



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS NO BIOCONTROLE *IN VITRO* DE
Colletotrichum musae E *C. gloeosporioides***

São Luís-MA
2019

LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS NO BIOCONTROLE *IN VITRO* DE
Colletotrichum musae E *C. gloeosporioides***

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Ilisandra Zanandrea

Coordenador(a): Prof. Dr. Juliano dos Santos

São Luís- MA
2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

ALLAYN DINIZ CORREA, LUKAS.

ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS NO BIOCONTROLE IN VITRO DE
Colletotrichum musae BERK. & M.A. CURTIS ARX E C.
gloeosporioides PENZ. PENZ. & SACC / LUKAS ALLAYN DINIZ
CORREA. - 2019.

50 f.

Coorientador(a): Juliano dos Santos.

Orientador(a): Ilisandra Zanandrea.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Maranhão, SÃO LUÍS, 2019.

1. Controle biológico. 2. Fungos. 3. Óleos
essenciais. I. dos Santos, Juliano. II. Zanandrea,
Ilisandra. III. Título.

LUKAS ALLAYN DINIZ CORREA

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS NO BIOCONTROLE *IN VITRO* DE
Colletotrichum musae E *C. Gloeosporioides***

Monografia apresentada à Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Ilisandra Zanandrea – Orientadora
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr^a Hivana Patricia Melo Barbosa Dall’Agnol – 1º Examinador
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr. Wanderson Silva Pereira – 2º Examinador
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

São Luís, _____ de _____ de 2019

Dedico este trabalho a Deus
e a minha família...

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar pela força e coragem durante toda esta longa caminhada e por estar à frente de todas minhas decisões e vitórias.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) pela infraestrutura e oferta do curso de Ciências Biológicas, o qual tive a oportunidade de cursar.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Tecnológica (PIBITI) pelas bolsas de iniciação científica, que me permitiram aprofundar os conhecimentos científicos e estabelecer contato mais íntimo com a pesquisa acadêmica.

À professora Dra. Ilisandra Zanandrea pela confiança, paciência, parceria, e orientação ao longo de todas as etapas deste trabalho (e de outros também!). Foram diversas situações vivenciadas, entre lutas e vitórias nas quais o seu apoio foi nada menos que imprescindível. Ao professor Dr. Juliano dos Santos pela orientação, dedicação, confiança e partilha na minha orientação juntamente com a professora Ilisandra. Também gostaria de frisar o seu brilhante senso de humor, que foi fundamental durante as horas difíceis dessa caminhada. Ambos constituem amizades adquiridas que pretendo levar para muito além do ambiente dos laboratórios, nos quais por tanto tempo estivemos juntos.

Ao laboratório de Fisiologia vegetal e Micologia por dispor infraestrutura e recursos humanos que permitiram a realização de várias fases deste trabalho. Aos técnicos de laboratório representados na pessoa de Renata Adélia e Enielson Fernandes que pacientemente me instruíram e auxiliaram em vários momentos dessa caminhada científica.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos, desde o ingresso no curso. Em especial à minha mãe Ana Maria por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, à minha avó Antônia que sempre foi minha base de vida, ao meu pai Vilmar pela atenção e suporte durante a minha caminhada acadêmica. Ao meu irmão Ytalo Arthur e padrasto Mauro Roberto também estão dedicados os meus sinceros agradecimentos.

À minha namorada e amiga Alianna Assunção pelo amor, carinho e apoio durante esses anos, assim como o auxílio em vários momentos na execução dessa

monografia. Durante esse tempo a convivência extra proporcionada por este árduo trabalho só fez com que aumentasse a admiração e o carinho por ela.

A cada um dos meus amigos eternos de escola, Gláucia, Evelyn, Vinícius, Alianna e Clara (GLEVAC), pelos momentos inesquecíveis de descontração, pela paciência, companhia e apoio na execução deste trabalho de monografia. A Vinicius Leon, em especial, pelas várias vezes em que revisou meus trabalhos a fim de acrescentar e sempre melhorar as minhas pesquisas.

Às queridas amigadas e laços que criei ao longo da graduação e que levarei para a vida. Em especial, Andressa Carvalho, pela amizade sincera, pelas brincadeiras, por me incentivar e ouvir quando eu mais precisei. Agradeço também a Stella Câmara por ser uma pessoa extraordinária e uma das melhores professoras e amiga que tive o prazer de conhecer. E também a Maycon Jordan, um amigo/irmão que ganhei ao longo desses anos, alguém que sempre pude contar e uma pessoa que tem meu sincero respeito e admiração.

À Rafaella Ferraz pela amizade ao longo desses anos, pelo apoio e companhia desde o laboratório de histologia, pelas palavras de auxílio, incentivo e por me ajudar nas tantas vezes que precisei. À Catherine Rios pelo compartilhamento de experiências, pelas palavras de encorajamento, pelas tantas vezes que pedi água durante meus experimentos e pela amizade desde o início. À Marla Arouche, uma pessoa sempre solícita e disponível a ajudar com suas caronas, por sempre ter acreditado no meu potencial e me dado belas palavras de incentivo. À Cícero de La Martini, um amigo que tive o prazer de ganhar no fim da graduação e que em vários momentos me ajudou na caminhada rumo ao término deste trabalho. À Mairla, que me auxiliou em muitos momentos assim que ingressei no GPDEM. À Núrzia que muito me ajudou nos experimentos de laboratório e também pelo seu memorável senso de humor ácido (no bom sentido, é claro).

À excelente equipe do laboratório de fisiologia vegetal, que me auxiliaram e ajudaram, cada um à sua maneira, em vários momentos diferentes na minha caminhada, mas que sempre serão lembrados de uma maneira especial. O meu sincero muito obrigado à: Florine, Amanda Cristine, Nágela, Karina, Joice, Amanda Laís, Cícero, Carol, Lule, Raíza e também aos recém-ingressos ao laboratório, com quem não vou conviver por tantos dias, mas que sei que se mais tempo houvesse, com certeza também me ajudariam.

Às pessoas que me ajudaram de maneira direta e indireta como Jesiel Pablo, nas várias caronas em que precisei transportar meus fungos, ao professor Wanderson Pereira pelo fornecimento de material, a Rafaela Serejo pela ajuda no preparo dos óleos e extratos, a Prof. Valéria Lyra pela disposição e auxílio na revisão deste trabalho. À coordenação e secretaria do curso de Ciências Biológicas da UFMA, especialmente à secretária Linair Martins por ser tão prestativa e sempre me ajudar quando necessitei.

Por fim, a todos os professores do curso de Ciências Biológicas, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e crescimento pessoal, durante o desenvolvimento desta monografia.

“As grandes ideias
surgem da observação
dos pequenos detalhes”.

Augusto Cury

RESUMO

A antracnose tem ocasionado perdas severas na produção brasileira de frutos, no processo de pós-colheita, principalmente as doenças fúngicas ocasionadas pelo gênero *Colletotrichum*. Em virtude do mau uso de agrotóxicos tem-se buscado obter novas técnicas de controle alternativo de doenças fúngicas em plantas, como é o caso do emprego de óleos essenciais. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antifúngico *in vitro* dos óleos essenciais de hortelã (*Mentha piperita* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) frente os fungos fitopatogênicos *Colletotrichum musae* (Berk. & M.A. Curtis) Arx e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Maranhão, onde foram realizados testes com os óleos essenciais, sendo estes incorporados ao BDA (Batata-dextrose-ágar) e vertido em placas de petri, posteriormente foi-se observado a inibição total ou parcial do crescimento micelial e da esporulação deste fitopatógeno, dependendo do óleo essencial utilizado. Os resultados indicaram que todos os óleos testados apresentaram determinado grau de efeito inibitório, porém óleo essencial de melaleuca demonstrou maior efeito inibitório do crescimento micelial dos fungos *C. musae* e *C. gloeosporioides* quando comparado aos óleos de hortelã e alecrim.

Palavras-chave: Fungos; Alecrim; Hortelã; Melaleuca; controle biológico.

ABSTRAC

Anthracoze has caused severe losses in Brazilian fruit production, in the post-harvest process, mainly fungal diseases caused by the genus *Colletotrichum*. Due to the misuse of pesticides, it has been sought to obtain new techniques for alternative control of fungal diseases in plants, such as the use of essential oils. The objective of this work was to evaluate the *in vitro* antifungal potential of essential oils of peppermint (*Mentha piperita* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) Against phytopathogenic fungi *Colletotrichum musae* (Berk. & MA Curtis) Arx and *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. The work was carried out at the Federal University of Maranhão, where tests were carried out with the essential oils, which were incorporated into the BDA (potato-dextrose-agar) and poured into petri dishes, after which total or partial growth inhibition mycelial and sporulation of this phytopathogen, depending on the essential oil used. The results indicated that all the oils tested showed a certain degree of inhibitory effect, but essential oil of melaleuca showed a greater inhibitory effect of the mycelial growth of the fungi *C. musae* and *C. gloeosporioides* when compared to the oils of mint and rosemary.

KEYWORDS: Fungi; Rosemary; Mint; Melaleuca; biological control.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. Fruticultura Nacional	13
2.2. Perdas em pós-colheita	14
2.3. Antracnose e o gênero <i>Colletotrichum</i>	15
2.3.1 <i>Colletotrichum musae</i>	16
2.3.2 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	17
2.4 Óleos essenciais no combate a Fitopatógenos	17
REFERÊNCIAS	20
ARTIGO	26
Resumo	26
Introdução	27
Metodologia	29
Resultados	30
Discussão	38
Considerações finais	40
Referências	41
Anexo 1	46

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, posição alcançada devido, principalmente, às condições favoráveis do clima, solo e disponibilidade de área para o plantio. Em 2012, a balança comercial brasileira de frutas frescas teve um superávit de US\$ 475,5 milhões, sendo as frutas de maior destaque nas exportações: goiaba e manga (US\$ 73 milhões), maçã e mamão (US\$ 37 milhões), melão (US\$ 58 milhões) e banana (30 milhões) (RIBEIRO; BATISTA; LIRIO, 2015).

O mamão está entre os destaques da produção brasileira. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais dessa fruta, contribuindo com 27,5% da produção mundial em 2018, tendo uma renda superior aos 40 milhões. No país, o mamoeiro é cultivado na quase totalidade do seu território, merecendo destaque a região nordeste e sudeste que são responsáveis por cerca de 86,25% da produção nacional (FNP, 2018).

Um dos fatores que podem influenciar a qualidade pós-colheita do fruto de mamão é a ocorrência de doenças fúngicas. O fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causador da antracnose, é um dos patógenos mais importantes dos frutos de mamoeiro no período de pós-colheita e causa perdas de até 90% de frutos em estações favoráveis à doença (TATAGIBA et al, 2002).

