

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIFÚNGICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE PITANGUEIRA CONTRA *Fusarium guttiforme* EM ABACAXI

Marcella Augusta Falci Demarque¹, Vanessa Sessa Dian¹, Serli de Oliveira Cabral¹, Dalila da Costa Gonçalves¹, Pedro Henrique de Paula¹, Gabriel Mendes Ribeiro¹, Luciano Menini¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo - *Campus* Alegre, Alto Universitário, s/n Guararema, Alegre - ES, 29500-000- Brasil, vanessasessa2@gmail.com, marcela.falcci@gmail.com, biologiaserli@gmail.com, dalilant@hotmail.com, pedro1901ze@gmail.com, gabrielmendes0069@gmail.com

² Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre, Km 72 - Rive, Alegre - ES, 29500-000- Brasil, lmenini@ifes.edu.br

Resumo

Durante seu cultivo, a produção de abacaxi pode ser acometida por diferentes fitopatógenos, como o fungo *Fusarium guttiforme*, responsável por causar a fusariose na cultura. Este estudo avaliou o efeito *in vitro* do óleo essencial de folhas de pitangueira sobre o crescimento micelial de *F. guttiforme*. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação e sua caracterização química revelou a presença de diversos compostos. O rendimento da extração foi de 1,424%. O óleo essencial foi emulsionado em água e testado em diferentes concentrações. Embora não tenha inibido completamente o crescimento de *F. guttiforme*, o óleo essencial mostrou uma atividade moderada de inibição. Concentrações mais elevadas precisam ser exploradas para uma melhor compreensão de seu potencial inibitório. Isso sugere que o óleo essencial de pitangueira pode ser considerado como uma alternativa sustentável para desenvolver novas estratégias destinadas ao manejo da fusariose em culturas de abacaxi.

Palavras-chave: Fusariose. Metabólitos secundários. Manejo sustentável.

Área do Conhecimento: Agronomia

Introdução

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), nativo da América do Sul e pertencente à família Bromeliaceae, tem relevância econômica e social em mais de 70 países (FRANÇA-SANTOS, 2009). O Brasil é o terceiro maior produtor global, contribuindo com 10,62% da produção (FAO, 2015), colhendo 1,5 milhões de frutos em 2017 (IBGE, 2018). Destaques estaduais incluem Paraíba, Minas Gerais, Pará, Bahia e Rio de Janeiro, totalizando 70,1% da produção nacional (IBGE, 2017).

Apesar da produção destacada, variedades como Pérola e Smooth Cayenne são vulneráveis à fusariose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* (BERILLI et al., 2014). A doença afeta principalmente a infrutescência, levando a perdas significativas (GOÊS, 2005). Medidas de controle, incluindo uso de material saudável, são necessárias (VENTURA; COSTA, 2002).

Em vista da preocupação com segurança alimentar e sustentabilidade, os óleos essenciais vegetais ganham importância como alternativa de controle natural de doenças ocasionadas por fungos. Compostos naturais com propriedades biológicas, esses óleos podem ser extraídos de várias partes da planta (GUTIÉRREZ-DEL-RÍO; FERNÁNDEZ; LOMBÓ, 2018). A liberação controlada de óleos essenciais em emulsões tem sido estudada (FREITAS, 2016; SILVA, 2018), visando uma agricultura mais sustentável.

A presente pesquisa avaliou o potencial *in vitro* do óleo essencial das folhas da pitangueira no desenvolvimento micelial de *F. guttiforme*.

Metodologia

A pesquisa ocorreu no Laboratório de Química Aplicada, situado no Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus* de Alegre/ES.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Coleta do Material e Extração do Óleo Essencial

O material vegetal foi composto de Folhas de pitangueira, e foram colhidas pela manhã no Campus, nas coordenadas geográficas (20° 45' 19,309" S; 41° 27' 5,087" W), a 110 metros de altitude. As folhas foram pesadas e levadas ao Laboratório de Química Aplicada, onde passaram por secagem em estufa a 40 °C por 48 horas. Após a secagem, porções de 30 gramas foram embaladas e congeladas a temperaturas abaixo de 0 °C para extração.

