



Inibição *in vitro* do crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. por óleos essenciais

In vitro inhibition of mycelial growth of *Colletotrichum* spp. by essential oils

Amilton José Pereira^[a], Marcelo Vivas^[b], Leônidas Leoni Belan^[c], Dalza Gomes da Silva^[d], Wanderson Bucker Moraes^[e]

^[a] Biólogo, mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES - Brasil, e-mail: amilton.mf@hotmail.com

^[b] Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil, e-mail: mrclvivas@hotmail.com, silvaldo@uenf.br

^[c] Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia / Fitopatologia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG - Brasil, e-mail: leonidas_agronomia@yahoo.com.br

^[d] Engenheira agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Rolim de Moura, RO - Brasil, e-mail: agro.biol@hotmail.com

^[e] Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia / Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG - Brasil, e-mail: wandersonbucker@yahoo.com.br

Resumo

A principal doença de pós-colheita em frutos de banana e mamão é a antracnose. Neste caso, extratos e óleos de diversas plantas vêm sendo testados para o manejo de fungos patogênicos em frutos pós-colheita. Avaliou-se, *in vitro*, o efeito de diferentes concentrações dos óleos essenciais de *Corymbia citriodora* e *Cymbopogon citratus* sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum musae* e *C. gloeosporioides* e determinou-se a concentração de inibição de 50% do crescimento micelial (CI₅₀). Os óleos essenciais reduziram linearmente o crescimento micelial de ambos os patógenos. Verificou-se que *C. citratus* apresentou CI₅₀ < 250 µL L⁻¹ para ambos os patógenos; no entanto, para *C. citriodora* os valores da CI₅₀ foram superiores, sendo eficiente a 696 µL L⁻¹ para *C. musae* e 555 µL L⁻¹ para *C. gloeosporioides*. Neste estudo, obteve-se inibição completa do crescimento micelial de ambos os patógenos apenas quando expostos ao óleo de *C. citratus*.

Palavras-chave: Capim-limão. Eucalipto. Antracnose. Citral.

Abstract

The main postharvest disease of banana and papaya is anthracnose. In this case, extracts and oils of many plants are being tested in the management of pathogenic fungi in postharvest fruit. The effect of different concentrations of essential oils from *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon citratus* on the mycelial growth of *Colletotrichum musae* and *C. gloeosporioides* was evaluated *in vitro*, and the inhibition concentration of 50% of the mycelial growth (IC_{50}) was determined. Essential oils linearly reduced the mycelial growth of both pathogens. It was found that *C. citratus* showed $IC_{50} < 250 \mu\text{L.L}^{-1}$; however, IC_{50} values for *C. citriodora* were higher, about $696 \mu\text{L.L}^{-1}$ for *C. musae* $\mu\text{L.L}^{-1}$ and 555 for *C. gloeosporioides*. In this study, the complete inhibition of mycelial growth for both pathogens was obtained only when exposed to the oil of *C. citratus*.

Keywords: Lemongrass. Eucalyptus. Anthracnose. Citral.

Introdução

As doenças de pós-colheita em frutos de bananeira (*Musa* spp.) e mamoeiro (*Carica papaya* L.) são de grande relevância, principalmente para as frutas destinadas à exportação. No caso da banana, várias podridões podem ocorrer no período pós-colheita, porém o maior destaque é dado à antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum musae* (Berk & Curtis) que infeta os frutos ainda verdes e as infecções permanecem quiescentes, se manifestando principalmente na fruta madura (VENTURA; HINZ, 2002).

As principais doenças pós-colheita do mamão são a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e a podridão peduncular, causada por diversos fungos, principalmente *C. gloeosporioides* e *Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith. (= *Ascochyta caricae* Pat.) (LIBERATO; TATAGIBA, 2001). Na ausência de medidas de controle, a incidência pode chegar a 91% de antracnose e 100% de podridão peduncular em frutos após a colheita (LIBERATO; COSTA, 1997).