Outra cultura de grande destaque é a bananicultura que está amplamente distribuída por todas as regiões do país, sendo a região Nordeste a maior produtora, seguida das regiões Sudeste, Norte, Sul e Centro-Oeste. A banana é a fruta mais consumida no mundo e no Brasil, constituindo parte importante da renda dos pequenos produtores e da alimentação das camadas mais carentes da população. O Estado do Maranhão, ao longo dos últimos anos vem ocupando o sexto lugar em produção, e o quinto em área colhida no Nordeste Brasileiro. (SILVA et al., 2012; REETZ et al, 2018)

Estima-se que 95% de toda a produção de banana no Maranhão provêm da agricultura familiar, com pouca utilização de insumos e técnicas apropriadas, resultando na baixa produtividade. Embora a região Nordeste apresente vantagens comparativas para a produção de banana de alto padrão de qualidade, ainda é preciso superar, em grande parte, sua baixa eficiência tanto na produção como no manejo pós-colheita. Na região, alguns problemas causados por fitopatógenos

acometem a cultura, dentre elas a antracnose causada por *Colletotrichum musae*. Este patógeno pode infectar o fruto ainda imaturo e provoca grandes perdas após a colheita (RODRIGUES, 2012)

De acordo com Guimarães (2016), a antracnose é uma das principais doenças que afetam as frutas após a colheita, cujos sintomas se manifestam na forma de pontuações de coloração escura e formato circular na casca dos frutos, que evoluem podendo ultrapassar a casca e atingir a polpa. Nos meses mais quentes do ano, sua incidência pode atingir 70 a 100% dos frutos, na ausência de medidas de controle, ocasionando sérios prejuízos, pois compromete a comercialização do produto. O controle da doença é feito, normalmente, por métodos químicos, o que pode gerar resíduos tóxicos e prejuízos ao ambiente e à saúde humana. Desta forma, têm sido intensificados os esforços e pesquisas visando à inserção de táticas alternativas para controle no manejo das doenças, por exemplo, o uso de fungicidas naturais de origem botânica (ARAÚJO e COSTA, 2013; REETZ et al, 2015).

Algumas plantas apresentam em sua constituição metabólitos secundários, que tem funções variadas como, função de proteção contra pragas e doenças e atração de polinizadores, que tanto podem ter ação fungitóxica (ação antimicrobiana direta) como ativador de mecanismos de defesa nas plantas (ação antimicrobiana indireta) (STANGARLIN et al., 1999).

Pesquisas têm demonstrado a eficiência de óleos e extratos vegetais no controle de doenças nas plantas, o que aumentou às expectativas da inserção desses produtos no manejo de doenças em sistemas agrícolas. Assim, a procura por novos agentes antimicrobianos a partir de plantas é intensa, por causa da crescente resistência dos microrganismos patogênicos frente aos produtos sintéticos (CUNICO et al., 2003; CARNEIRO et al., 2007).

O Brasil é um dos países de maior riqueza vegetal do mundo, devendo-se buscar nesta biodiversidade substâncias que atuem sobre doenças e pragas das culturas, visando minimizar os efeitos negativos do uso indiscriminado de defensivos e aumentar a produção de alimentos de melhor qualidade, propiciando assim o desenvolvimento de uma agricultura alternativa e sustentável (BETTIOL, 2009).

Diante do exposto, a presente monografia teve como objetivo avaliar o potencial antifúngico *in vitro* de óleos essenciais frente aos fungos *Colletotrichum musae* e *Colletotrichum gloeosporioides*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fruticultura Nacional

A fruticultura representa cerca de 11% do Produto Interno Bruto - PIB agrícola brasileiro e menos de 1% do PIB nacional (IBGE, 2005). O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção superior a 42 milhões de toneladas, sendo superado apenas pela China e Índia. As principais frutas produzidas no país são a laranja (*Citrus* spp.), a banana (*Musa* spp.) e o abacaxi (*Ananas* spp.) que juntas compreendem 67% da produção nacional de frutas (SEAB, 2012).

O mamão é uma das frutas mais comuns em quase todos os países da América do sul. É usado para abastecer os mercados locais e de exportação de fruta fresca e também como fonte importante de papaína, que é uma enzima proteolítica de ação semelhante à da pepsina e tripsina, empregada para os mais variados usos nas indústrias têxteis, farmacêutica, de alimentos e de cosméticos (DANTAS, 2000).

Além do mamão, a cultura da bananeira também possui grande importância econômica e social e produz uma das frutas frescas de maior consumo no mundo, com o mais alto índice de consumo per capita entre as frutas tropicais. Esta espécie é cultivada em mais de 130 países e os maiores produtores são Filipinas, China, Equador, Brasil e Indonésia (SOUZA; TORRES FILHO, 1999^a; ANDRADE, 2017).

A produção brasileira de banana é bastante particular no que se refere à sua distribuição espacial, uma vez que está presente em todos os Estados do Brasil. A essa cultura cabe papel fundamental como importante fonte de alimentação, principalmente das populações de baixa renda, em virtude do alto valor nutritivo e do baixo custo. De acordo com os dados do IBGE para o ano de 2016, o consumo nacional de banana alcançou 35,4 kg/ano per capita, superando todas as outras frutas, perdendo somente para a laranja. (CORDEIRO; MATOS, 2005; REETZ et al, 2018)

Apesar de toda a produção de frutos, o Brasil apresenta um montante exportado ainda pequeno, apenas de 1,9% do total produzido nacionalmente. Este valor está associado à ocorrência de perdas na produção que podem chegar a atingir índices de 30 a 40% da quantidade produzida (SILVEIRA et al., 2005).

Essas perdas estão associadas a causas fisiológicas intrínsecas às plantas, manuseio, transporte, acondicionamento inadequado dos frutos e, especialmente, ação de microrganismos fitopatogênicos tanto na pré quanto na pós-colheita. Destes últimos, os principais causadores de perdas mais severas da produção são os fungos (MARI; GUIZZARDI, 1998; SILVEIRA et al., 2005).

2.2 Perdas em pós-colheita

Podem-se definir perdas na pós-colheita como aquelas que ocorrem depois da colheita dos frutos em decorrência de danos causados pela falta de comercialização ou do consumo do produto em tempo hábil, como é o caso de danos ocorridos durante o transporte, o armazenamento e a venda dos produtos, especialmente em locais distantes do sítio de produção desses frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Outra causa recorrente das perdas de pós-colheita de frutas e vegetais frescos é a sua alta umidade, tornando-os suscetíveis ao ataque de fungos e bactérias fitopatogênicos bem como ao avanço do processo de senescência durante o período entre a colheita e o consumo (ZAMBOLIM, 2002).

No Brasil, cerca de 30 a 40% da produção é perdida nas etapas de pós-colheita, processamento e distribuição, sendo que 86% das perdas de frutos e hortaliças ocorrem durante a exposição do produto para a venda, enquanto outros 9% acontecem no transporte e 5% no armazenamento. De acordo com dados da Associação Mineira dos Supermercados (AMIS), a perda aproxima-se dos 750 milhões de reais em alimentos por ano, considerando supermercados e sacolões (GUSTAVSSON et al., 2011; EVANS, 2015).

Muitas são as estratégias viáveis para o controle das doenças em pós-colheita, como o emprego da resistência genética que alcançaria destaque dentro de um sistema integrado de controle, visando a redução das perdas ocasionadas pela doença. No entanto, a resistência genética é dificultada pela ampla variabilidade

patogênica dos fungos, o que reduz a durabilidade da resistência das espécies melhoradas (SILVA et al., 2007). Diante de tal problemática, é comum a realização de intervenções químicas (WORDELL FILHO, 2004).

Apesar da facilidade de aplicação e eficiência comprovada, o uso contínuo de fungicidas sintéticos pode resultar no aparecimento de problemas socioambientais. Como exemplos, o surgimento de patógenos resistentes aos produtos utilizados, a contaminação de alimentos e do ambiente e a intoxicação de homens e animais (GHINI; KIMATI, 2000; TALAMINI; STADINIK, 2004). Tais fatores contribuem diretamente pela crescente procura de defensivos alternativos que sejam praticamente atóxicos e com custo reduzido para aquisição e substituição de defensivos químicos (FERNANDES, 2000).

2.3 Antracnose e o gênero *Colletotrichum*

As doenças causadas por fungos ocorrem com maior frequência, sendo responsáveis por 80 a 90% do total de perdas em frutos (DANTAS et al., 2003). Esses microrganismos penetram, na maioria das vezes, através de ferimentos acidentais durante a colheita, transporte e armazenamento ou pelas aberturas naturais do fruto e estruturas florais, nos quais permanecem em estado quiescente até o amadurecimento, quando então causam podridões (IPPOLITO; NIGRO, 2000).

A antracnose pode ser caracterizada como uma das doenças mais comuns da parte aérea das plantas e é a principal doença de frutos em pós-colheita, tornando-se de elevada importância econômica no Brasil (LIMA FILHO et al., 2003). O sintoma típico da doença se apresenta na forma de lesões arredondadas, grandes e necróticas, com o centro dos tecidos deprimidos onde são produzidas massas de conídios de coloração alaranjada (BAILEY et al., 1992). Também pode ocorrer uma podridão-mole nos frutos prejudicando assim a sua comercialização (LIMA FILHO et al., 2003). Essas lesões ainda acabam por beneficiar infecções por fungos oportunistas e insetos (SALES JÚNIOR et al., 2004).

Colletotrichum é considerado um dos gêneros de fungos de maior importância em relação aos patógenos de plantas e possui presença significativa nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. São causadores de antracnoses e podridões de pedúnculo em fruteiras como mangueira, mamoeiro, morangueiro, maracujazeiro, abacateiro, bananeira, cajueiro, citros e goiabeira, assim como frutas temperadas -

maçã, uva, kiwi, pera e amêndoa (VIANA et al, 2003; SERRA; SILVA, 2004;; ALMEIDA; COELHO, 2006; SILVA et al, 2006).

Os fungos filamentosos do gênero *Colletotrichum* apresentam duas formas dependendo da fase de seu ciclo de vida: uma fase anamorfa que corresponde à forma assexuada, nome atribuído à espécie quando se reproduz assexuadamente e exibe determinadas características fenotípicas; e a outra representa a fase teleomorfa que é a forma sexuada, sendo ainda pouco conhecida e encontrada na natureza. As espécies *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum musae* são formas assexuadas enquanto *Glomerella cingulata* e *Gloeosporium musarum* são suas formas sexuadas, respectivamente. (GALE, 2002)

Diferentes espécies ou genótipos de *Colletotrichum* podem infectar diferentes partes da mesma planta hospedeira, causando doenças distintas que ocorrem sucessivamente durante o desenvolvimento da cultura. Espécies como *C. gloeosporioides* e *C. musae* merecem destaque por serem amplamente disseminadas e causarem antracoses em algumas das principais frutas nacionais (KATAN, 2000; MENEZES, 2006).

2.3.1 *Colletotrichum musae*

A espécie *C. musae* (berk. & m.a. curtis) arx foi primeiramente classificada como *Myxosporium musae* Berk; M.A. Curtis. Atualmente, é taxonomicamente classificada com base no teleomorfo e está inserida no filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, subclasse Sordariomycetidae, ordem Incertae sedis e família Glomerellaceae. Essa espécie apresenta, frequentemente, colônias com micélio aéreo, abundante e de tonalidade branca que se tornam acinzentadas com o passar do tempo, além de considerável massa de conídios geralmente coalescente (INDEX FUNGORUM, 2011a).

C. musae é responsável por grandes prejuízos à cultura de bananas (Coelho et al., 2010). Essa patogenia se desenvolve tanto no período pré como pós-colheita. Na pré-colheita, o fruto é contaminado pelo patógeno que permanece quiescente até o início da maturação, provavelmente em decorrência do tanino presente nos frutos verdes. No período pós-colheita, os frutos encontram-se em fase de maturação e as infecções quiescentes se manifestam em justaposição com infecções secundárias chamadas de infecções não-quiescentes (PLOETZ et al., 2003). Em estágio

avançado, a doença pode apresentar ainda lesões agrupadas responsáveis pelo descarte do produto (CORDEIRO; MATOS, 2005; SPONHOLZ et al., 2004).