A extração foi feita usando hidrodestilação em um aparato Clevenger adaptado. Um balão de destilação de 2 litros continha 30 gramas de folhas secas e fragmentadas e 1000 mL de água destilada. Após duas horas de extração, o hidrolato foi separado por centrifugação a 6000 RPM por 10 minutos. O óleo essencial obtido foi isolado da água, armazenado em microtubo e seu rendimento foi calculado de acordo com a fórmula (1):

$$R = \frac{O.E (g)}{\text{Massa seca (g)}} \times 100 \quad (1)$$

Caracterização Química do Óleo Essencial

Os compostos químicos presentes no óleo essencial analisado foram caracterizados por cromatografia gasosa com detector de ionização em chamas (CG-DIC) e cromatografia gasosa acoplada ao detector de espectrometria de massas (CG-EM), ambos equipamentos da marca Shimadzu (QPMS – 2010), seguindo a metodologia adaptada de (SOUZA et al., 2017). As condições cromatográficas incluíram uma coluna capilar de sílica fundida (30m x 0,25mm) com fase estacionária Rtx®-5MS, gases de arraste nitrogênio para GC/FID e hélio para GC/EM.

Obtenção do Isolado

O fungo *F. guttiforme* (CCF 448) foi obtido a partir do banco de fungos do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Preparo da Solução Estoque e Bioensaio

Emulsões de óleo essencial em água foram preparadas para criar uma solução estoque com concentração de 5 µL/mL (v/v). A solução foi observada em microscópio biológico binocular Leica DM500, com câmera Leica ICC50 HD e lente ocular plan 100x/1.25. Foram preparadas lâminas e lamínulas com 30 µL da solução estoque para observação das micelas formadas.

Fragmentos do fungo foram cultivados em meio de cultura BDA para padronizar a idade das cepas. O método de diluição em caldo foi empregado para determinar a atividade inibitória das concentrações de óleo essencial. Bioensaios com pré-teste e teste foram realizados com concentrações variadas (0,05 a 0,90 µL/mL), incluindo um controle positivo com fungicida e um controle negativo com solução de span 80 e água destilada. As placas foram incubadas em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) durante 7 dias, a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. O diâmetro das colônias foi medido em centímetros com paquímetro e as médias das triplicatas foram calculadas.

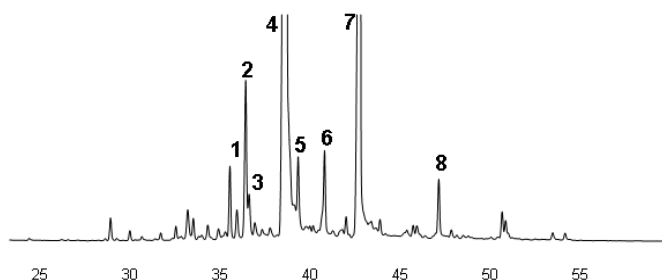
Resultados

A partir da análise química do óleo essencial de pitanga, foram examinados oito compostos (Tabela 1), dos quais cinco foram identificados: Germacrene B (1,74%), Spathulenol (4,16%), Viridiflorol (1,29%), α-Cadinol (1,35%) e Germacrone (2,35%). O componente majoritário (58,72%), permaneceu não identificado. Também foi caracterizado o perfil cromatográfico (Figura 1) e visualizadas as estruturas das micelas da emulsão de óleo essencial de folhas de pitangueira (Figura 2).

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste com diferentes concentrações de óleo essencial de folhas de pitangueira. Observa-se que a melhor concentração foi a de 0,90 µL/mL, mas esta ainda possibilitou o desenvolvimento do halo de crescimento de *F. guttiforme* em 1,65 cm.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1- Perfil cromatográfico do óleo essencial de Pitanga.



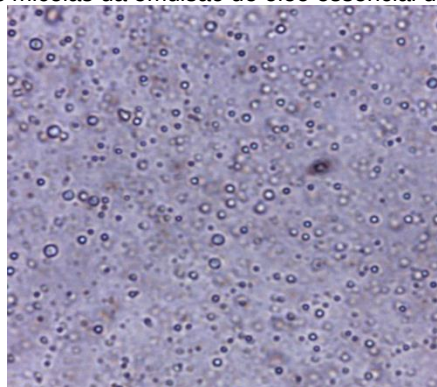
Fonte: Os autores

Tabela 1- Caracterização pelo índice LTPRI e CG-MS do óleo essencial de Pitanga^[a].

