



Óleos essenciais e eugenol no controle *in vitro* de fungos fitopatogênicos de pós-colheita.

Essential oils and eugenol in the “in vitro” control of post-harvest phytopathogenic fungi.

Carolina Faria Ferreira¹, Elisa Mitsuko Aoyama², Andrea Dantes de Souza¹, Nara Lucia Perondi Fortes³, Marcos Roberto Furlan³

¹Faculdade Integral Cantareira, ²Univerdidade Federal do Espírito Santo, ³Universidade de Taubaté

RESUMO

Tendo em vista que óleos essenciais de plantas podem possuir bioativos com ação antifúngica, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito desses compostos sobre crescimento micelial e esporulação *in vitro* de fungos fitopatogênicos de pós-colheita. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, e os tratamentos, aplicados em *Alternaria solani*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium roseum*, *Fusarium sp.*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Monilinia fructicola* e *Sclerotinia sclerotiorum*, foram: DMSO (controle negativo); óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon winterianus*), de orégano (*Origanum vulgare*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*); eugenol, obtida do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e Captan® (controle positivo). Inóculos dos fungos foram estriados em placas de Petri contendo meio batata dextrose ágar (BDA), com auxílio de swab estéril. No centro de cada placa foi adicionado um disco estéril, com 5 µL dos tratamentos. As placas foram incubadas a 28±2°C em estufa, e, posteriormente, foi realizada a medição dos halos de inibição com auxílio de paquímetro digital e contagem de unidades formadoras de colônia (UFC). Os dados de halos de inibição foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%). Os principais resultados, considerando diferenças significativas entre médias de halos, foram: eugenol melhor ação em sete fungos; citronela e orégano em três fungos; Captan® em apenas um. Quanto à esporulação, o óleo de citronela, se destacou, afetando o desenvolvimento de cinco fungos. Conclui-se que os óleos essenciais e o eugenol possuem potencial para o controle de fungos em pós-colheita.

Palavra-chave: Fitopatógenos, Compostos bioativos, Fungicida, Extratos naturais, Controle alternativo.



ABSTRACT

Since essential oils of plants can have bioactive with antifungal action, the objective of the present study was to evaluate the effect of these compounds on mycelial growth and *in vitro* sporulation of post-harvest phytopathogenic fungi. A completely randomized design with three replicates was used, and the treatments applied to *Alternaria solani*, *Alternaria* sp., *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium roseum*, *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Monilinia fructicola* and *Sclerotinia sclerotiorum*, were: DMSO (negative control); essential oils from citronella (*Cymbopogon winterianus*), oregano (*Origanum vulgare*) and melaleuca (*Melaleuca alternifolia*); eugenol, obtained from clove (*Syzygium aromaticum*) and Captan® (positive control). Inoculum of the fungi were grooved on Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) with the aid of a sterile swab. In the center of each plate was added a sterile disc, with 5 µL of the treatments. The plates were incubated at 28 ± 2 °C in an oven, and then the inhibition halos were measured using a digital caliper and colony forming unit count (CFU). The inhibition halos data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test (5%). The main results, considering significant differences between averages of halos, were eugenol best action in seven fungi, citronella, and oregano in three fungi, Captan® in only one. As for sporulation, the citronella oil, stood out, affecting the development of five fungi. It is concluded that the essential oils and eugenol have potential for the control of post-harvest fungi.

Keyword: Phytopathogens, Bioactive compounds, Fungicide, Natural extracts, Alternative control

INTRODUÇÃO

A pós-colheita é o período que se estende da colheita até o consumo do produto agrícola. Nesta etapa ocorrem grandes perdas causadas por deteriorações. Estima-se que no Brasil as perdas de frutas e hortaliças, entre a colheita destas e a sua chegada ao consumidor, chegam a até 40%, sendo que essas perdas podem ser quantitativas e/ou qualitativas, e reduzem o valor comercial do produto (RINALDI, 2011).

As perdas na fase de pós-colheita podem ocorrer por injúrias fisiológicas, patológicas e mecânicas. Tendem a ser maiores em regiões tropicais, devido aos fatores que são determinantes

para o desenvolvimento de doenças, como, por exemplo, condições ambientais favoráveis de alta umidade e temperaturas mais elevadas, em conjunto com a ausência da cadeia de frio adequada, principalmente quando se trata de frutas (PARISI et al., 2012).