2.3.2 *Colletotrichum gloeosporioides*

Colletotrichum gloeosporioides (penz.) penz. & sacc. é descrito como um dos patógenos mais importantes do mundo, no qual infecta pelo menos 1.000 espécies de plantas. As perdas pós-colheita geram graves consequências econômicas e sociais ao proporcionarem variação no comportamento do mercado, induzindo mudanças em importantes parâmetros econômicos (POULIVONG et al., 2010).

Comumente, as espécies de *Colletotrichum* são classificadas com base na morfologia conidial, presença de acéculos, produção de apressório e planta hospedeira de origem (LIU et al, 2007). Entretanto, a heterogeneidade de *C. gloeosporioides* é caracterizada pelas variações morfológicas e patogênicas, principalmente em meio de cultura, podendo ser explicadas pela ocorrência da forma sexuada, da heterocariose e da parasexualidade, o que justifica a conotação de espécie-grupo (ALMEIDA; COELHO, 2007; MAFACIOLI et al, 2008).

2.4 Óleos essenciais no combate a Fitopatógenos

Muitos fungos são alvo de estudos devido à sua importância enquanto fitopatógenos deterioradores de alimentos. Dentre as diversas técnicas de controle desses fungos, óleos essenciais e extratos vegetais têm ganhado destaque frente a tais patógenos (ALMEIDA, 2015).

Os óleos essenciais são compostos naturais, complexos e voláteis extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor e pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos. São constituídos por compostos originários do metabolismo secundário e podem ser encontrados nas flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (BIZZO, 2009; ABDOLAHI et al., 2010).

Diversas são as aplicações e utilizações dos óleos essenciais, como a aplicação em produtos de perfumaria, cosmética, alimentos e também coadjuvantes em medicamentos, onde são usados como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias e em composições farmacêuticas. Tais óleos têm ganhado grande

destaque como controladores de agentes patogênicos e fitopatogênicos (SILVA SANTOS et al., 2006).

Estudos realizados em diferentes regiões do Brasil demonstram a diversidade de produtos naturais que apresentam atividade antifúngica e dentre esses produtos estão os extratos vegetais (JOHANN et al., 2007). Segundo Marques (2015), os extratos vegetais podem ser definidos como preparações líquidas ou em pó obtidas da retirada dos princípios ativos de materiais vegetais. Em muitos casos, os extratos representam manipulações farmacêuticas que têm o objetivo de concentrar as substâncias e reduzir as posologias, aumentar o prazo de validade e conservação de algumas drogas ou serem utilizados para a separação dos ativos efetivamente envolvidos nos efeitos terapêuticos, retirando-se ou minimizando-se a presença de compostos indesejáveis.

As plantas representam uma fonte alternativa quase inesgotável de novas estruturas químicas com potencial fungicida desenvolvida a partir de compostos de origem natural. Essas estruturas podem inibir o crescimento micelial e germinação de conídios, além de ter uma eficácia no controle de doenças em partes aéreas, como também serem usadas no tratamento de solos, sementes e frutos (AZEVEDO, 2003).

A exploração da atividade biológica dos metabólitos secundários dos óleos essenciais de plantas surge como uma forma potencial de controle alternativo de doenças das plantas cultivadas. Vários óleos essenciais de plantas já foram testados sobre fungos fitopatogênicos. Os resultados alcançados nessa linha de pesquisa têm-se mostrado promissores para uma utilização prática no controle de fitopatógenos em diversas culturas. (TAKATSUKA et al., 2003; PEREIRA et al., 2006; SOUZA JUNIOR et al., 2009; BRESSAN et al., 2018)

O óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) foi testado por Oliveira, Hanada e Brito (2019) para avaliar sua atividade antifúngica contra *C. theobromicola* em condições in vitro. Os autores verificaram que concentrações altas do óleo essencial de gengibre, como 2%, são capazes de reduzir significativamente o desenvolvimento do fungo.

Em outro trabalho, SILVA (2018) utilizando os óleos essenciais de melaleuca, cravo, eucalipto, coco, menta e hortelã, na concentração de 1%, observaram que os

diferentes óleos analisados apresentam grande potencial fungistático para o controle alternativo do *Colletotrichum gloeosporioides*.

Souza Júnior et al., (2009) verificaram também que os óleos essenciais de alecrim, alfavaca, capim-santo, cidrão e goiaba inibiram em 100% a germinação dos esporos de *C. gloeosporioides* e conseqüentemente, o crescimento micelial do fungo, comprovando-se, portanto, o efeito fungicida e não somente fungistático dos óleos essenciais. Os autores relatam que esses resultados podem ter sido influenciados pela presença de vários compostos com ação antimicrobiana.

Existem diferentes métodos descritos e evidências suficientes na literatura propondo atividade antifúngica dos óleos essenciais, assim como os mesmos podem contribuir para que os frutos adquiram maior tolerância a microrganismos patogênicos.

REFERÊNCIAS

- ABDOLAH, A.; HASSANI, A.; GHOSTA, Y.; JAVADI, T.; MESHKATALSADAT, M. H. Essential oils as control agents of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. **Journal of Food Safety**, v. 30, p. 341-352, 2010.
- ALMEIDA, G.S. **Potencial de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos em póscolheita de morango**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Cap. 5.
- ALMEIDA, L. C. C. de; COELHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, morfológico e molecular. **Fitopatologia Brasileira.**, v.32, n.4, p. 318-328, 2007.
- ALVES, H.M. Plantas como fonte de fitofármacos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n.3, p.10-14, 2001.
- ANDRADE, P.F. **ANÁLISE DA CONJUNTURA AGROPECUÁRIA**. Paraná: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 2017. 9 p.
- ARAÚJO, J. A. M.; COSTA, E. M. C. **Compostos derivados de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) n controle de agentes fitopatogênicos**. In.: OLIVEIRA, V. R.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J. A. M. (Eds.). *Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Aspectos gerais da propagação, cultivo e usos no controle de insetos-praga e doenças*. Offset Editora, 1º Edição, 68p., 2013.
- AZEVEDO, L.A. S. **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional**. EMOPI Editora e Gráfica. Campinas. 2003. 320p.
- BAILEY, J. A.; O'CONNELL, R. J.; PRING, R.J.; NASH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: Bailey, A. J.; Jeger, J. M. *Colletotrichum: biology, pathology and control*. **British Society for Plant Pathology**. Oxford: British C.A.R International. p. 88-120, 1992.
- BERKELEY, M. J. **Notices of North American fungi [cont.]**. Grevillea, London, v. 3, n. 25, p. 1-17 [p. 13], 1874.
- BRESSAN, D.F et al. Patologia e germinação de sementes de angicovermelho (*parapiptadenia rigida* (benth) brenan) e potencial de óleos essenciais no controle de *rhizoctonia sp. in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Técnico-científica do Crea-pr**, Paraná, v. 1, n. 10, p.1-18, 2018.
- BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA CNPDA, 2009. 388p.
- BIZZO, H. R. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRASIL. **Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento**. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 jul. 2013.

CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. **Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: FAPE, 2005.

COELHO, A.F.S.; DIAS, M.S.C.; RODRIGUES, M.L.M.; LEAL, P.A.M. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata anã tratada com fungicidas e mantida sob-refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, 2010.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P. Doenças de banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 228, p. 12-16, 2005.

CUNICO, M.M. et al. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae: um teste in vivo. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 7782, 2003.

DANTAS, J.L.L. Introdução. In: TRINDADE, Aldo Vilar. **MAMÃO, Produção, Aspectos Técnicos**. Brasília - Df: Embrapa, 2000. p. 77.

DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; MICHEREFF, S. J.; NASCIMENTO, L. C.; GURGEL, L. M. S.; PESSOA, W. R. L. S. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e laranjas comercializados na central de abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 528-533, 2003.

EVANS, L. Supermercados de Minas descartam 450 mil quilos de alimentos todos os meses. **EM.com.br**, Belo Horizonte, 24 ago. 2015. Disponível em:<<https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2015>, Acesso em: 10 fev. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Food safety risk analysis**. A guide for national food safety authorities. Rome: FAO; 2016. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0822e/a0822e00.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

FERNANDES, M.C.A. Emprego de métodos alternativos de controle de pragas e doenças na olericultura. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES, 18., 2000, São Pedro, SP. **Anais...** Brasília, DF: SOB/FCAP-UNESP, 2000. p.110-112. Suplemento.

FNP. Consultoria & AgroInformativos, 2018. **Anuário da Agricultura Brasileira**, São Paulo, 2018.

GALE, L. R. A Population Genetic Approach to Variation in *Colletotrichum graminicola*, the Causal Agent of Sorghum Anthracnose. **Sorghum And Millets Diseases**, [s.l.], p.191-199, 2002.

GHINI, R.; KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 78p.

GUIMARÃES, J.E.R. **Produtos naturais no controle da antracnose e na qualidade pós-colheita de mangas 'palmer'**. 2016. 123 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia (produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2016.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011, p. 1-38.

INDEX FUNGORUM. **Colletotrichum musae (Berk. ; M.A. Curtis)** Arx. Disponível em: . Acesso em: 20 jan. 2011a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. v. 36, p. 1-93.

IPPOLITO, A.; NIGRO, F. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Crop Protection**, v.19, p. 715-23, 2000.

JOHANN, S. et al. Antifungal properties of plants used in Brazilian traditional medicine against clinically relevant fungal pathogens. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 632-637, 2007.

LIMA F, R.M.; OLIVEIRA, S. M. A.; MENEZES, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associadas a doenças de pós-colheita. **Fitopatol. Bras. Brasília**, v.28, n.6, p.620-625, 2003.

LIU, B.; WASILWA, L.A.; MORELOCK, T. E.; O'NEILL, N. R.; CORRELL, J. C. Comparison of *Colletotrichum orbiculare* and several allied *Colletotrichum* spp. for mtDNA RFLPs and sequence variation, vegetative compatibility, and host specificity. **Phytopathology**, v.97, n.10, p.1305-1314, 2007.

MAFACIOLI, R.; TESSMANN, D. J.; SANTOS, A. F. DOS; VIDA1, J. B. Variabilidade patogênica e efeito de carboidratos no crescimento micelial, esporulação e agressividade de *Colletotrichum gloeosporioides* da pupunheira. **Summa Phytopathological**, Botucatu, v.34, n.1, p.18-21, 2008.

MARI, M.; GUIZZARDI, M. The postharvest phase: emerging technologies for the control of fungal diseases. **Phytopositica, Bet Dagan**, v. 26, p. 59-66, 2005.

MARQUES, L.C. Preparação de extratos vegetais. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, Maringá, v. 3, n. 2, p.74-76, maio 2005.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v.3, p.170-179, 2006.

OLIVEIRA, S.S; HANADA, R.E; BRITO, R.S. Composição química e atividade antifúngica do óleo essencial de *Zingiber officinale* Roscoe sobre *Colletotrichum theobromicola*, causador da antracnose da cebolinha (*Allium fistulosum*). **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 1, p.32-40, 2019.