Em pós-colheita, as medidas de controle de doenças são constituídas principalmente por tratamentos físicos (termoterapia) e químicos (fungicidas) (MORAES et al., 2006; PESSOA et al., 2009; SILVA et al., 2008;). A restrição ao uso de fungicidas, devido à fitotoxicidade, efeitos residuais e resistência pelo patógeno, tem levado à procura por métodos alternativos de controle de patógenos em frutos, tais como uso de biofungicidas, extratos vegetais e óleos essenciais (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004).

Nesse sentido, extratos e óleos de diversas plantas vêm sendo avaliados para o manejo de fungos fitopatogênicos. Pesquisas indicaram que extratos de plantas podem apresentar efeito direto sobre o fungo, alterando a germinação de esporos, formação de apressório, crescimento de hifas ou produção de esporos do patógeno, e ainda apresentar efeito sobre a planta, por indução de mecanismos de resistência (MOREIRA et al., 2008; MOTOYAMA et al., 2003).

Há relatos quanto à eficiência de alguns óleos essenciais no controle de *Colletotrichum* spp. Alves et al. (2002) e Alves et al. (2003) verificaram a eficiência dos monoterpenos citral, citronelal e dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf., *C. nardus* Rendl. e *Eucalyptus citriodora* Hooker na germinação de conídios e no crescimento micelial de *C. musae*. Marques et al. (2003) e Souza Junior et al. (2009) relataram a eficiência de óleos essenciais na inibição do desenvolvimento do agente causal da antracnose em frutos de mamoeiro e maracujazeiro, respectivamente. Vivas et al. (2011) relataram a inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* Simmonds pelo extrato bruto aquoso e óleo essencial de *C. citratus* e *E. citriodora*.

Diante do exposto, objetivou-se neste ensaio avaliar o efeito, *in vitro*, de concentrações crescentes dos óleos essenciais de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson e *C. citratus* sobre o crescimento micelial de *C. musae* e *C. gloeosporioides*, e determinar a concentração de inibição de 50% do crescimento micelial (CI_{50}) dos patógenos.

Materiais e métodos

O ensaio foi conduzido *in vitro* no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, locado no Centro de Ciências Tecnológicas e Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, na cidade de Campos dos Goytacazes (RJ). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial 2x6, sendo dois fitopatógenos e seis concentrações dos óleos essenciais, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri.

Foram avaliados os óleos essenciais de eucalipto (*C. citriodora*) e capim-limão (*C. citratus*) quanto à inibição do crescimento micelial dos patógenos *Colletotrichum musae* e *C. gloeosporioides*.

Preparo dos óleos essenciais

Os óleos essenciais foram extraídos e preparados no Laboratório de Química do Centro Universitário São Camilo – Espírito Santo, por meio de hidrodestilação (método de arraste a vapor) utilizando folhas de *C. citriodora* e *C. citratus*, conforme metodologia descrita por Santos et al. (2004).

Inoculação e montagem do ensaio

Os isolados dos fungos foram cedidos pela Clínica Fitopatológica do Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre (ES). Os isolados de *C. musae* (CCA-F18) e *C. gloeosporioides* (CCA-F2) foram obtidos de frutos de bananeira e de mamoeiro, respectivamente. Os isolados foram previamente multiplicados em placas de Petri contendo o meio de cultura BDA (batata dextrose ágar).

Para a montagem do ensaio, preparou-se o meio de cultura BDA (batata dextrose ágar) e, em seguida, incorporou-se ao meio os óleos de *C. citriodora* ou *C. citratus* nas concentrações de 250, 500, 750, 1000 e 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ em cada repetição dos seus respectivos tratamentos. Após o preparo, o meio de cultura foi vertido em placas de Petri com nove centímetros de diâmetro. Placas contendo meio BDA sem adição dos óleos essenciais serviram como testemunha.