Terao et al. (2009) observaram que as doenças que ocorrem na pós-colheita causam grandes prejuízos na comercialização de frutas tropicais, principalmente porque no destino final os sintomas surgem com a maturação fisiológica, em frutas que estavam aparentemente sadias no embarque. Ainda de acordo com os autores, a incerteza quanto à sanidade da fruta repercute na utilização



indiscriminada de fungicidas nos tratamentos pós-colheita, e ocasiona a contaminação dos produtos, os quais poderão ser rejeitados se for detectada presença de resíduos químicos além dos limites máximos de resíduos (LMR) permitidos.

De acordo com Parisi et al. (2015), os fungos são considerados os principais agentes causais de doenças de pós-colheita, ocasionando de 80 a 90% do total dessas, e, geralmente, infectam predominantemente os frutos, por esses terem, em sua maioria, pH abaixo de 4,5. Os principais gêneros fúngicos causadores de doenças de pós-colheita de frutos e hortaliças, segundo estes autores, são *Alternaria*, *Botrytis*, *Botryosphaeria*, *Colletotrichum*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Rhizopus* e *Sclerotinia*.

Análises realizadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da ANVISA, no ciclo 2017/2018 do plano plurianual 2017-2020, em amostras coletadas de plantas alimentícias cultivadas nas 27 Unidades Federadas do Brasil, indicaram que das 4.616 amostras analisadas, 5,4% apresentaram resíduos de agrotóxicos em concentrações acima do limite máximo de resíduos (LMR) e 20,4% das amostras apresentaram resíduos não autorizados para a cultura (ANVISA, 2020).

Estes resultados justificam que se realizem estudos com objetivo de verificar métodos alternativos de controle, eficientes e que permitam o consumo de alimentos livres de resíduos. Segundo Celoto et al. (2008), existe a possibilidade de

encontrar substâncias antifúngicas de origem natural devido à grande diversidade de compostos presentes nos vegetais, os quais poderiam ser utilizadas diretamente pelo produtor, por meio do cultivo da planta com efeito fungicida ou aplicação do seu extrato diretamente nos cultivos comerciais.

Muitos metabólitos secundários produzidos pelos vegetais apresentam atividade inseticida e antimicrobiana, sendo uma forte promessa na luta contra a redução e a proliferação destes inimigos (MAIA & ANDRADE, 2009). Dentre esses compostos, os óleos essenciais, por exemplo, inibem o crescimento micelial e a germinação de esporos, provocam a indução direta de fitoalexinas devido à presença de compostos com características elicitoras (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000).

Lorenzetti et al. (2011) destacaram que ocorre uma tendência em expansão nos cultivos orgânicos e novos produtos são desejados para atender as necessidades impostas pelas atuais normas de controle fitossanitário. Entretanto, o avanço da agricultura orgânica esbarra na falta de subsídios para pesquisas mais elaboradas no manejo dessas doenças.

OBJETIVO

Como contribuição à busca por produtos naturais no controle de fitopatógenos, o objetivo da presente pesquisa foi verificar o efeito de óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon winterianus*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), orégano (*Origanum vulgare*) e do composto eugenol obtido



do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), sobre o crescimento micelial e a esporulação *in vitro* em fungos fitopatogênicos em pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Apoio Tecnológico (CEATEC) da Faculdade Integral Cantareira, em São Paulo – SP.

Os fitopatógenos foram obtidos em produtos vegetais adquiridos comercialmente, contendo sintomas de infecção por fungos (Quadro 1). Para a obtenção da cultura pura do patógeno, foi realizado o isolamento do mesmo por meio da repicagem do tecido infectado, em placas de Petri com meio de cultura batata dextrose ágar (BDA), conforme metodologia desenvolvida por Dhingra e Sinclair (1981).

Os tratamentos utilizados nos testes foram os óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon winterianus*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e orégano (*Origanum vulgare*) e composto eugenol, obtido de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), adquiridos comercialmente. Para o controle negativo foi utilizado DMSO (Dimetilsulfóxido) e para controle positivo, fungicida comercial Captan®.