PHOULIVONG, S. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. **Fungal Diversity**, v. 44, n. 1, p.33-43, 2010.

PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 731-733, 2006.

PLOETZ, R.C.; THOMAS, J.E.; SLABAUGH, W.R. Diseases of banana and plantain. In: PLOETZ, R.C. (Ed.). **Diseases of tropical fruit crops**. Florida: University of Florida (UFAS), 2003. p. 73-134.

REETZ, E. R. et al. **Anuário brasileiro de fruticultura**, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 14 p.: il.

REETZ, E. R. et al. **Anuário brasileiro de fruticultura**, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 6 p.

RIBEIRO, H.M.D.; BATISTA, G.F.; LIRIO, V. S. **Desempenho recente da fruticultura brasileira no mercado internacional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 63., 2005, Ribeirão Preto. Brasília: SOBER, 2015. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, M.L.M. **USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE BANANEIRA “PRATA-ANÃ**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de -programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros, JanaÚba, 2012.

SALES JUNIOR, R.; COSTA, F. M. da; MARINHO, R. E. M.; NUNES, G. H. S.; AMARO FILHO, J.; MIRANDA, V. S. Utilização de azoxistrobina no controle da antracnose da mangueira. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.193-196, 2004.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant Physiology*. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 4 ed., 1992.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Extratos vegetais e de cogumelos no controle de doenças de plantas. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 2, p.4038-4045, 2009. Suplemento – CD-ROM.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB). Departamento de Economia Rural. Fruticultura – **Análise da Conjuntura Agropecuária**, 2012.

SERRA, I. M. R. de S.; SILVA, G. S. da. Caracterização Morfofisiológica de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Agentes de Antracnose em Frutíferas no Maranhão. **Summa Phytopathologica**. v. 30, n. 4, p. 475-480. 2004.

SILVA SANTOS, A.; BIZZO, H. R.; ANTUNES, A. M. S.; D'AVILA, I. A. A participação da indústria óleo-citrícola na balança comercial brasileira. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 8-13, 2006.

SILVA, F.C.S.. Aspectos produtivos da bananicultura e volume comercializado no estado do maranhão. In: 64ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012, SÃO LUÍS. **Anais...** . Sao Luís: Sbpc, 2012. p. 3 - 5.

Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/1549.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

SILVA, K.J.D.; SOUZA, E.A.; ISHIKAWA, F.H. Characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from the state of Minas Gerais, Brazil. **Journal Phytopathology**, Saint Paul, v.155, n.4, p.241-247, 2007.

SILVA, L.S. Controle alternativo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* com óleos essenciais. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, v. 13, n. 1, p.18-25, 2018.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, I. L. S. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle (Revisão). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.

SOUZA, E. A. Análise genética de *Colletotrichum lidemuthianum*. **Tropical plant pathology**, v.33, s47-49, 2008.

SOUZA-JUNIOR, I. T.; SALES, N. L. P. MARTINS, E. R. Efeito de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009.

SOUZA, J. S.; TORRES FILHO, P. Aspectos socioeconômicos. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Serviço de Produção de Informação, 1999a. p. 507-524.

SPONHOLZ, C.; BATISTA, U.G.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L.C.C.; CARDOSO, A.A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana 'Prata' no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 480-485, 2004.

STANGARLIN, J. R. et al. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.11, p 1621, 1999.

TALAMINI, V.; STADNIK, M.J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: _____. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p.45-62, 293p.

TAKATSUKA, F. S., et al. Efeito do óleo essencial de açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36, 2003, Uberlândia. **Anais...Uberlândia: SBF**, 2003. p. 361.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. V. 27, p. 186-192, 2002.

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu,v.37, n.1, p.18-23, 2011.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O. ; CARDOSO, J. E. ; VIDAL, J. C. Principais doenças do maracujazeiro na região Nordeste e seu controle. **Comunicado técnico**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. p.12.

WORDELL FILHO, J.A. Manejo ecológico de doenças de plantas em Santa Catarina. In: STADNIK, M.J.; TALAMINI, V. (Ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: UFSC, 2004. p.31-46.

ZAMBOLIM, L. **Controle integrado de doenças em pós-colheita de frutíferas tropicais**. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: Patologia Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, 2. 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA/FAEP, 2002. P 139145.

ARTIGO

Óleos essenciais de plantas no biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum musae* (berk. & m.a. curtis) arx e *C. gloeosporioides* (penz.) penz. & sacc.

A ser submetido à Revista Brasileira de Plantas Mediciniais

Correa L.A. D^{1*}; Zanandrea I.¹; Santos J.²

¹ Departamento de Biologia - Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses, 1966, Cidade Universitária Dom Delgado, São Luís, Maranhão, Brasil.

² Coordenação de Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, Universidade Federal do Maranhão, Estrada Pinheiro-Pacas s/n., Pinheiro, Maranhão, Brasil.

*Autor para correspondência: lukasallayn@hotmail.com

Resumo:

A antracnose tem ocasionado perdas severas na produção brasileira de frutos, no processo de pós-colheita, principalmente as doenças fúngicas ocasionadas pelo gênero *Colletotrichum*. Em virtude do mau uso de agrotóxicos tem-se buscado obter novas técnicas de controle alternativo de doenças fúngicas em plantas, como é o caso do emprego de óleos essenciais. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antifúngico *in vitro* dos óleos essenciais de hortelã (*Mentha piperita* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) frente os fungos fitopatogênicos *Colletotrichum musae* (Berk. & M.A. Curtis) Arx e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Maranhão, onde foram realizados testes com os óleos essenciais, sendo estes incorporados ao BDA (Batata-dextrose-ágar) e vertido em placas de petri, posteriormente foi-se observado a inibição total ou parcial do crescimento micelial e da esporulação deste fitopatógeno, dependendo do óleo essencial utilizado. Os resultados indicaram que todos os óleos testados apresentaram determinado grau de efeito inibitório, porém óleo essencial de melaleuca demonstrou maior efeito inibitório do crescimento micelial dos fungos *C. musae* e *C. gloeosporioides* quando comparado aos óleos de hortelã e alecrim.

Palavras-chave: Fungos; Alecrim; Hortelã; Melaleuca; controle biológico.

Abstract:

Anthrachnose has caused severe losses in Brazilian fruit production, in the post-harvest process, mainly fungal diseases caused by the genus *Colletotrichum*. Due to the misuse of pesticides, it has been sought to obtain new techniques for alternative control of fungal diseases in plants, such as the use of essential oils. The objective of this work was to evaluate the *in vitro* antifungal potential of essential oils of peppermint (*Mentha piperita* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) Against phytopathogenic fungi *Colletotrichum musae* (Berk. & MA Curtis) Arx and *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. The work was carried out at the Federal University of Maranhão, where tests were carried out with the essential oils, which were incorporated into the BDA (potato-dextrose-agar) and poured into petri dishes, after which total or partial growth inhibition mycelial and sporulation of this phytopathogen, depending on the essential oil used. The results indicated that all the oils tested showed a certain degree of inhibitory effect, but essential oil of melaleuca showed a greater inhibitory effect of the mycelial growth of the fungi *C. musae* and *C. gloeosporioides* when compared to the oils of mint and rosemary.

Keywords: Fungi; Rosemary; Mint; Melaleuca; biological control

Introdução

O principal problema na produção de frutos, em escala global, está relacionado com a manifestação de doenças na fase de pós-colheita, entre elas, a antracnose, que é causada por fungos do gênero *Colletotrichum* (SILVA et al., 2009). Os mesmos podem infectar desde os frutos maduros até os frutos imaturos pela penetração direta da cutícula. Dentre a vasta gama de fungos, *Colletotrichum* é considerado um dos gêneros de maior importância em relação à patogênese de plantas, especialmente as espécies *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. e *C. musae* (Berk. & M.A. Curtis) Arx. (MICHEREFF et al., 2005; SILVEIRA et al., 2005). (BONETT et al., 2012).

C. gloeosporioides é o agente etiológico de maior incidência em diversas espécies de frutas. A sua ocorrência dá-se praticamente em todas as regiões produtoras do Brasil e também em diversos países. Ataca todos os órgãos aéreos da planta como: folhas, botões florais, gavinhas, ramos e frutos (NERY-SILVA et al., 2007a). Causando danos semelhantes, *C. musae*, agente causal da antracnose da banana, prejudica de forma considerável a comercialização e o consumo “in natura” desta fruta (SILVA; CORDEIRO, 2000; PLOETZ; THOMAS; SLABAUGH, 2003).

Nesse contexto, estratégias de controle de doenças como a antracnose tornam-se necessárias a fim de garantir maior sanidade e, conseqüentemente, produção e produtividade da espécie vegetal explorada (NOZAKI; DETONI; DONADEL, 2013). A estratégia ainda predominante é o uso de fungicidas sintéticos. Entretanto, o uso incorreto destes fungicidas na agricultura pode acarretar contaminação ambiental, ocasionar mortalidade em inimigos naturais e polinizadores, selecionar populações resistentes de pragas, provocar a presença de resíduos em alimentos e ainda ocasionar intoxicação em aplicadores e consumidores (ROEL et al., 2000; CARNEIRO et al., 2007; CARVALHO et al., 2008).

Diante da necessidade de estratégias que causem menos danos socio-ambientais, os extratos e óleos essenciais extraídos de plantas medicinais são apontados como plano alternativo, já que apresentam uma grande variedade de propriedades como: antivirais, analgésicos, cicatrizantes, antifúngicos, anti-inflamatórios, antissépticos, antiespasmódicos, relaxantes, expectorantes, larvicidas, vermífugos, bactericidas entre outras indicações (NASCIMENTO, 2007). Levando-se em conta todos estes aspectos, pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de encontrar óleos essenciais específicos com efeito antifúngico e sem toxicidade (ALMEIDA, 2015).

Dentre as plantas medicinais, a melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel), pequena árvore ou arbusto de origem australiana com folhas parecidas com agulhas e flores amareladas ou arroxeadas, é utilizada há muitos anos no tratamento de doenças (SIANI et al., 2000; HOARE, 2010). Assim como a melaleuca, outra espécie com grande destaque é a hortelã (*Mentha piperita* L.), uma planta aromática pertencente à família Lamiaceae que apresenta óleo essencial com elevado conteúdo de mentol, substância responsável pelo seu sabor refrescante característico (SOUSA; SOUZA SERRA; MELO, 2012^a, DAVID et al., 2007).

Ainda entre a vasta gama de espécies vegetais com potencial medicinal encontra-se o Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), erva perene nativa da região do Mediterrâneo, porém cultivada em todo o mundo (YU et al. 2013). De acordo com Rašković et al. (2014), seu óleo essencial apresenta atividade antioxidante e antimicrobiana e é utilizado pela indústria na preservação de alimentos, elaboração de fragrâncias e na aromaterapia (AL-SEREITI et al., 1999).

Nessa perspectiva, este artigo objetivou avaliar o potencial antifúngico *in vitro* dos óleos essenciais de hortelã, alecrim e melaleuca frente aos fungos fitopatogênicos *Colletotrichum musae* e *C. gloeosporioides*, causadores de antracnose em uma ampla gama de espécies de plantas frutíferas.

Metodologia

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal do Maranhão, Campus Dom delgado, São Luís, MA.

Foram utilizados óleos essenciais de hortelã (*Mentha piperita*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*). Os óleos essenciais foram produzidos e adquiridos comercialmente da empresa Amantikir Origem Natural®, com sede na cidade de São Lourenço, MG, Brasil.