Após a solidificação do meio de cultura, foi depositado no centro de cada placa um disco de ágar

(5 mm de diâmetro) contendo micélio do respectivo patógeno. Posteriormente, as placas foram vedadas com filme plástico para evitar evaporações dos compostos e possíveis contaminações.

Incubação e avaliação da atividade antifúngica dos óleos essenciais

As placas contendo os tratamentos foram incubadas a 27 °C durante um fotoperíodo de 12 horas (luz e escuro) em incubadora B.O.D. Oito dias após a aplicação dos tratamentos foi realizada a avaliação do crescimento radial das colônias, em dois eixos ortogonais medidos com auxílio de régua milimetrada.

A atividade antifúngica dos óleos essenciais foi avaliada por meio da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PICM), conforme proposto por Silveira et al. (2003) (Equação 1):

$$\text{PICM} = (\text{Dt} - \text{Dn}) / (\text{DT} - 5) \times 100 \quad (\text{Eq. 1}):$$

Onde:

PICM - Inibição do crescimento micelial (%);

Dn - média das duas medições (mm) de diâmetro das colônias do tratamento n;

Dt - média das duas medições (mm) da testemunha (0 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos óleos essenciais);

5 - diâmetro dos discos de micélio (mm).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (SAEG, 2007). Mediante interação significativa entre os fatores, foram realizadas análises de regressão para o fator quantitativo ($p \leq 0,01$). Utilizou-se como critérios para a escolha do modelo: o coeficiente de determinação, o quadrado médio do resíduo, a significância do coeficiente de regressão (β_1), a análise do resíduo e adequação do modelo para descrição dos dados. Para obtenção do CI_{50} e CI_{95} , foram empregadas as equações geradas para cada tratamento na análise de regressão.

Resultados e discussão

Os óleos essenciais de *C. citriodora* e *C. citratus* reduziram linearmente o crescimento micelial de *C.*

musae e *C. gloeosporioides* em meio BDA ($p \leq 0,01$, Tabela 1). Observou-se que o crescimento micelial dos fungos foi significativamente inibido independente do óleo essencial analisado.

Tabela 1 - Estimativa e significância dos parâmetros das regressões lineares para a variável percentagem de inibição do crescimento micelial (PICM), em diferentes combinações óleo essencial/patógeno (Tratamentos)

Tratamentos	Parâmetros	Estimativa	Prob > t
<i>E. citriodora</i> x	β_0	18,82381	0,0078 **
<i>C. musae</i>	β_1	0,04488	0,0001 **
<i>E. citriodora</i> x	β_0	41,62583	0,0001 **
<i>C. gloeosporioides</i>	β_1	0,01515	0,0016 **
<i>C. citratus</i> x	β_0	78,54799	0,0001 **
<i>C. gloeosporioides</i>	β_1	0,01809	0,0069 **
<i>C. citratus</i> x	β_0	71,16623	0,0001 **
<i>C. musae</i>	β_1	0,02368	0,0004 **

Nota: ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Fiori et al. (2000) observaram que, com relação à germinação de esporos de *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, os óleos essenciais das plantas *Ageratum conyzoides* Linn. e *Achillea millefolium* Linne apresentaram maiores valores médios de inibição, seguidos por *C. citratus* e *E. citriodora*. De modo semelhante a este ensaio, a inibição do patógeno apresentou uma tendência linear em relação às concentrações dos extratos brutos utilizados.

Verificou-se inibição completa do crescimento micelial, de ambos os patógenos, quando expostos ao óleo de *C. citratus* ($p \leq 0,01$, Gráfico 1A; Gráfico 1B), pois o diâmetro respectivo do crescimento micelial equivaleu-se ao tamanho do disco de micélio depositado na placa. No entanto, com base nas equações de regressão ajustadas (Gráfico 1), nas concentrações 914,4 e 1005,9 $\mu\text{L L}^{-1}$ de meio de cultura BDA, o óleo essencial de *C. citratus* é eficiente para inibir 95% (IC₉₅) do crescimento micelial de *C. musae* e *C. gloeosporioides*, respectivamente (Tabela 2).