Pico	Tempo de retenção	*Índice de retenção calculado ^[b]	*Índice de retenção tabelado ^[c]	Nome	*Área% ^[d]
1	35,417	1554	1559	Germacreno B	1,74
2	36,294	1577	1577	Spathulenol	4,16
3	36,479	1581	1592	Viridiflorol	1,29
4	38,557	1637	-	Ni ^[e]	58,72
5	39,197	1654	1652	α -Cadinol	1,35
6	40,661	1694	1693	Germacrone	2,35
7	42,630	1748	-	Ni ^[e]	28,85
8	46,995	1875	-	Ni ^[e]	1,54
Monoterpenos Hidrogenados					-
Monoterpenos Oxigenados					-
Sesquiterpenos Hidrogenados					1,74
Sesquiterpenos Oxigenados					9,15

* [a] Composto identificados pelo índice LTPRI e por CG-MS usando uma coluna Rtx®-5MS. [b] Calculado usando uma mistura de n-alcanos saturados (C7 a C40). [c] Índices tabelados com base em ADAMS, 2007. [d] Área relativa com base no cromatograma da Figura 1, identificados apenas compostos com área relativa > 1%. [e] Não identificado.

Figura 2. Estrutura das micelas da emulsão de óleo essencial de folhas de pitangueira.



Fonte: Os autores

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 2- Resultado do teste em triplicata com diferentes concentrações de óleo essencial de folhas de pitangueira sobre o crescimento de *F. guttiforme*

Concentração ($\mu\text{L/mL}$)	Halo de crescimento (cm)
0,05	5,50
0,15	3,95
0,25	3,70
0,35	3,65
0,50	3,60
0,75	3,20
0,80	2,90
0,90	1,65

Discussão

Os óleos essenciais possuem uma ampla gama de estruturas químicas que resultam em agentes funcionais com aplicações diversas, incluindo atividade antimicrobiana e antifúngica. Essa atividade é baseada na interação complexa entre seus componentes hidrofóbicos e os lipídios nas membranas celulares de microrganismos (GONÇALVES *et al.*, 2021). Estudos indicam que o óleo essencial de pitanga pode reduzir o crescimento micelial de *Alternaria solani* de acordo com Oliveira (2017), sugerindo um efeito dose-dependente. Além disso, pesquisas de Alves *et al.* (2000), Fiuza *et al.* (2008) e Castro *et al.* (2014) respaldam a atividade antimicrobiana do óleo essencial de pitangueira, com efeitos abrangentes em diferentes gêneros bacterianos.

O óleo essencial de pitanga também foi utilizado em embalagens de isopor por Garcia *et al.* (2019) para reduzir o mofo cinzento em pós-colheita e aumentar a resistência das uvas, prolongando sua vida útil. Embora haja concordância na literatura sobre o potencial antibacteriano e antifúngico do óleo essencial de pitanga, fatores genéticos da planta e condições ambientais podem influenciar sua eficácia (GOBBO-NETO:LOPES, 2007).

A complexidade química dos óleos essenciais, que muitas vezes contêm mais de 300 compostos diferentes, é um fator-chave para sua eficácia em terapias naturais, aromaterapia e agricultura (GONÇALVES *et al.*, 2021). Em um contexto de agricultura sustentável, os óleos essenciais oferecem uma abordagem promissora para o controle de doenças e o aprimoramento da segurança alimentar, contribuindo para uma economia circular e minimização do desperdício (Conclusão). Estudos futuros podem explorar variações e mecanismos de ação para melhor compreender o potencial terapêutico do óleo essencial de pitanga.

Conclusão

O óleo essencial de pitangueira demonstrou atividade antifúngica intermediária contra *Fusarium guttiforme*, inibindo parcialmente seu crescimento. A aplicação de óleos essenciais na prevenção e erradicação de doenças apresenta um potencial significativo, almejando a redução da dependência de defensivos químicos sintéticos na agricultura. Essa abordagem não apenas se alinha com princípios de sustentabilidade, mas também fortalece as atividades econômicas relacionadas à produção de alimentos, enquanto garante a segurança alimentar. São necessários testes adicionais com concentrações mais altas para avaliar melhor seu potencial inibitório. Isso sugere que o óleo

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

essencial de pitangueira pode ser uma alternativa promissora para o controle da fusariose em culturas de abacaxi, contribuindo para uma abordagem mais sustentável no manejo de doenças.