Em relação aos fungos, foram utilizados nos experimentos um isolado de *C. gloeosporioides* e um de *C. musae* obtidos a partir de tecidos lesionados dos frutos infectados (isolamento direto) de mamão e banana, respectivamente. Os isolados foram preservados e depositados na coleção de fungos do Grupo de Pesquisa em Diversidade e Ecologia Microbiana da Universidade Federal do Maranhão.

Os óleos essenciais foram diluídos diretamente em meio de cultura BDA (Batata Dextrose Agar) fundente, em bancada de fluxo laminar vertical (modelo Pa-50 Eco, Pachane Ltda) de modo a se obter as seguintes concentrações: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 e 1% para hortelã e melaleuca, e 0,25; 0,5; 0,75 e 1% para alecrim. Os meios com os extratos foram vertidos em placas de Petri de 90 mm de diâmetro. Todas as operações foram realizadas sob condições assépticas.

O meio contendo as diferentes concentrações dos óleos foi vertido em placas de Petri, e o inóculo, constituído por um disco de micélio de 5 mm de diâmetro dos fungos cultivados por 10 dias em meio BDA, foi colocado no centro de cada placa, as quais foram mantidas a 25±2 °C, com fotoperíodo de 12 horas. Como tratamento controle os fungos foram cultivados em placas com meio de cultura apenas.

A avaliação do crescimento micelial (mm) foi verificada pela mensuração diária do diâmetro das colônias, obtida pela média de duas medidas diametralmente opostas, por 10 dias ou até que a colônia controle atingisse a borda da placa. A inibição do crescimento micelial, em (%) foi calculada através da fórmula: IC (%) = $[(Dc - Dt) / Dc] \times 100$, onde Dc (mm) é o diâmetro da colônia do tratamento controle

e DT (mm) é o diâmetro da colônia do tratamento com óleo essencial. O índice de velocidade de crescimento micelial foi calculado através da fórmula: $IVCM = \sum(D - Da) / N$, onde D= diâmetro médio atual da colônia, Da= diâmetro médio da colônia do dia anterior, N= número de dias após a inoculação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Os dados relativos ao crescimento diário foram submetidos a análise de variância e testes de regressão. Os dados de IC e o IVCM foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados:

Os tratamentos com óleo de hortelã (*M. piperita*) proporcionaram redução no crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em concentrações acima de 0,1% (Figura 1a). Com 0,2%, 0,3% e 0,5% de óleo adicionado ao meio de cultura observou-se efeito fungistático, com inibição do crescimento micelial (IC) de 11,41%, 64,22% e 87,16%, respectivamente, comparados ao controle (Tabela 1).

O óleo essencial de melaleuca (*M. alternifolia*) reduziu o crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides* quando comparados ao meio sem adição deste. O efeito inibidor do óleo aumentou à medida que se elevou sua concentração (Figura 1b). A maior inibição do crescimento micelial foi obtida a uma concentração de 1% com inibição de 94,24%, demonstrando nessa dosagem uma ação fungicida frente ao fungo em questão. Nas concentrações 0,1%, 0,2%, 0,3% e 0,5% é possível observar um efeito fungistático, com IC de 49,39%, 74,36%, 76,12% e 91,52%, respectivamente, quando comparados ao controle (Tabela 1).

A concentração de 1% apresentou efeito fungicida com IC de quase 95% (Tabela 1), impedindo o crescimento micelial deste fungo. Em relação ao óleo essencial de alecrim (*R. officinalis*) (Figura 1c), foi observado que as concentrações de 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1% inibiram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em 17,58%, 24,39%, 36,09% e 89,93%, respectivamente, quando comparadas ao controle.

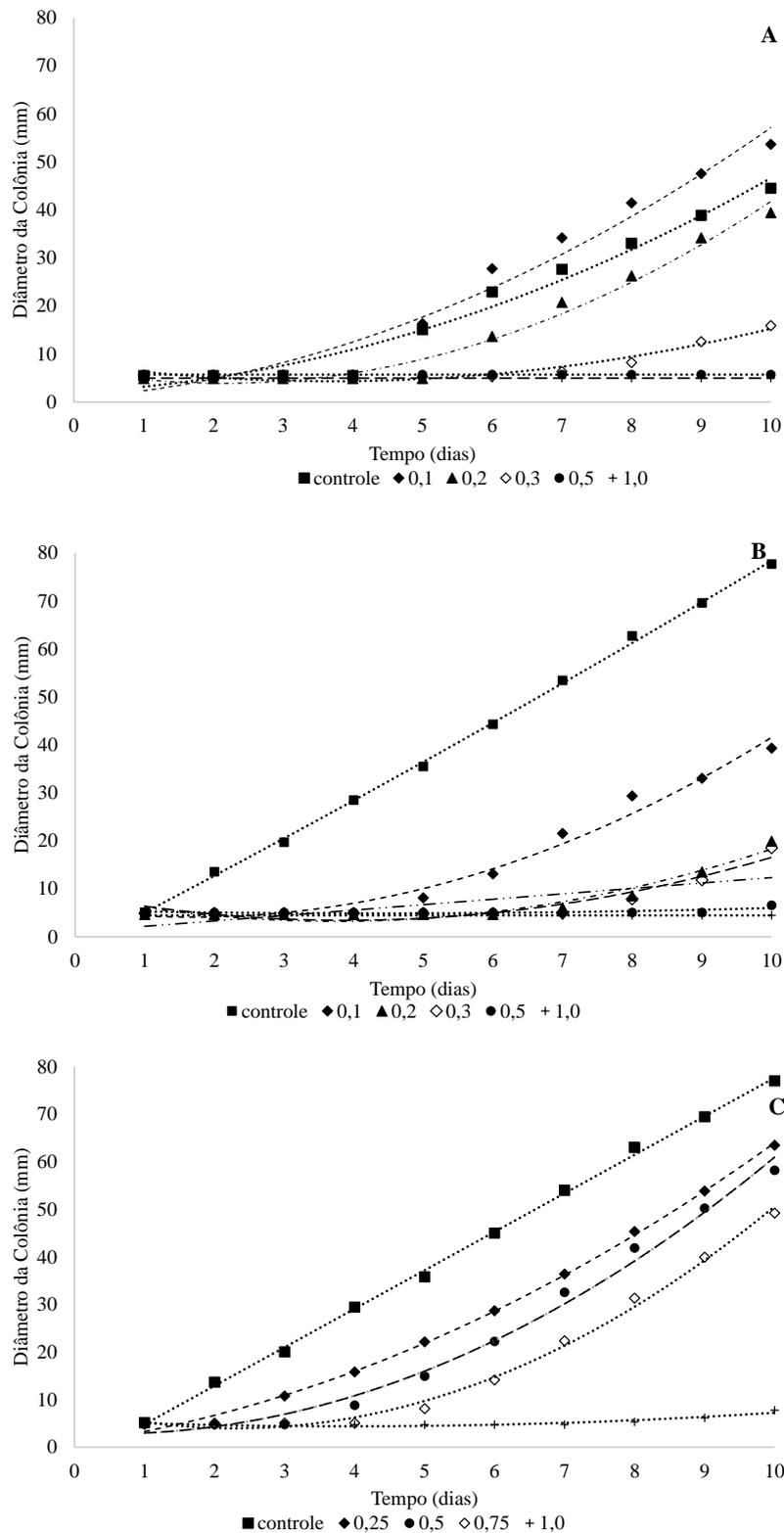


FIGURA 1: Efeito dos óleos de *Mentha piperita L.* (A), *Melaleuca alternifolia* Cheel. (B) e *Rosmarinus officinalis L.* (C) no crescimento micelial in vitro de *C. gloeosporioides*.

Em *C. musae* o óleo essencial de melaleuca apresentou um efeito inibidor frente ao crescimento micelial do fungo em questão, apresentando uma melhor

inibição na concentração de 1% (Figura 2b). Todas as concentrações deste óleo essencial apresentaram um efeito fungistático com inibição de 9,6%; 23,90%; 37,88%; 90,63% nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3 e 0,5% respectivamente (Tabela 1).

No óleo essencial de hortelã houve uma inibição de 87,73% na concentração de 0,5% de óleo (Tabela 1), demonstrando um alto potencial fungistático até o 9º dia, enquanto a concentração de 1% deste óleo apresentou um efeito fungicida com inibição de 95,07 do crescimento micelial de *C. musae* durante os 10 dias de testes (Tabela 1 e Figura 2 A). As concentrações 0,2% e 0,3% apresentaram um efeito fungistático, não alterando o crescimento do fungo nos primeiros quatro dias, somente após esse período o fungo começou a se desenvolver, permanecendo menor que o controle até o final das avaliações (Figura 2a). Os testes com o óleo de Alecrim não foram eficientes na redução do crescimento micelial de *C. musae* com as concentrações de 0,25; 0,5 e 0,75% (Figura 2c). Apenas na concentração de 1% houve inibição (IC=19,75%) quando comparado ao controle (Tabela 1).

Para todos os óleos utilizados, o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* foi inversamente proporcional ao aumento das concentrações dos óleos (Figura 3A, 3B e 3C). Devido aos valores praticamente iguais nas concentrações 0,5 e 1% observados nos óleos de hortelã e melaleuca, a curva de regressão apresentou ajuste quadrático. Já para o óleo de alecrim os valores ajustaram em uma reta (regressão linear). O mesmo comportamento ocorreu para *C. musae*, exceto no óleo de alecrim, onde o crescimento micelial nos tratamentos 0,25%, 0,50% e 0,75% superou o tratamento controle (Figura 3D, 3E e 3F).