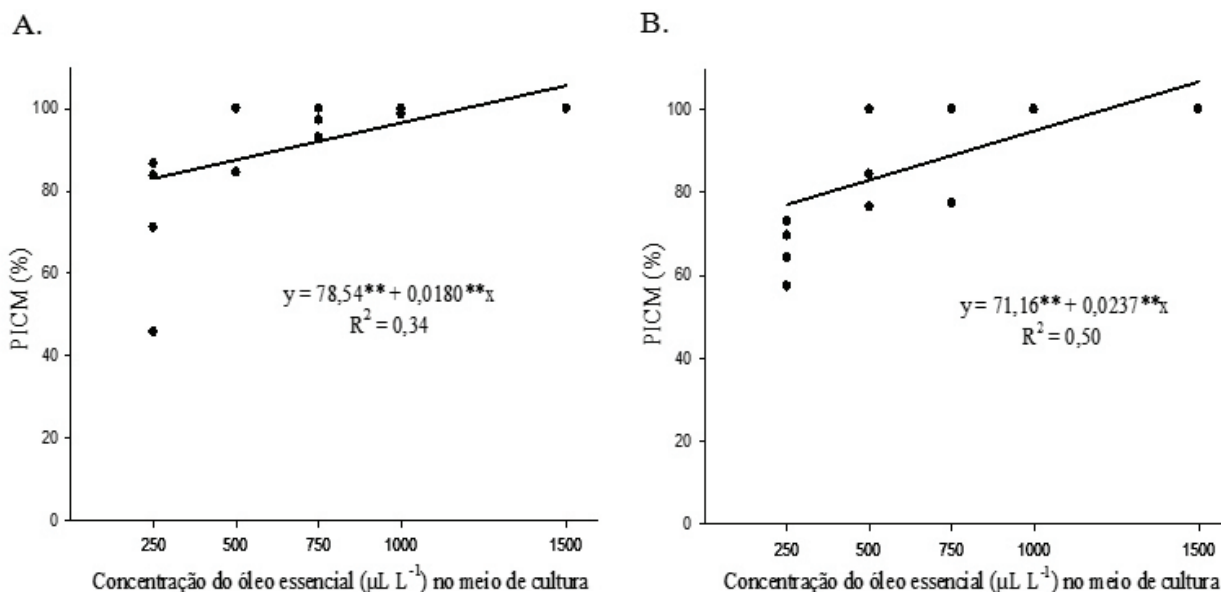


Gráfico 1 – Percentual de inibição do crescimento micelial (PICM) de *Colletotrichum musae* (A) e *C. gloeosporioides* (B) por óleo essencial de *Cymbopogon citratus* adicionado ao meio BDA

Nota: ** Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2 – Concentração de inibição de 50% (CI₅₀) e 95% (CI₉₅) do crescimento micelial do fungo, em $\mu\text{L L}^{-1}$, para diferentes combinações óleo essencial/patógeno (Tratamentos)

Tratamentos	CI ₅₀	CI ₉₅
	$\mu\text{L L}^{-1}$	
<i>E. citriodora</i> x <i>C. musae</i>	696	> 1500
<i>E. citriodora</i> x <i>C. gloeosporioides</i>	555	> 1500
<i>C. citratus</i> x <i>C. gloeosporioides</i>	< 250	914,44
<i>C. citratus</i> x <i>C. musae</i>	< 250	1005,9

Fonte: Dados da pesquisa.

A atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Colletotrichum* já foi evidenciada por outros pesquisadores. Silva et al. (2009) avaliaram o efeito de extratos e óleos essenciais de quatorze plantas medicinais e/ou nativas, destacando-se *C. citratus*, sobre a inibição da germinação de esporos e crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*. Segundo esses autores, no teste de crescimento micelial, os óleos essenciais da maioria das plantas inibiram completamente o

crescimento micelial do fungo (PICM = 100%), exceto o óleo da goiaba branca. Alves et al. (2002) também relataram a eficiência dos óleos essenciais das plantas *C. citratus*, *C. nardus* (L.) Rendle e *C. citriodora* no controle *in vitro* da germinação de conídios e do crescimento micelial de *C. musae*. Vivas et al. (2011) relataram a inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* Simmonds pelo extrato bruto aquoso e óleo essencial de *C. citratus* e *E. citriodora*.

No intervalo das concentrações analisadas, o PICM por *C. citratus* variou de 83 a 100 % para *C. musae* e de 77 a 100% para *C. gloeosporioides* ($p \leq 0,01$, Gráfico 1A; Gráfico 1B). Já para *C. citriodora*, o PICM ficou entre 30 e 86% para *C. musae* e entre 45 e 64% para *C. gloeosporioides* ($p \leq 0,01$, Gráfico 2A; Gráfico 2B). Notou-se elevada eficiência antifúngica do óleo de *C. citratus* em baixas concentrações no meio de cultura. Resultado semelhante foi relatado por Souza Junior et al. (2009), ao afirmarem que o óleo essencial de *C. citratus* exerceu inibição do crescimento micelial e da germinação dos conídios de *C. gloeosporioides* do maracujazeiro a partir da concentração $1\mu\text{L mL}^{-1}$.

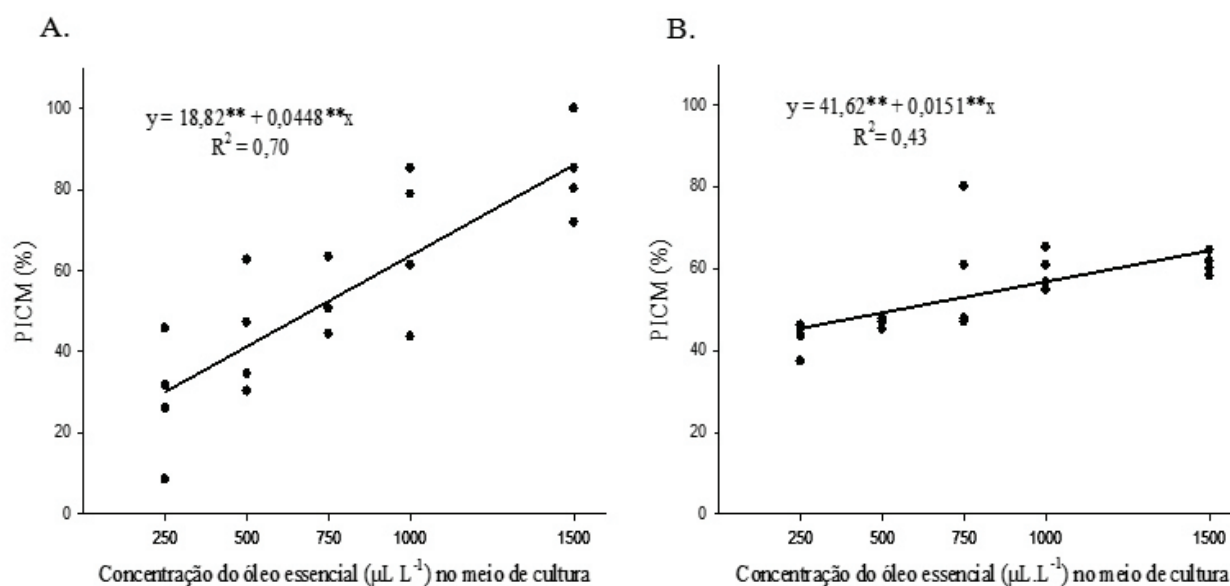


Gráfico 2 - Percentual de inibição do crescimento micelial (PICM) de *Colletotrichum musae* (A) e *C. gloeosporioides* (B) por óleo essencial de *Corymbia citriodora* adicionado ao meio BDA