A transferência dos fungos para as placas de Petri contendo meio batata dextrose ágar (BDA), foi realizada com o auxílio de *swab* estéril, transferindo-se partes do micélio de culturas puras dos fungos, por meio do estriamento. Posteriormente, conforme metodologia de Kirby e Bauer (BAUER et

al., 1966), foram adicionados discos estéreis de 7mm no centro de cada placa, onde foi pipetado 5 µL dos tratamentos supracitados. As placas de Petri foram incubadas à 28±2°C em estufa, até o micélio do patógeno do controle negativo (DMSO) cobrir toda a superfície do meio de cultura na placa de Petri (80 mm).

Quadro 1. Patógenos utilizados e seus respectivos hospedeiros de isolamento.

Box 1. Pathogens used and their respective isolation hosts.

Patógeno	Hospedeiro
<i>Alternaria solani</i>	<i>Solanum lycopersicum</i> – Tomate
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Hylocereus undatus</i> – Pitaya
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Vitis</i> sp. – Uva
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fragaria vesca</i> – Morango
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Mangifera indica</i> – Manga
<i>Fusarium roseum</i>	<i>Cucumis melo</i> – Melão
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Eriobotrya japonica</i> – Nêspira
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	<i>Anarcadium occidentale</i> – Caju
<i>Monilinia fructicola</i>	<i>Prunus persica</i> – Pêssego
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> – Feijão

As medidas dos halos de inibição do crescimento micelial foram realizadas em dois sentidos perpendiculares, com auxílio de paquímetro digital. Halos que apresentaram



medidas acima de 10 mm foram considerados promissores no controle do fungo.

Posteriormente, foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), quando foi adicionado 1 mL de água estéril sobre os micélios das placas e realizada raspagem com o auxílio de uma alça de Drigalski, o líquido resultante foi transferido para um tubo, adicionou-se uma gota de detergente Tween 80, sendo a solução homogeneizada em um agitador vortex e posteriormente transferida para câmara de Neubauer para contagem dos esporos em microscópio óptico. Para calcular o número de esporos, os resultados da contagem foram submetidos ao programa Calibra.

O delineamento foi inteiramente casualizado e apresentou para cada fitopatógeno avaliado, seis tratamentos com três repetições cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%, utilizando o programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Halos de inibição de crescimento micelial

Os resultados obtidos nas avaliações dos halos de inibição de crescimento micelial estão descritos na Tabela 1.

O óleo essencial de citronela (*C. winterianus*) apresentou potencial no controle de sete fungos avaliados, apresentando halos de inibição do crescimento micelial superiores a 10 mm, diferentemente dos fungos *C. gloeosporioides*, *F. roseum* e *S. sclerotiorum*, com as médias de 4,115

mm, 9,081 mm e 0,000 mm, respectivamente. O mesmo óleo essencial proporcionou maior ação inibitória nos fungos *B. cinerea*, *Fusarium* sp. e *M. fructicola*, pois apresentaram, respectivamente, 80 mm, 74,495 mm e 53,836 mm, sendo os maiores halos de inibição do crescimento micelial para esse tratamento, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos demais tratamentos para esses fungos. Quando comparado com o fungicida comercial Captan®, usado como controle positivo, o óleo essencial de citronela apresentou halos significativamente maiores nos fungos *Alternaria* sp., *B. cinerea* e *Fusarium* sp.

Pesquisas com citronela ou espécies do gênero *Cymbopogon* já demonstraram que possuem potencial antimicrobiano. Brum (2012), em seu estudo sobre a atividade antifúngica de diferentes óleos essenciais, concluiu que o óleo essencial de *Cymbopogon citratus* foi o mais eficiente na inibição do desenvolvimento dos fungos *Didymella bryoniae* e *Rhizoctonia solani*, uma vez que os fitopatógenos apresentaram crescimento micelial somente na menor concentração do óleo essencial testada.

Seixas et al. (2011), avaliando o potencial antifúngico do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) e do composto citronelal sobre o crescimento micelial do patógeno *Fusarium subglutinans*, obtiveram resultados indicando que o óleo essencial de citronela proporcionou menor taxa de crescimento micelial do fungo em todas as concentrações testadas, quando comparado com o citronelal, composto majoritário de *C. nardus*.