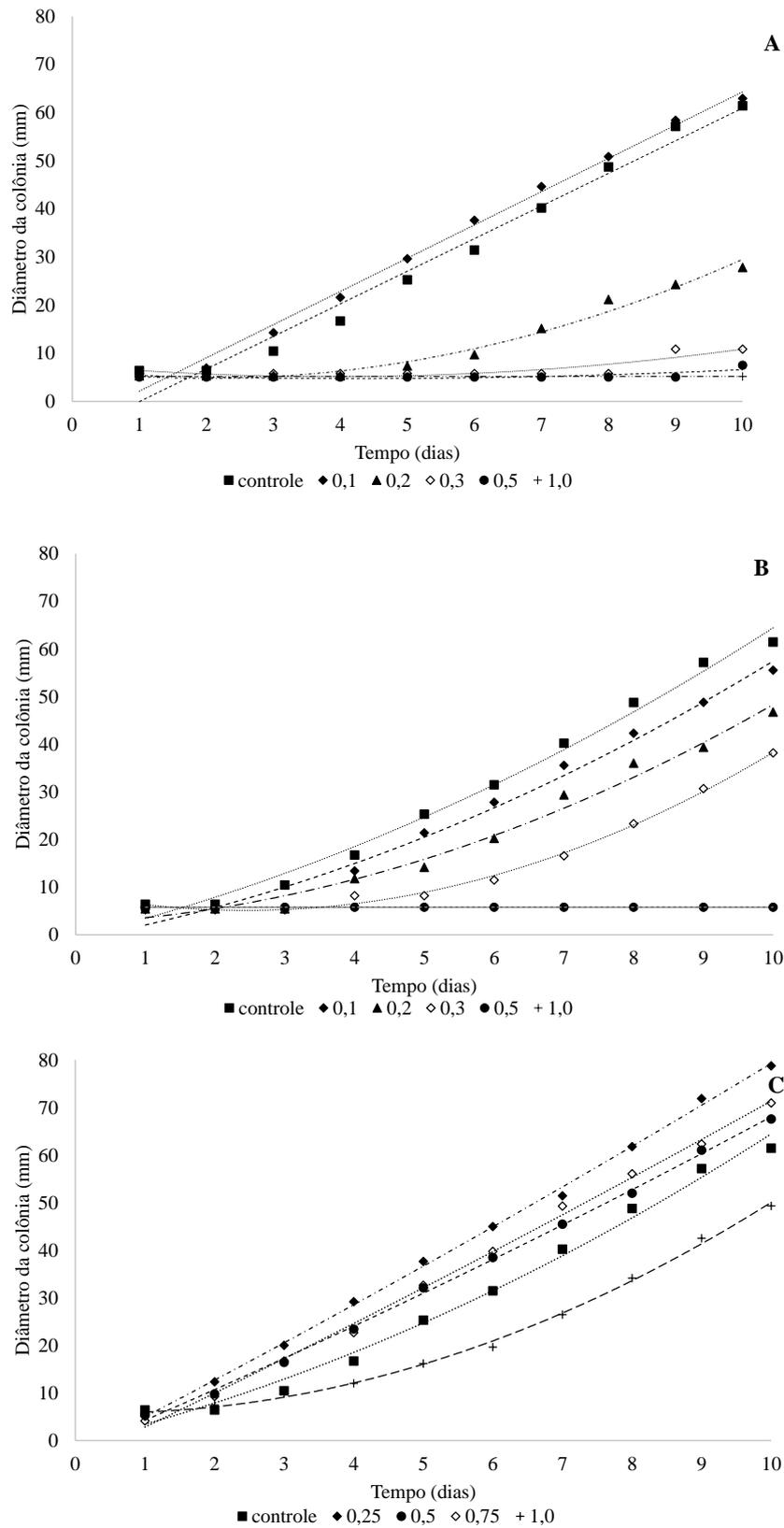


FIGURA 2: Efeito dos óleos de *Mentha piperita L.* (A), *Melaleuca alternifolia* Cheel. (B) e *Rosmarinus officinalis L.* (C) no crescimento micelial in vitro de *C. musae*.

TABELA 1: Índice de inibição do crescimento micelial (%) de *C. gloeosporioides* e *C. musae* por óleos essenciais de hortelã (*Mentha piperita* L.), melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)

	Fungos		
	Concentração do óleo	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. musae</i>
Hortelã	0,1	-20,55b	-2,47a
	0,2	11,41b	54,67a
	0,3	64,22a	57,43b
	0,5	87,16a	87,73a
	1,0	88,81a	91,57a
Melaleuca	0,1	49,39a	9,60b
	0,2	74,36a	23,90b
	0,3	76,12a	37,88b
	0,5	91,52a	90,63a
	1,0	94,24a	90,63a
Alecrim	0,25	17,58a	-28,17b
	0,50	24,39a	-10,01b
	0,75	36,09a	-15,50b
	1,0	89,93a	19,76b

Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha \leq 0,05$).

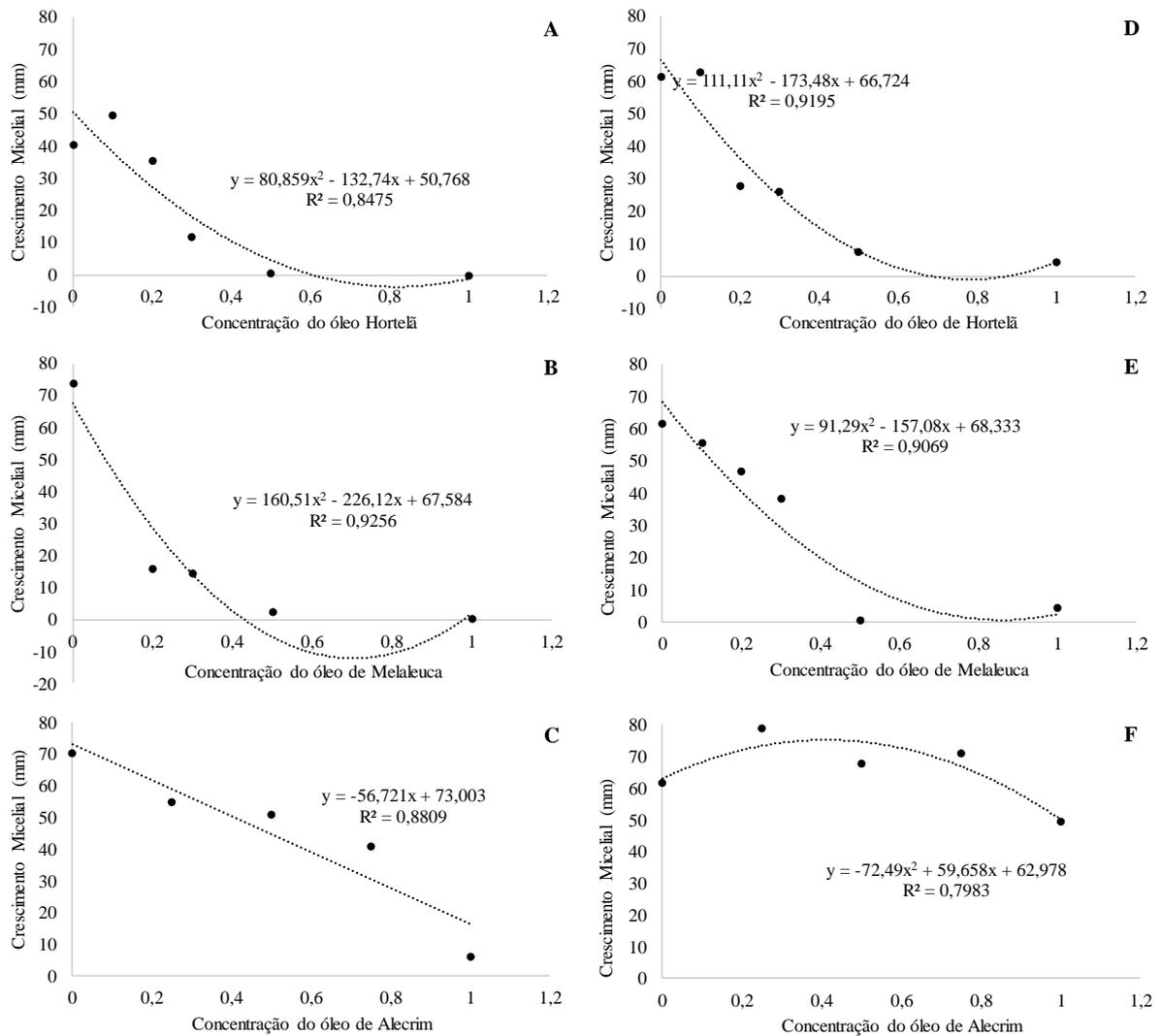


FIGURA 3: Crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (A, B e C) e *C. musae* (D, E e F) em diferentes concentrações de óleo de Hortelã (A e D), Melaleuca (B e E) e Alecrim (C e F).

No que diz respeito ao índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *C. gloeosporioides*, houve uma relação significativa entre a velocidade de crescimento e as concentrações dos óleos, onde em melaleuca se obteve um maior IVCM nas placas controle enquanto os tratamentos de 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,5% e 1% apresentaram uma diminuição gradativa na velocidade de crescimento à medida que se aumentava as concentrações do óleo (Figura 4B). Resultado semelhante foi observado no óleo de alecrim, onde na concentração de 1% obteve-se a menor velocidade de crescimento micelial (Figura 4C). No óleo de hortelã também é possível observar uma relação inversamente proporcional entre o IVCM e as

concentrações, à medida que a concentração do óleo aumentou houve redução na velocidade do crescimento a partir de 0,2% (Figura 4A).

Para *C. musae*, é possível observar uma diminuição no IVCM à medida que houve aumento na concentração do óleo de melaleuca, sendo um declínio gradual e significativo em cada uma das concentrações testadas, onde na concentração de 1% foi obtido o menor IVCM de 0,44 (Figura 4E). No óleo de hortelã, o IVCM da concentração 0,1 não diferiu do controle, exibindo uma considerável queda a partir da concentração de 0,2 (Figura 4D). Em contrapartida, no óleo de alecrim, apenas a concentração máxima de 1% provocou uma redução significativa na velocidade de crescimento deste fungo (Figura 4F).

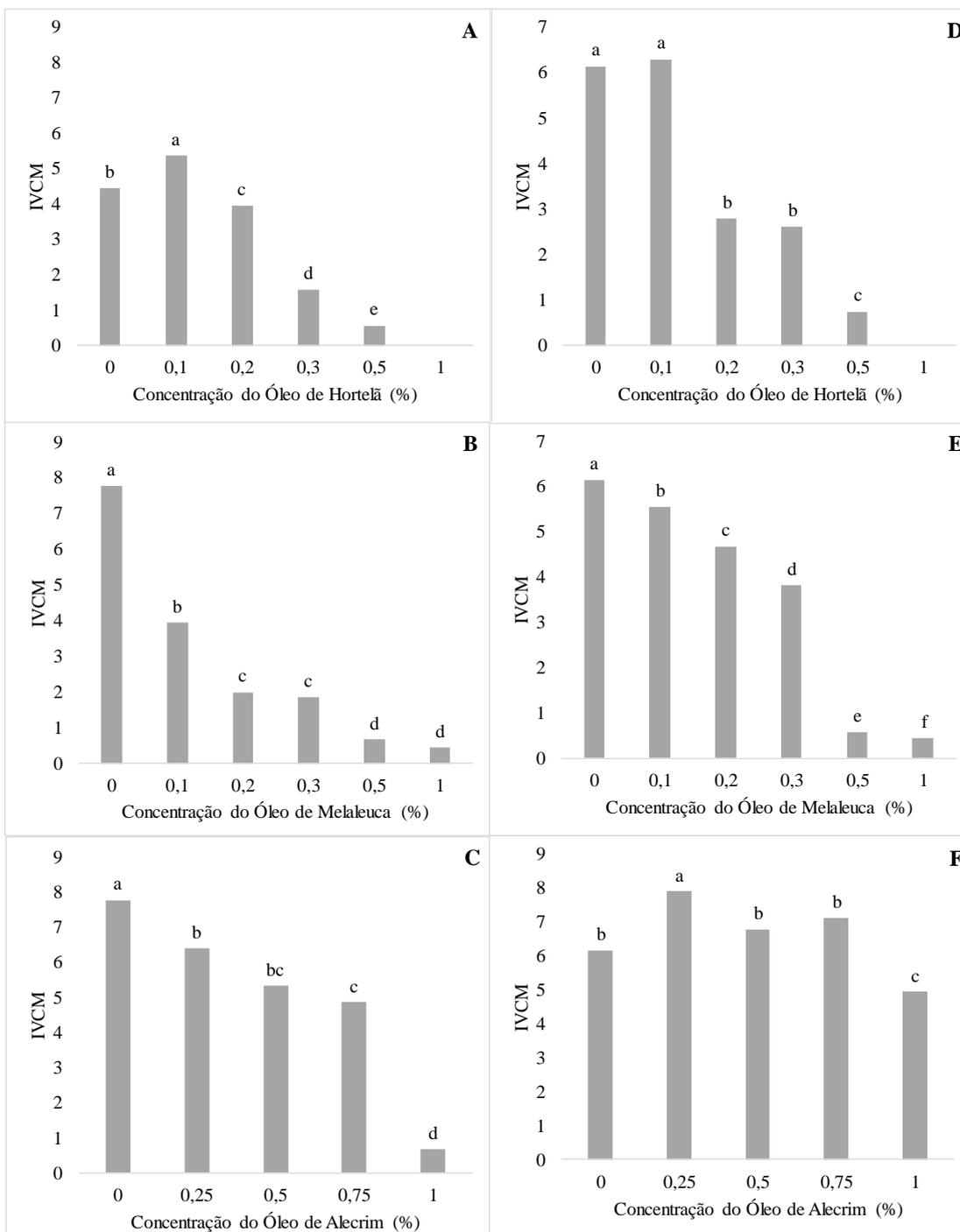


FIGURA 3: Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) de *C. gloeosporioides* (A, B e C) e *C. musae* (D, E e F) em diferentes concentrações de óleo de Hortelã (A e D), Melaleuca (B e E) e Alecrim (C e F).