Nota: ** Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os CI_{50} para ambos os óleos essenciais foram diferentes. Verificou-se que *C. citratus* inibiu 50% do crescimento micelial de ambos os patógenos com concentração abaixo da menor concentração avaliada neste ensaio ($CI_{50} < 250 \mu\text{L L}^{-1}$). No entanto, para *C. citriodora* os valores da CI_{50} foram superiores, a saber: $696 \mu\text{L L}^{-1}$ para *C. musae* e $555 \mu\text{L L}^{-1}$ para *C. gloeosporioides* (Tabela 2).

Ootani (2010) realizou bioensaios de inibição micelial de *C. musae* com aplicação do óleo essencial de *E. citriodora* em diferentes concentrações na superfície do meio de cultura BDA, seguido da inoculação com discos de micélio de 6 mm de diâmetro. Com base em análises de regressão linear, determinou que as CI_{50} de *C. musae* para os intervalos de tempo de 6 e 10 dias após a inoculação (DAI) foram, respectivamente, 0,296 e $0,313 \mu\text{L cm}^{-2}$.

Comparando-se os valores da CI_{50} obtidos por Ootani (2010) aos resultados obtidos neste ensaio, verificou-se que a aplicação do óleo essencial na superfície do meio de cultura foi mais eficiente para inibir o crescimento micelial do fungo, em concentrações inferiores àquelas necessárias quando se avaliou o óleo essencial incorporado ao meio. Tais resultados podem ser justificados pelo contato direto do disco de micélio com o óleo essencial concentrado na superfície do meio de cultura, evidenciando sua ação antifúngica.

Segundo Carriconde et al. (1995), o óleo essencial do *C. citratus* tem propriedades terapêuticas, antifúngica e antibacteriana. Em seus estudos, Marques et al. (2003) avaliaram a constituição química e os efeitos *in vitro* e *in vivo* do monoterpene citral e do óleo essencial de *C. citratus* no controle do fungo *C. gloeosporioides*. Segundo esses autores, a análise em cromatografia gasosa do óleo essencial de *C. citratus* revelou que o monoterpene citral é seu principal componente (81,9%), e que o óleo essencial foi eficiente na inibição *in vitro* e *in vivo* do crescimento micelial do fungo. Contudo, esses mesmos autores ressaltaram que novos ensaios precisavam ser desenvolvidos com diferentes concentrações do óleo bruto de *C. citratus*, a fim de explorar sua atividade antifúngica. Logo, este ensaio vem confirmar o potencial desse óleo para o controle de *Colletotrichum* spp. em pós-colheita de frutos.

A maior concentração do óleo essencial de *C. citriodora* ($1500 \mu\text{L L}^{-1}$) não inibiu 100% do crescimento micelial de nenhum dos patógenos avaliados

neste ensaio, atingindo valores máximos de 86 e 64% de inibição do crescimento micelial de *C. musae* e *C. gloeosporioides*, respectivamente ($p \leq 0,01$, Tabela 2; Gráficos 2A e 2B). No entanto, resultados diferenciados já foram relatados na literatura para fungos do gênero *Colletotrichum*. Dias-Arieira et al. (2010), por exemplo, observaram inibição completa do crescimento micelial do fungo *C. acutatum* isolado de frutos de morangueiro quando expostos ao óleo de eucalipto nas concentrações de 1,0 e 1,5%. Porém, Stangarlin et al. (1999), quando estudaram o efeito do extrato bruto de *E. citriodora* Hooker M. não autoclavado na germinação de esporos de *C. graminicola* (Ces.) Wilson, observaram que ocorreu estímulo da germinação de esporos, apesar da redução de 14 a 34% na formação de apressórios em concentrações do extrato acima de 10%.

