE**, disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1748/1/2023_CDS_284.pdf Acesso em: 17 jan. 2024

COLTON, R. T.; MUSTAGH, G. H. Cultivation of Tea Tree. In: SOUTHWELL, I.; LOWE, R. *Tea Tree: The genus melaleuca*. **Amsterdam: Harwood academic publishers**, 2005. p. 63 -80.

CONAB - **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. Safra 2022/23.** 7º Levantamento. v. 9, abr. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 05 fev.2024.

CONAB b. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2022/2023.** Brasília: Conab, 2023. (Oitavo Levantamento, v.4, maio 2023). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 17 jan. 2024

DOMENE, M. P.; GLORIA, E. M.; BIAGI, J.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. E. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 83, n. 1, p. 1-6, 2016.

EMBRAPA, 2022 Disponível em: <https://www.embrapa.br/algodao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/>?Acesso em: 18 jan. 2024

FANTAZZINI, T. B.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, A. C. S.; CARVALHO, E. R.; MACHADO, J. C. Fusarium verticillioides inoculum potential and its relation with the physiological stored corn seeds quality. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v. 32, n. 5, p. 1254-1262, set. /out. 2016. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n5a2016-33056>

FARIAS *et al.* Ocorrência de fungos e qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro produzidas na Paraíba, Brasil. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, v.15, n.2, 2022, p. 381-392.

GREAY, S. J. *et al.* Inhibititon of established subcutaneous murine tumour growth with topical *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. **Cancer Chemother Pharmacol**, v.6, n. 66, p.1095-1102, 2010.

ICAC. International Cotton Advisory Committee. Changes in Supply and Demand Estimates Since Last Week. Relatório 05 de Dez. de 2017

INOUE, S.; WATANABE, M.; NISHIYAMA, Y.; TAKEO, K.; AKAO, M.; YAMAGUCHI, H. Efeitos antispórolantes e inibidores da respiração de óleos essenciais em fungos filamentosos. **Mycoses**, v. 41, n. 9-10, p. 403-410, nov. 1998. DOI: [10.1111/j.1439-0507.1998.tb00361.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.1998.tb00361.x).

INOUE, S.; TSURUOKA, T.; WATANABE, M.; TAKEO, K.; AKAO, M.; NISHIYAMA, Y.; YAMAGUCHI, H. Inhibitory effect of essential oils on apical growth of *Aspergillus fumigatus* by vapour contact. **Mycoses**, v. 43, p. 17–23, 2000.

JULIATTI, F.C.; RUANO, O. Algodão (*Gossypium hirsutum L.*): doenças causadas por fungos e bactérias. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) Controle de doenças de plantas: grandes culturas. v.2, **Viçosa:UFV**, 1997. p.555-570.

LAM, N. S. *et al.* *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its monoterpane constituents in treating protozoan and helminthic infections. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 130, p. 110624, 2020.

LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho tratadas com tiameoxan. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 32, n. 3 p. 061-068, 2010

LOPES, L. O.; LACERDA, J. J. de J.; MIELEZRSKI, F.; RATKE, R. F.; LIRA, D. N. de S.; PACHECO, L. P. Efeito de fungicidas para o controle de *Ramularia areola* na cultura do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 229-235, jul./set. 2017. DOI: [10.1590/0100-5405/2203](https://doi.org/10.1590/0100-5405/2203).

LUTFI, M.; ROQUE, N. F. Histórias de Eugêniias. Química Nova na Escola. São Paulo, v. 36, n. 4, p. 252-260, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140030> Acesso em: 29 jul. 2024.

LUIZ, C. Nanoemulsões de aloe vera e óleos essenciais de *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon martinii* como indutores de resistência contra a mancha angular do morangueiro (*Xanthomonas fragarie*). 2017. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, **Florianópolis**, 2017.

MACHADO, J. C. Patologia de Sementes: Significado e Atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciências, Tecnologia e Produção. **Jaboticabal**: Funep, 2012. p. 524-582.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, 1962; 2(2): 176-177.

MARTINO, L et al. Essencial Oils from Mediterranean Aromatic Plants. The Mediterranean Diet. Academic Press. Chap. 58, p. 649-661, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/controle.pdf> Acesso em: 29 jul. 2024.

MONTEIRO, M. H. D. A. et al. Óleos essenciais terapêuticos obtidos de espécies de *Melaleuca* L. (Myrtaceae Juss.). **Revista Fitos**, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2013.