Discussão

Frente a necessidade de se desenvolver métodos eficientes e menos agressivos ao ambiente e a saúde humana para o controle de doenças de plantas cultivadas, em especial as frutas consumidas in natura, o potencial antifúngico in vitro dos óleos essenciais de hortelã, alecrim e melaleuca foi testado frente aos fungos causadores de antracnose em mamão e banana, *C. gloeosporioides* e *C. musae*, respectivamente.

Entre estes agentes potenciais de biocontrole, o óleo essencial de melaleuca foi o mais eficiente contra os patógenos testados. Nessa pesquisa, a concentração de 1% foi a melhor dose entre as testadas, resultando na inibição completa do crescimento micelial dos fungos em questão. Resultados semelhantes foram obtidos por Scheuermann et al. (2011) ao testar a ação fungicida do mesmo óleo na mesma concentração, no controle de *Bipolaris oryzae*, fitopatógeno do arroz.

Concentrações do óleo de melaleuca inferiores a 1%, testadas nesta pesquisa, apresentaram atividade inibitória para o crescimento de *C. gloeosporioides* e *C. musae*, podendo ser consideradas fungistáticas a partir da concentração de 0,1%, sendo esta a menor concentração testada. Martins et al. (2010) testaram o óleo essencial de melaleuca no controle dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Alternaria alternata* e verificaram um efeito inibitório a partir da concentração de 0,2%. Outros trabalhos como Hammer et al. (2004) e Barbosa et al. (2015) também verificaram a intensa atividade fungistática e fungicida do óleo de melaleuca frente a espécie *Candida albicans*.

Os principais componentes do óleo de melaleuca são o terpinen-4-ol, que apresenta atividade antimicrobiana e o 1,8-cineol, que possui propriedades irritantes à pele. (CASTELO et al., 2013). Acerca dos mecanismos de ação desse óleo, estudos sugerem que a ação do óleo essencial de melaleuca atue diretamente em enzimas respiratórias do fungo, levando posteriormente a uma inibição da respiração, o que torna o óleo essencial extremamente funcional (COX et al., 2000; HOFLING et al 2019).

Por se tratar de um óleo que apresenta um efeito fungistático em baixas concentrações, se revela como uma alternativa econômica e ecologicamente viável de controle de doenças de plantas na etapa de pós-colheita retardando o crescimento de espécies fúngicas em frutos e levando a um aumento de vida útil de

determinados frutos como banana, mamão e manga os principais alvos de antracnose causada por *Colletotrichum* no Brasil. O emprego do óleo auxiliaria no preenchimento de uma lacuna relacionada ao controle e às exigências quanto ao uso de produtos biológicos que não ofereçam riscos ao homem e ao meio ambiente. (TATAGIBA et al, 2002; SANTOS et al., 2018)

No que diz respeito ao óleo essencial de hortelã, as melhores taxas de inibição do crescimento micelial foram observadas em *C. gloeosporioides* quando comparadas a *C. musae*. Tal efeito inibitório pode ser observado em ambos os fungos a partir da concentração de 0,2%. Trabalhos como o de Souza et al. (2012), evidenciam testes em diferentes concentrações demonstrando potencial fungicida e fungistático presente no óleo de hortelã, frente a diversas espécies do gênero *Colletotrichum*. Resultados semelhantes ao observado neste trabalho, onde foi observada uma diminuição acentuada da velocidade de crescimento micelial a medida em que se aumentou a concentração do óleo de hortelã.

Tyagi & Malik (2011) verificaram atividade antimicrobiana do óleo de hortelã frente a isolados dos fungos *Penicillium digitatum*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Outros trabalhos como o de Silva et al. (2012) e Barbieri et al (2019) evidenciaram que o óleo essencial de hortelã, na concentração de 100 %, foi capaz de inibir o desenvolvimento das diferentes espécies de fungos como *Aspergillus* sp., *Penicillium rubrum*, *Sclerotinia* sp. e *Fusarium verticillioides*, o que demonstra um potencial eficaz no combate a organismos patogênicos causadores de doenças em diferentes espécies vegetais.

De acordo com Santos (2011), esta propriedade antimicrobiana se dá pelo mentol e mentona, constituintes mais abundantes da folha de hortelã. Porém, esta propriedade pode variar de acordo com a origem da amostra da planta e da espécie fúngica.

Os testes realizados neste trabalho com óleo essencial de alecrim apresentaram resultados diferenciados nos fungos testados. Em *C. gloeosporioides* houve um efeito inibitório dose dependente, com inibição mesmo em concentrações baixas e também uma diminuição do IVCM à medida que houve um aumento da concentração do óleo de alecrim, enquanto que em *C. musae* só houve inibição na concentração de 1%. Isso pode ser explicado pelo fato de que o potencial fungitóxico pode estar relacionado não somente com a composição do óleo, mas

também pela sensibilidade do patógeno a um ou mais compostos em diferentes quantidades. Cabe ressaltar que a concentração de princípios ativos não se apresenta uniforme durante o ciclo de vida da planta, podendo variar com o hábitat, a colheita e a preparação (TESKE; TRENTINI, 1997; ROSWALKA, 2010).

De acordo com Genena et al. (2008), o componente mais abundante encontrado no alecrim é o isocarnosol, que em conjunto com outros, como α -pineno, acetato de bornil, cânfora e carvacrol, são responsáveis pela atividade antimicrobiana da planta. Santos (2016) ao testar óleo de alecrim para controle in vitro do fungo *Sclerotium rolfsii* obteve redução do crescimento micelial a partir da concentração de 0,2%. Outros trabalhos constataram que esse óleo foi capaz de inibir distintamente o crescimento micelial de *Alternaria carthami*, *Alternaria* sp. e *Rhizoctonia solani* (Hillen et al., 2012) e reduzir o crescimento micelial de *Phomopsis sojæ*.

Em quase todos os óleos testados é possível observar uma relação dose-dependente nos casos em que ocorre a inibição gradativa do fitopatógeno com o aumento das concentrações testadas e uma diminuição no IVCM (Índice de velocidade de crescimento micelial).

O uso de óleos essenciais para controle alternativo de antracnose constitui um campo amplo a ser explorado, principalmente sobre as espécies do gênero *Colletotrichum*, pois assim como outros fitopatógenos, estas apresentam alto risco de adquirir resistência a fungicidas convencionais (MYRESIOTIS et al., 2007; RAMOS; ANDREANI JUNIOR; ANDREANI, 2016).

Atrelado a tais fatores, os óleos essenciais de melaleuca, hortelã e alecrim possuem baixa toxicidade para mamíferos, são biodegradáveis, não persistentes no ambiente, apresenta relativo baixo custo de produção, além de apresentarem atividade fungicida, o que foi comprovado nesta pesquisa (LORENZETTI et al., 2011).

No momento, este estudo proporcionou informações importantes sobre o efeito antifúngico de alguns óleos essenciais, abrindo perspectivas para a continuação de pesquisas no campo da biodiversidade e bioprospecção, na busca de espécies vegetais promissoras como fonte para o desenvolvimento de novos óleos essenciais com potencial antifúngico, fato relevante devido ao aumento de resistência dos microrganismos aos fungicidas sintéticos disponíveis na atualidade

(CHAVES et al., 2018) Ainda pouco se sabe a respeito do efeito de óleos essenciais dessas espécies sobre a grande diversidade de fungos fitopatogênicos que atacam culturas economicamente importantes. Tais informações poderiam contribuir para o controle alternativo de algumas doenças e desenvolvimento futuro de novos produtos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de microrganismos através da utilização de óleos essenciais tem grande utilidade prática, pois estas substâncias naturais provenientes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares são em sua maioria de fácil obtenção, com baixo custo e sem toxidez residual, e podem ser uma alternativa para o controle de doenças que causam grandes perdas para produtores e consumidores.

Uma característica relevante que deve ser observada é que os óleos essenciais são produzidos por organismos vivos, sujeitos a várias alterações. Por isso é importante observar o histórico da planta utilizada para a extração desses óleos essenciais, como o local de cultivo, época de coleta, temperatura, pluviosidade e estágio de desenvolvimento. Além disso, verificar sua composição química, antes de afirmar se determinada planta apresenta ou não atividade biológica sobre algum patógeno.

Estudos futuros pretendem identificar os principais compostos dos óleos essenciais utilizados, buscando-se obter informações mais completas sobre concentrações de diferentes óleos que sejam eficazes no controle de fungos, tanto *in vitro* quanto *ex vitro*.

Cabe ressaltar que pesquisas na área de plantas medicinais como defensivos naturais é uma área muito promissora, com possibilidade de novas e relevantes descobertas, porém, deve ser alicerçada em estudos interdisciplinares, para que se obtenham resultados conclusivos. As plantas são uma fonte inesgotável de compostos, muitos desconhecidos, que podem servir de modelo para síntese química, gerando produtos de baixo custo, eficazes, ambientalmente seguros, com controle de qualidade, e principalmente, que atendam às necessidades dos produtores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G.S.M **Potencial de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos em póscolheita de morango**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos., Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Cap. 5.
- AL-SEREITI, M. R.; ABU-AMER, K. M.; SEN, P. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L. Linn.) and its therapeutic potentials. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 37, n. 2, p. 124–130, 1999.
- BARBIERI, T.P et al. Effect of Essential Oils on the Mycelial Growth Situ I. **Cadernos de Agroecologia**, Mato Grosso do Sul, v. 13, n. 2, p.1-8, 04 jan. 2019.
- BARBOSA, M.S. et al. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa spp.*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.2, p.254-261, 2015.
- BONETT, L.P. et al. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 116-125, 2012.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, Utrecht, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2007.
- CARVALHO, G. A.; SANTOS, N. M.; PEDROSO, E. C.; TORRES, A. F. **Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve – manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus Var. *Acephala***. Arquivos do Instituto Biológico, v. 75, n. 2, p. 181-186, 2008.
- CHAVES, M.V. et al. Potencial fungicida de plantas medicinais do cerrado da costa leste do estado de mato grosso do sul. **Revista Saúde e Meio Ambiente – Resma**, Três Lagoas, v. 6, n. 1, p.71-80, 2018.
- COX, S.D. et al., The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). **Journal of Applied. Microbiology**, v.88, p.170–175, 2000.
- DAVID, E.F.S.; MISCHAN, M.M.; BOARD,C.S.F. Desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de menta (*Mentha piperita* L. L.) cultivada em situações nutritivas com

diferentes níveis de fósforo. In **Revista Brasileira de plantas medicinais**. V.8, 183-188. 2007.