A planta de eucalipto (*E. citriodora*), atualmente designada *C. citriodora*, possui na sua composição química inúmeros compostos secundários. Dentre esses compostos, algumas substâncias com efeito antifúngico têm sido isoladas, principalmente citronelol (COSTA, 1986) e citronelal, além de geraniol, isopulegol, cineol, estragol, α - e β -pineno, β -cimeno, entre outras (COSTA, 1986; OOTANI, 2010). De acordo com Di Pasqua et al. (2007), o citronelal age principalmente contra a membrana citoplasmática dos microorganismos, e de fato, a hidrofobicidade dessas moléculas possibilita que elas se particionem nas membranas celulares dos fungos, alterando suas funções e deixando-as mais permeáveis (BURT, 2004).

Apesar de o citronelol ter sido citado como o principal responsável pelo controle da podridão provocada por *Botrytis cinerea* Pers. em maçãs, não foi eficiente em controlar *C. gloeosporioides* nestes frutos (LEE et al., 2007). No entanto, Moleyar e Narasimham (2004) verificaram inibição em 100% do crescimento micelial nas concentrações de $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ e $1500 \mu\text{L L}^{-1}$ de citronelol sobre os fungos *C. musae* e *C. gloeosporioides*.

Os óleos essenciais de *E. urophylla* S. T. Blake, *E. citriodora* e *E. camaldulensis* Dehn, segundo Salgado et al. (2003), apresentaram diferentes potenciais fungitóxicos sobre os fungos *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Botrytis cinerea* Pers. e *Bipolaris sorokiniana* (Sacc). A utilização de extratos e óleos essenciais de plantas no controle de patógenos apresenta alguns entraves, pois a composição química e a concentração dos compostos secundários são variáveis, dependendo da espécie,

idade da planta, do tipo de tecido de onde foi extraído o óleo, do tipo de solo e do seu habitat. Isso explica, em parte, a discrepância encontrada entre as pesquisas realizadas em diferentes locais com a mesma metodologia e a mesma espécie de planta (SILVA, 2006).

Além da ação antimicrobiana direta dos óleos essenciais evidenciada neste estudo, compostos secundários presentes em plantas podem desempenhar funções importantes em interações planta-patógeno, ativando mecanismos de defesa de outras plantas que venham a ser tratadas com esses compostos (BONALDO et al., 2004). Tais autores relataram que os extratos aquosos, autoclavados e não autoclavados de *E. citriodora* induziram a síntese de fitoalexinas em sorgo a partir da concentração de 1%, e baseados no parâmetro tamanho de lesão, concluíram que o extrato aquoso de *E. citriodora* não autoclavado apresentou potencial para induzir resistência local em pepino contra *C. lagenarium*. O entendimento das propriedades antimicrobianas e/ou elicitoras dos compostos secundários presentes nas plantas pode contribuir para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo de doenças de plantas, incluindo no pós-colheita de frutos.

Conclusões

Concentrações crescentes dos óleos essenciais de *C. citriodora* e *C. citratus* incorporadas ao meio de cultura BDA reduzem linearmente o crescimento micelial de *C. musae* e *C. gloeosporioides*.

No intervalo de concentrações analisadas, apenas o óleo essencial de *C. citratus* inibiu completamente o crescimento micelial dos patógenos.