Tabela 1. Médias dos halos de inibição de crescimento micelial (mm) dos patógenos avaliados sob ação de óleos essenciais e eugenol.

Table 1. Averages of mycelial growth inhibition halos (mm) of pathogens evaluated under the action of essential oils and eugenol.

Patógenos	Tratamentos											
	DMSO	Óleo de Citronela	Óleo de orégano	Óleo de melaleuca	Eugenol	Captan®	C.V.%					
	Médias (mm)											
<i>Alternaria solani</i>	o d	12,365	c	28,423	B	o	d	45,473	a	7,333	cd	23,61
<i>Alternaria sp.</i>	o e	22,256	c	38,686	B	14,533	cd	61,258	a	8,906	de	19,69
<i>Aspergillus niger</i>	o e	22,676	c	29,651	Ab	8,250	d	33,198	a	25,305	bc	8,10
<i>Botrytis cinerea</i>	o e	80,000	a	o	E	11,703	d	57,258	b	36,435	c	11,91
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	o b	4,115	b	15,978	B	o	b	40,030	a	12,613	b	60,20
<i>Fusarium roseum</i>	o d	9,081	bc	16,603	Ab	2,753	cd	24,016	a	15,945	b	24,38
<i>Fusarium sp.</i>	o e	74,495	a	44,168	Bc	15,063	de	52,705	b	27,228	cd	17,88
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	o c	19,716	b	42,816	A	o	c	20,483	b	7,483	bc	35,62
<i>Monilinia fructicola</i>	o c	53,836	a	5,328	C	11,703	bc	43,525	a	37,133	ab	39,84
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	o c	o	c	10,908	B	o	c	30,415	a	12,620	b	26,28

Notas: Médias seguidas da mesma letra na linha, não possuem diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5%.

C.V.= Coeficiente de variação.



Os autores ainda concluíram que o sinergismo de todos os compostos presentes no óleo essencial pode ter proporcionado maior efeito fungistático em relação ao composto citronelal.

O óleo essencial de orégano (*O. vulgare*) proporcionou halos acima de 10 mm em oito dos dez fungos avaliados, não representando efetividade no controle dos fungos *B. cinerea* (0 mm) e *M. fructicola* (5,328 mm). Os fungos submetidos ao tratamento com óleo essencial de orégano que apresentaram os melhores resultados de halo de inibição de crescimento micelial foram *L. theobromae* (42,816 mm), seguido de *A. niger* (29,651 mm) e de *F. roseum* (16,603 mm), diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos demais tratamentos para esses fungos.

Em relação ao tratamento com Captan®, o óleo essencial de *O. vulgare* proporcionou resultados significativamente maiores ($p \leq 0,05$) nos fungos *A. solani*, *Alternaria* sp. e *L. theobromae*. Pereira et al. (2006), avaliando os efeitos inibitórios, *in vitro*, de óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), cebola (*Allium cepa*), manjerição (*Ocimum basilicum*), menta (*Mentha piperita*) e orégano (*Origanum vulgare*), diluídos em diferentes concentrações em meio de cultura, sobre o desenvolvimento micelial de *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus flavus* e *Fusarium* sp., relataram que o óleo essencial de orégano foi o mais eficiente no controle dos fungos, pois inibiu o desenvolvimento dos fungos avaliados em todas as concentrações testadas, com exceção do fungo *A. niger* que teve o seu crescimento micelial inibido a

partir da concentrações mais elevadas.

Dos fungos submetidos ao tratamento com óleo essencial de melaleuca (*M. alternifolia*), apenas quatro fungos apresentaram halos de inibição de crescimento micelial superiores a 10 mm, sendo eles *Alternaria* sp. (14,533 mm), *B. cinerea* (11,703 mm), *Fusarium* sp. (15,063 mm) e *M. fructicola* (11,703 mm), indicando que o óleo possui potencial de controlar esses fungos. Entretanto, o tratamento com óleo essencial de melaleuca não se sobressaiu em relação aos demais tratamentos ($p \leq 0,05$), apresentando halos reduzidos na maioria dos fungos avaliados.