GENENA, A. K. et al. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*): a study of the composition, antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with supercritical carbon dioxide. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 463-469, abr./jun. 2008.

HAMMER, KA et al. Antifungal effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its components on *Candida albicans*, *Candida glabrata* and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, n. 53, p. 1081-1085, 2004.

HILLEN, T. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 439-445, 2012.

HOFLING, J. F.; MIGLIORANZA, B. A. DE O.; SALLES, F. C.; MENDONÇA, H. B.; PETINATE, V. DOS S. Avaliação da toxicidade *in vitro* e *in vivo* de *melaleuca alternifolia*. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, n. 26, 20 fev. 2019.

LORENZETTI, E.R. et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 13, n. , p.619-627, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722011000500019>.

MARTINS, JAS et al. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial *in vitro* de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 49-51, 2010.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Editores) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE, Recife, Imprensa Universitária, 2005.

NASCIMENTO, F. C. P. et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais: uma abordagem multifatorial dos métodos. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v.17, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v17n1/a20v17n1.pdf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2012.

NERY-SILVA, F.A. et al. Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1374-1379, (2007a).

NOZAKI, M.; DETONI, A.M.; DONADEL, Fernando. Controle alternativo de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de goiaba com óleos essenciais. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas**, Campo Grande, v. 17, n. 2, p.63-69, 2013.

RAMOS, K.; ANDREANI JUNIOR, R.; ANDREANI, D.i. Kozusny-. Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 21, p.605-612, 2016. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/15_192.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 53-58, 2000.

ROSWALKA, L.C. Óleos essenciais: **ação sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum musae*, associados ou não a película de fécula de mandioca no controle da antracnose em goiaba**. 2010. 198 p Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SANTOS, C.O. **Óleo essencial de *Mentha piperita* L. L: uma breve revisão de literatura**. 2011. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2011.

SANTOS, D.D.B. et al. Efeito de óleo de *Melaleuca alternifolia* na inibição de fungos pós-colheita da manga. **Embrapa**, Petrolina, v. 1, n. 1, p.97-100, 2018.

SANTOS, G.C. **Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais no controle do fungo *Sclerotium rolfsii* na cultura do tomate**. 2016. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2016.

SILVA, A.C. et al. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1853 -1860, (2009a).

SILVA, J. R.; CORDEIRO, Z. J. M. **Fitossanidade na exportação de banana**. In: **CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). Banana: fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Serviço de Produção de Informação, 2000. p. 9-14. (Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Frutas do Brasil, 8).

SILVA, J.S. et al. Óleo essencial de *Mentha arvensis* L. como agente no controle de fungos fitopatógenos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, p.99-100, 2012.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, I. L. S. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle (Revisão). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.

SOUSA, R.M.S.; SOUZA, I.M.R.; MELO, T.A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 42-47, (2012a).

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. V. 27, p. 186-192, 2002.

TAVARES, G.M.; SOUZA, P.E. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da Antracnose do Mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium Compêndio de fitoterapia**. 3. ed. Curitiba: Herbarium Laboratório Botânico, 1997.

TYAGI, A.K.; MALIK, A. Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* L. oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. **Food control**, v.22, Issue, 2011, p.1707-1714.

YU, M. H.; CHOI, J. H.; CHAE, I. G.; et al. Suppression of LPS-induced inflammatory activities by *Rosmarinus officinalis* L. L. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 1047–1054, 2013. Elsevier Ltd.

ANEXO 1

Revista brasileira de plantas medicinais

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope and policy

The Brazilian Journal of Medicinal Plants [BJMP] is a quarterly publication devoted to the dissemination of original articles, reviews and preliminary notes, which must be inedited, covering the broad areas of medicinal plants. Manuscripts involving clinical trials must be accompanied of an authorization by the Ethics Committee of the Institution where the experiment was carried out. The articles can be written in Portuguese, English or Spanish; however, an abstract in both English and Portuguese is obligatory, independently of the used language. Papers should be sent by e-mail to rbpm.sbp@gmail.com, typed in Arial 12, double space, 2cm margins, Word for Windows. Telephone numbers for any urgent contact should also be included in the submission e-mail. The articles should not exceed 20 pages.

For publication of articles submitted to RBPM after 1 st April 2013, there is a cost of \$ 300 (three hundred reais) to be paid by the authors only by receiving the acceptance letter, when they will receive also the invoice and payment instruction.

Format and preparation of manuscripts

REVIEWS AND PRELIMINARY NOTES

Reviews and Preliminary Notes must be basically structured into Title, Authors, Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key words, Text, Acknowledgement (optional), and References.

Special attention should be given to Review Articles; Ipsi-Litteris citation from other published texts must be avoided since it means plagiarism by law.

ARTICLES

Articles must be structured as follows:

TITLE: The title must be clear and concise, typed in bold, with only the first letter in

uppercase, and centralized on the top of the page. A subtitle, if available, must follow the title, in lowercase letters, and may be preceded by a roman numeral. The common names of medicinal plants must be followed by their scientific names in parentheses, available at www.tropicos.org and www.ipni.org.

AUTHORS: Cite first the last name of authors in full (use only the initials of first

and

intermediate names without spaces and separated by commas), in uppercase letters and bold, starting two lines below the title. Following each author's name, a superscript number must indicate the respective Institution and address (street, zip code, town, country). The corresponding author must be identified with an e-mail address. Authors' names must be separated by a semicolon.

RESUMO: "Resumo" must be on the title page, starting two lines below the authors' names. It must be written in only one paragraph containing aims, summarized material and methods, main results, and conclusion. No literature citations must be included. **Palavras-chave:** "Palavras-chave" must start one line below "Resumo" at the left margin, typed in bold, and should include up to five words separated by commas.

ABSTRACT: It must contain the title and the abstract in English, with the same format as that in Portuguese (single paragraph), except for the title which must be typed in bold with the first letter in uppercase and included after the word ABSTRACT.

Key words: The key words in English must be typed below the **ABSTRACT** and should include up to five words separated by commas

INTRODUCTION: The introduction must contain a brief literature review and the aims of the work. Authors must be cited in the text according to the following examples: Silva (1996); Pereira & Antunes (1985); (Souza & Silva, 1986), or when there are more than two authors, Santos et al. (1996).

MATERIAL AND METHOD: The employed original techniques must be completely described or references to previous works reporting these methods should be included. Statistical analyses must also contain references. In the methods, the following data regarding the studied species must be presented: scientific name and author, name of the Herbarium where the voucher species is stored and its respective number (Voucher Number).

RESULT AND DISCUSSION: These can be presented separately or as a single section, including a summarized conclusion at the end.

ACKNOWLEDGEMENT: If necessary, acknowledgements must be written in this section.

REFERENCE: References must follow the examples below:

Journals:

AUTHOR(S) separated by semicolons without spaces between initials. Paper title. **Journal title in full**, volume, number, first page-last page, year.

KAWAGISHI, H. et al. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. **Carbohydrate Research**, v.186, n.2, p.267-73, 1989.

Books:

AUTHOR. **Book title**. Edition. Publication place: Publisher, Year. Total number of pages. MURRIA, R.D.H.; MÉNDEZ, J.; BROWN, S.A. **The natural coumarins**: occurrence, chemistry, and biochemistry. 3.ed. Chinchester: John Wiley & Sons, 1982. 702p.

Book Chapters:

AUTHOR(S) OF THE CHAPTER. Chapter title. In: AUTHOR (S) of the BOOK. **Book title**: subtitle. Edition. Publication place: Publisher, year, first page-last page. HUFFAKER, R.C. Protein metabolism. In: STEWARD, F.C. (Ed.). **Plant physiology**: a treatise. Orlando: Academic Press, 1983. p.267-33.

PhD or Master Thesis:

AUTHOR. **Title**: subtitle. Year. Total number of pages. Category (degree and concentration area) - Institution, University, Place. OLIVEIRA, A.F.M. **Caracterização de Acanthaceae medicinais conhecidas como anador no nordeste do Brasil**. 1995. 125p. Dissertation (Master's - Concentration area in Botany) - Department of Botany, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Papers from Events:

AUTHOR(S). Paper title. In: Title of the event in uppercase letters, number, year, place. **Publication type**... Place: Publisher, year. first page-last page. VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. Estudos etnobotânicos de espécies medicinais de uso popular no Cerrado. In: INTERNATIONAL SAVANNA SYMPOSIUM, 3., 1996, Brasília. **Proceedings** Brasília: Embrapa, 1996. p.169-71.

Electronic Publication:

AUTHOR(S). Paper title. **Journal title**, volume, number, first page-last page, year. Place: publisher, year. Pages. Available at: <<http://www.....>>. Accessed on: day month (abbreviated) year. PEREIRA, R.S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinária. **Revista de Saúde Pública**, v.38, n.2, p.326-8, 2004. Available at: <http://www.scielo.br>. Accessed on: 18 Apr. 2005. Do not cite abstracts or research reports unless the information is extremely important and has not been published as a different format. Personal communications must be written as footnotes on the page they are cited but should be avoided if possible. Citations such as "Almeida (1994) cited by Souza (1997)" should also be avoided.

TABLES: Tables must be inserted within the text and typed in Arial 10, single space. The word TABLE must be typed in uppercase letters followed by Arabic numerals; in the text, tables must be typed in lowercase letters (Table). The

Table title must be typed in Arial 12 while the data within the Table must be in Arial 10.

FIGURES: Illustrations (graphs, photographs, drawings, maps) must be typed in uppercase letters followed by Arabic numerals, Arial 12, inserted within the text. When cited in the text, lowercase letters should be used (Figure). Captions and axes must be typed in Arial 10. Photographs must be sent in separate files of 300 DPI resolution, 800 x 600, JPEG extension, for publication printing.

Review Process: The manuscripts are analyzed by at least two reviewers, according to a guide for evaluation mainly based on the scientific approach. The reviewers will recommend the acceptance, with or without the need of reevaluation, rejection or changes; in the latter case, the rewritten article will return to the reviewer for a final evaluation. When at least 2 reviewers approve the manuscript, with no need of a reevaluation, it will be ready for publication and the author will receive the acceptance letter and instructions for cost payment (R\$ 300/manuscript)*. Reviewers' names are hidden, and the authors' names are also concealed from reviewers.

* Only approved articles submitted after 1st April 2013 must pay for publication costs.

Copyright: When submitting an article to the journal, the authors must be aware that if it is accepted for publication, its copyright, including rights for reproduction in all media and formats, will be exclusively ceded to the Brazilian Journal of Medicinal Plants. The journal will not refuse legitimate requests by the authors to reproduce their articles.

ATTENTION: Articles not consistent with these standards will be returned to authors.

Note: Opinions and concepts reported in the papers constitute the author's exclusive responsibility. However, the Editorial Board has the right to suggest or require the modifications they judge necessary.

Submission of manuscripts

Papers should be sent by e-mail to rbpm.sbpm@gmail.com.