MOKHTARI, S.; CHÁVEZ, M.; ALI, A. Primeiro relato de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* causando murcha de *Fusarium* do algodão no Kansas, EUA. **Doença de Plantas**, 1 abr. 2023. DOI: 10.1094/PDIS-08-22-1808-PDN. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-22-1808-PDN>. Acesso em: 13 ago. 2024.

MYRINK et al. Use of near infrared spectroscopy in cotton seeds physiological quality evaluation. **Journal of Seed Science**, v45 e 202042016, 2020.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (org.). Vigor desementes: conceitos e testes. **Londrina**: Abrates, 1999. p. 36-59.

NEPOMOCENO, T.A.R.; PIETROBON, A.J. *Melaleuca alternifolia*: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. **Revista UNINGÁ**, v. 35, eRUR3409, 2020.

NUNES, R.T.C.; PRADO, T.R.; RIBEIRO, E.B.; VALE, W.S.; MORAIS, O.M. Desempenho fisiológico de sementes de algodão cultivadas em Luís Eduardo Magalhães, Bahia. **Revista Verde**, v. 10. n. 4, p. 69 - 74, 2015.

OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Homeopatias de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas. **Revista Ciência Agronômica**, 2017;

OLIVEIRA, Cristina Araújo de; MORAIS, Cláudia Marinho; NASCIMENTO, Ivaneide de Oliveira; LIMA, Raquel de Oliveira; OLIVEIRA, Fabiana dos Santos. Efeito fungitóxico do óleo de licurí (*Syagrus coronata*) sobre *Fusarium oxysporum* isolado do

maracujazeiro. *Cadernos de Agroecologia*, São Cristóvão, SE, v. 15, n. 2, 2020. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**. ISSN 2236-7934

OLIVEIRA, C. R. R. Resistência de mamoeiro à pinta-preta e variabilidade genética de *Asperisporium caricae* (SPEG.) MAUBL. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2015

OLIVEIRA, A. C. M. *et al.* Emprego do Óleo de Melaleuca *Alternifolia* Cheel (Myrtaceae) na Odontologia: Perspectivas Quanto à Utilização Como Antimicrobiano Alternativo às Doenças Infecciosas de Origem Bucal. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 4, p. 492-499, 2011.

PINHEIRO, C. G.; LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; REDIN, C. G.; SANTOS, M. V. Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 253-260, 2016.

POWERS, C. N. *et al.* Antifungal and cytotoxic activities of sixty commercially-available essential oils. **Molecules**, v. 23, n. 7, p. 1-20, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1549>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PUVAČA, N. *et al.* Tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and its essential oil: Antimicrobial, antioxidant and acaricidal effects in poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v. 75, n. 2, p. 235–246, 2019.

QUINTÃO, C. J. G. Atividade antifúngica de óleos essenciais em fungos fitopatogênicos à cultura da soja. 2021. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, **São João Evangelista**, 2021.

RIBEIRO, M.F.; ARAÚJO, E.F.; SOUZA, G.A.; PIRES, R.M.A.; ARAÚJO, R.F.; MARTINEZ, P.A.H. RIBEIRO, M.R.F. Coffee seeds conservation in natural environment with alternative fungi control. **International Journal of Current Research**, s.l., v.7, n.11, p.23091-23098, 2015.

SILVA, J. R. *et al.* Resistência de genótipos de algodoeiro à ferrugem e à mancha-alvo. **Revista Brasileira de Algodão**, v. 56, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sp/a/cwrSt9vVjs4GLHJ3fFBnpYQm/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 4 ago. 2024.

SILVA, S. R. S. *et al.* Efeito do Estresse Hídrico Sobre Características de Crescimento e a Produção de Óleo Essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002.

SOUZA, A. D. *et al.* Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. **Rev. bras. Plantas Med.** v.17 n.4, 2015.

STEFFEN, G. ; MALDANER, J. ; STEFFEN, R. ; MISSIO, E. L. ; MEZZOMO, R. . Controle de *sclerotinia sclerotiorum* e *fusarium* sp. com óleo essencial de melaleuca. **Enciclopedia biosfera, [S. l.]**, v. 16, n. 30, 2019.. Acesso em: 13 ago. 2024.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no Cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.F. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília: **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão**. Gráfica e Editora Positiva. Brasília, 2015. 355 p.