Referências

- ALVES, E. S. S. et al. Eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* da germinação de conídios e do crescimento micelial de *Colletotrichum musae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 35., 2002, Recife. **Resumos...** Fortaleza: Fitopatologia Brasileira, 2002. v. 27. p. S75.
- ALVES, E. S. S. et al. Avaliação de óleos essenciais na inibição do crescimento de fungos de fruteiras tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos...** Fortaleza: Fitopatologia Brasileira, 2003. v. 28. p. 343.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004. doi:10.1590/S0100-41582004000500016.
- BONALDO, S. M. et al. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004. doi:10.1590/S0100-41582004000200002.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
- CARRICONDE, C. et al. **Plantas medicinais e alimentícias**. Olinda: Centro Nordeste de Medicina Popular, v. 1, 1995.
- COSTA, A. F. **Farmacognosia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.
- DI PASQUA, R. et al. Membrane toxicity of antimicrobial compounds from essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 12, p. 4863-4870, 2007. doi:10.1021/jf0636465.
- DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 228-232, 2010. doi:10.1590/S0100-54052010000300007.
- FIORI, A. C. G. et al. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. **Journal Phytopathology**, v. 148, n. 7-8, p. 483-487, 2000. doi:10.1046/j.1439-0434.2000.00524.x.
- LEE, S. O. et al. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soilborne plant pathogenic fungi. **Plant Pathology Journal**, v. 23, n. 2, p. 97-102, 2007.
- LIBERATO, J. R.; COSTA, H. Incidência de antracnose e podridão peduncular em frutos de mamoeiro em Linhares - ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 22., 2002, Recife. **Resumos...** Fortaleza: Fitopatologia Brasileira, 1997. v. 22. p. 276.
- LIBERATO, J. R.; TATAGIBA, J. S. Avaliação de fungicidas *in vitro* e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular em frutos de mamão. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 4, p. 409-414, 2001.

- MARQUES, S. S. et al. Uso de óleos essenciais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em frutos do mamoeiro. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, 2003. p. 591-593.
- MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Antifungal activity of some essential oil components. **Food Microbiology**, v. 3, n. 4, p. 331-336, 2004. doi:10.1016/0740-0020(86)90017-1.
- MORAES, W. S. et al. Termoterapia e quimioterapia de banana 'Prata-Anã' associadas à temperatura de armazenamento no controle de podridões em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2006. doi:10.1590/S0100-41582006000100003.
- MOREIRA, C. G. A. et al. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 332-337, 2008. doi:10.1590/S0100-54052008000400006.
- MOTOYAMA, M. M. et al. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 491-496, 2003. doi:10.4025/actasciagron.v25i2.2062.
- OOTANI, M. A. **Atividade inseticida, antifúngica e herbicida dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* e *Cymbopogon nardus***. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2010.
- PESSOA, W. R. L. S. et al. Efeito do tratamento hidrotérmico associado a indutores de resistência em pós-colheita de goiaba. **Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 85-90, 2009.
- SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SALGADO, A. P. S. P. et al. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 249-254, 2003. doi:10.1590/S1413-70542003000200001
- SANTOS, A. S. et al. **Descrição de sistema e métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. p. 1-6. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 99)
- SILVA, A. C. et al. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. especial, p. 1853-1860, 2009. doi:10.1590/S1413-70542009000700026.
- SILVA, G. S. Substâncias naturais: uma alternativa para o controle de doenças. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, suplemento, p. S14, 2006.
- SILVA, M. B. et al. Tratamento térmico e prochloraz no controle da antracnose em pós-colheita de frutos de banana 'Prata Anã'. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 364-365, 2008. doi:10.1590/S0100-54052008000400013.
- SILVEIRA, S. F. et al. Controle químico da mela de estacas e da queima de folha de eucalypto, causadas por *Rhizoctonia* spp. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 642-649, 2003. doi:10.1590/S0100-41582003000600010.
- SOUZA JUNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009. doi:10.5007/2175-7925.2009v22n3p77.
- STANGARLIN, J. R. et al. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biociência e Desenvolvimento**, ano 2, n. 11, p. 16-21, 1999.
- VENTURA, J. A.; HINZ, R. H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIN, L. et al. (Ed.). **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. p. 839-926.
- VIVAS, M. et al. Inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* por extrato aquoso e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC) stapfe e *Corymbia citriodora* Hill & Johnson. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 5, n. 2, p. 83-88, 2011.

Recebido: 10/08/2011

Received: 08/10/2011

Aprovado: 19/08/2011

Approved: 08/19/2011