Em contrapartida, Souza et al. (2015) relataram em seu trabalho que o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* se mostrou eficiente na inibição do crescimento micelial de *Cercospora beticola* e na redução da cercosporiose na beterraba, promovendo ganho de peso e de diâmetro das raízes de beterraba sem causar fitotoxicidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al. (2010), que verificaram que o óleo de *M. alternifolia*, quando adicionado em concentrações a partir de 0,2% em meio de cultura, reduziu o crescimento micelial dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *S. sclerotiorum* e *Alternaria alternata*.

De acordo com Martins et al. (2010), os estudos relacionados ao óleo de melaleuca, aplicam-se, em grande parte, no controle de doenças humanas e outros animais, existindo poucos estudos na literatura sobre a utilização do óleo de melaleuca para o controle de microrganismos fitopatogênicos.

Com relação à atuação do composto de



eugenol, o mesmo proporcionou halos superiores a 10 mm em todos os fungos avaliados, apresentando os melhores resultados de ação inibitória do crescimento micelial, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos demais, em sete dos dez fungos avaliados, sendo eles, *Alternaria* sp. (61,258 mm), *A. solani* (45,473 mm), *M. fructicola* (43,525 mm), *C. gloeosporioides* (40,03 mm), *A. niger* (33,198 mm), *S. sclerotiorum* (30,415 mm) e *F. roseum* (24,016 mm). Comparado com o tratamento com Captan®, o eugenol proporcionou resultados significativamente maiores ou iguais ($p \leq 0,05$) em todos os fungos avaliados.

O desempenho eficaz do composto de eugenol obtido sobre o crescimento micelial dos fungos avaliados, corrobora com os resultados obtidos por Costa et al. (2011), que avaliaram ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* sobre as hifas de fungos e constataram em análise cromatográfica que o componente majoritário do óleo foi o eugenol (83,6%). Na análise microscópica dos micélios de *R. solani*, *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum*, quando sob ação do óleo, os autores constataram desorganização dos conteúdos celulares, diminuição na nitidez da parede celular, intensa fragmentação e menor turgência das hifas, indicando degeneração celular, eventos esses que contribuíram para o controle de 100% do crescimento micelial desses fungos.

Lorenzetti et al. (2011) avaliando o efeito dos componentes voláteis de óleos essenciais, com aplicação dos óleos em discos de papéis de filtro,

sem contato direto do óleo com o patógeno, constataram que o capim-limão (*C. citratus*) apresentou 100% de inibição do crescimento micelial de *B. cinerea* e os óleos de canela, melaleuca, menta, eucalipto, cravo e palmarosa apresentaram de 80 a 59% de controle do crescimento micelial em relação à testemunha.

Quanto a utilização de óleos essenciais *in vivo*, Aquino et al. (2012) avaliaram o efeito fungitóxico dos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), de capim-santo (*C. citratus*) e de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), nas concentrações 0; 2; 4; 6 e 8 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$ na submersão de frutos de maracujazeiro-amarelo, sobre lesões causadas pelo fungo *C. gloeosporioides*. Relataram o decréscimo no diâmetro das lesões com o aumento das concentrações dos óleos e observaram que o óleo de *C. citratus* diferiu dos demais óleos em estudo, pois proporcionou menor diâmetro das lesões até a concentração de 6 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Tendo em vista o exposto, os óleos essenciais de plantas podem apresentar um grande potencial no controle alternativo de doenças em pós-colheita, entretanto ainda se faz necessário avaliar a aplicabilidade dessas substâncias *in vivo* e se elas podem influenciar nas características organolépticas dos vegetais.

Esporulação

Na avaliação da esporulação dos fungos submetidos aos diferentes tratamentos, o óleo essencial de citronela obteve as médias mais baixas



de esporos, quando comparadas aos outros tratamentos, em *A. solani*, *A. niger*, *F. roseum*, *Fusarium* sp. e *L. theobromae* (Tabela 2). O óleo essencial de melaleuca obteve as médias mais baixas para os fungos *B. cinerea*, *L. theobromae* e *S. sclerotiorum*; assim como o óleo essencial de orégano para os fungos *Alternaria* sp. e *L. theobromae*, o eugenol para os fungos *F. roseum* e *M. fructicola* e Captan® para os fungos *C. gloeosporioides* e *S. sclerotiorum*.

O efeito de óleos essenciais sobre a esporulação de fungos também foi estudado por Lorenzetti et al. (2011), que avaliaram a produção de conídios de *Botrytis cinerea* sobre ação dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon martini*, *Mentha piperita*, *Corymbia citriodora*, *Cinnamomum zeilanicum* e *Syzygium aromaticum*. Os autores constataram que esses óleos essenciais inibiram completamente a esporulação do fungo. No entanto, outros óleos avaliados, como os de *Melaleuca alternifolia* e de *Cymbopogon nardus*, apresentaram resultados de produção de conídios de $175,75 \times 10^6$ e $88,5 \times 10^6$, respectivamente.

Fialho et al. (2015), testando a atividade antifúngica *in vitro* e em campo do óleo essencial de 16 espécies, incluindo *Origanum vulgare*, *Cymbopogon winterianus*, *Eugenia caryophyllum* e *Melaleuca alternifolia*, no controle de *Phakopsora euvtis*, agente causal da ferrugem da videira, concluíram que todos os óleos essenciais testados *in vitro* apresentaram efeito significativo sobre a inibição da germinação de esporos de *P. euvtis* e o

óleo essencial de *C. winterianus* reduziu significativamente a severidade da ferrugem em videira em condições de campo.

Os fungos *B. cinerea*, *C. gloeosporioides*, e *L. theobromae*, obtiveram médias de esporulação reduzidas, quando comparados com os demais fungos. Observou-se também que o fungo *S. sclerotiorum* obteve a maior média de esporulação quando submetido ao tratamento com óleo essencial de citronela, assim como o fungo *F. roseum* obteve média relativamente elevada, em relação aos outros tratamentos, quando submetido ao tratamento com óleo essencial de melaleuca (Tabela 2).

Para determinados fungos, as médias de esporulação se apresentaram mais elevadas nos tratamentos nos quais foram utilizados óleos essenciais e Captan® do que no tratamento de controle negativo DMSO, como é o caso do óleo de citronela em *S. sclerotiorum*, o óleo de orégano em *A. solani* e *M. fructicola*, o óleo de melaleuca em *F. roseum* e o Captan® em *Alternaria* sp. e *A. niger*.

Esses resultados podem estar relacionados com o fato de que, em alguns casos, fatores externos podem estimular a esporulação de certos fungos. Nozaki et al. (2004) observaram que a esporulação *in vitro* de fungos pode ser influenciada por fatores nutricionais e ambientais como a temperatura e luminosidade, e podem induzir ou inibir a formação de estruturas reprodutivas.



Tabela 2. Médias de esporulação (UFC – Unidades Formadoras de Colônias) dos patógenos avaliados sob ação de diferentes óleos essenciais.

Table 2. Sporulation averages (UFC – Colny Forming Units) of the pathogens evaluated under the action of different essential oils.

Patógenos	Tratamentos					
	DMSO	Óleo de citronela	Óleo de orégano	Óleo de melaleuca	Eugenol	Captan®
Esporulação (x10 ⁶)						
<i>A. solani</i>	0,2050	0,0793	0,2070	1,0100	0,9400	1,9000
<i>Alternaria sp.</i>	1,120	0,703	0,177	0,423	1,100	1,400
<i>A. niger</i>	49,0	21,0	39,0	28,0	29,0	52,0
<i>B. cinerea</i>	0,360	0,093	0,140	0,025	0,043	0,210
<i>C. gloeosporioides</i>	17,0000	0,2300	0,0083	3,2000	0,0083	0,0000
<i>F. roseum</i>	190,0	120,0	170,0	310,0	120,0	140,0
<i>Fusarium sp.</i>	3,800	0,033	2,300	1,600	0,730	0,400
<i>L. theobromae</i>	0,01130	0,00000	0,00000	0,00000	0,00033	0,00033
<i>M. fructicola</i>	1,40	3,30	3,80	0,22	0,20	0,90
<i>S. sclerotiorum</i>	130,0	330,0	150,0	120,0	150,0	120,0

CONCLUSÕES

Os óleos essenciais e o composto eugenol apresentam potencial no controle dos fungos avaliados. No entanto, a influência no crescimento micelial e na esporulação, para cada fungo, depende de qual espécie vegetal fornece o óleo essencial.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxico em Alimentos (PARA), Relatório das amostras analisadas no**

período de 2017-2019, Primeiro ciclo do plano Plurianual

2017-2020. Brasília: ANVISA, 2014. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+%E2%80%93+PARA+2017-2018_Final.pdf/e1doc988-1e69-4054-9a31-70355109acc9>. Acesso em: 15 jul. 2020.

AQUINO, C. F. et al. Ação e caracterização química de óleos essenciais no manejo da antracnose do maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34(4): 1059-1067, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000400012&lng=en&nrm=iso>. Acesso



em: 18 out. 2017.

BAUER, A. W. et al. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal Clinical Path**, 45: 493-496, 1966.

BRUM, R. B. C. S. **Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Guaripi. 2012. Disponível em: <<http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/RÚBIA%20BORGES%20CRUZ%20SARMENTO%20BRUM.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

CELOTO, M. I. B. et al. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum, Agronomy**, 30 (1): 01-05, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1104/617>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

COSTA, A. R. T. et al. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, 13(2): 240-245, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200018>. Acesso em: 12 out. 2017.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic plant pathology methods**. Florida, USA: CRC Press, 1981, 355p.

FIALHO, R. O. et al. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Phakopsora euvit*is, agente causal da ferrugem da videira. **Arquivos do Instituto Biológico**, 82:1-7, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572015000100211&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 maio 2017.

LORENZETTI, E. R. et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, 13: 619-627, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 abr. 2017.

MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. A. Database of the amazon aromatic plants and their essential oils. **Química Nova**, 32(3): 595-622, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a06v32n3.pdf>>. Acesso em: 01 de maio 2017.

MARTINS, J. A. S. et al. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial *in vitro* de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal**, 27(1): 49-51, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277029587_Avaliacao_do_efeito_do_oleo_de_melaleuca_sobre_o_crescimento_micelial_in_vitro_de_fungos_fitopatogênicos_Evaluation_of_the_effect_of_melaleuca_oil_on_mycelial_growth_of_phytopathogenic_fungi_in_vitro>. Acesso em 13 out. 2017.

NOZAKI, M. H. et al. Caracterização de *Diaporthe citri* em diferentes meios de cultura, condições de temperatura e luminosidade. **Fitopatologia Brasileira**, 29: 429-432, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000400012>. Acesso em: 12 out. 2017.

PARISI, M. C. M. et al. Perdas Pós-Colheita: um gargalo na produção de alimentos. **Pesquisa & Tecnologia**, 9(2): s.p., 2012. ISSN 2316-5146. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro>>



2/1341-perdas-pos-colheita-um-gargalo-na-producao-de-alimentos/file.html>. Acesso em: 03 maio 2017.

PARISI, M. C. M. et al. Doenças Pós-Colheita: Um entrave na comercialização. **Pesquisa & Tecnologia**, 12(2): 1-5, 2015. ISSN 2316-5146. Disponível em: <<http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015/julho-dezembro-3/1667-doencas-pos-colheita-um-entrave-na-comercializacao/file.html>>. Acesso em: 04 maio 2017.

PEREIRA, M. C. et al. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, 30(4): 731-738. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000400020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 maio 2017.

RINALDI, M. M. Perdas pós-colheita devem ser consideradas. **A Lavoura**, 114(686): 15-17, 2011. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/perdas-pos-colheita-devem-ser-consideradas>>. Acesso em: 04 maio 2017.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. et al. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, 30: 129-137, 2000. Disponível em: <revistas.ufpr.br/floresta/article/download/2361/1973>. Acesso em: 21 abr. 2017.

SEIXAS, P. T. L. et al. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 13: 523-526, 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/262599003>>.

Acesso em: 13 out. 2017.

SOUZA, A. D. et al. Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 17(4): 1078-1082, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000701078&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 maio 2017.

TERAO, D. et al. Manejo de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Tropical Plant Pathology**, 34: 24-25, 2009 (Mesa Redonda). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/577409/manejo-de-doencas-pos-colheita-em-frutas-tropicais>>. Acesso em: 04 maio 2017.