Referências

ALVES, T. M. A.; et al. Biological screening of Brazilian medicinal plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n. 3, p. 367-373, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/m3mmDPP6Y6qWdF5dVpTRcqW/?lang=en>. Acesso em: 16 de jul de 2023.

BERILLI, S. S.; et al. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 503-508, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/yMPdbd6TFkYcgJ3PNrLcbfn/?lang=pt>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

CASTRO, R. D.; et al. Atividade antibacteriana in vitro de produtos naturais sobre *Lactobacillus casei*. **International Journal of Dentistry**, v. 9, n. 2, p. 74-77, 2010. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1806-146X2010000200004&script=sci_abstract. Acesso em: 16 de jul de 2023.

CIA, P.; et al. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. In: RODRIGUES, F.A.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: Ed. da UFV, 2007. p.245-280. Disponível em:

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Faostat. 2015. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

FIÚZA, T. S.; et al. Evaluation of antimicrobial activity of the crude ethanol extract of *Eugenia uniflora* L. leaves. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 3, p. 245-250, 2008. Disponível em: <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/468>. Acesso em: 16 de jul de 2023.

FRANÇA-SANTOS, A.; et al. Estudos bioquímicos da enzima bromelina do *Ananas comosus* (abacaxi). **Scientia Plena: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Aracajú, v. 5, n. 11, p. 1-6, 2009. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/749>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

FREITAS, D. Z. de. **Nanopartículas de zeína e quitosana contendo óleo essencial de *ocimum gratissimum* L. quimiotipos eugenol e geraniol**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 157 p. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174144>. Acesso em 16 de jul de 2023.

GARCIA, C.; RODRIGUES, J. D.; MAZARO, S. M.; BOTELHO, R. V.; FARIA, C. M. D. R. Essential oils in the control of *Botrytis cinera*: influence on post harvest quality of Rubi grapes. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/bjft/a/yVQYw8VzZTSsvvwFjhh4wgy/?format=pdf>Acesso em: 15 de jul de 2023.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, 374-381, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t/>. Acesso em: 16 de jul de 2023.

GONÇALVES, D. C; RIBEIRO, W. R.; GONCALVES, D. C.; MENINI, L.; COSTA, H. Recent advances and future perspective of essential oils in control Colletotrichum spp.: A sustainable alternative in postharvest treatment of fruits. **Food Research International**, v. 150, p. 110758, 2021. Disponível em; https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399692100658X?casa_token=GKOVKEJOz

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

8AAAAA:BakZzM4tqh6lvF3urZDpr0QK8OCZGyFSpqo_EAuX3XrhAzWoDEgJUBu3F8LmOHpAvISuk
5NxHOU Acesso em: 15 de jul de 2023.

GUTIÉRREZ-DEL-RÍO, I.; FERNÁNDEZ, J.; LOMBÓ, F. Plant nutraceuticals as antimicrobial agents in food preservation: terpenoids, polyphenols and thiols. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 52, n. 3, p. 309–315, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29777759/> Acesso em: 15 de jul de 2023.

IBGE. **Produção agrícola.** lavoura temporária, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/0?ano=2017>. Acesso em: 22 aug. 2023.

NIRENBERG, H. I.; O'DONNELL, K. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, New York, v. 90, n. 3, p. 434-458, May/Jun. 1998. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3761403>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

SILVA, F. T. da. **Ação do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) encapsulado em fibras ultrafinas de proteína isolada de soja, poli (óxido de etileno) e zeína no controle antimicrobiano *in situ*.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 67 p. 2018. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4090>. Acesso em: 16 de jul de 2023.

SOUZA, T. S. de. et al. Essential oil of *Psidium guajava*: Influence of genotypes and environment. *Scientia Horticulturae*, v. 216, p. 38-44, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423816306665>

OLIVEIRA, I. M. R. **Controle de alternaria solani em tomateiro com óleo essencial de pitangueira.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul campus Laranjeiras do Sul. Laranjeiras do Sul. 44 p. 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/473>. Acesso em: 16 de jul de 2023.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CAETANO, L. C. S. Abacaxi 'Vitória': uma cultivar resistente à fusariose. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31, n. 4 p. 931-1233. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/nNRRzV6hdFNRWgjQ8KwcWsB/?lang=pt>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

VENTURA, J. A.; COSTA, H. Manejo integrado das doenças de fruteiras tropicais: Abacaxi, Banana e Mamão. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: fruteiras tropicais doenças e pragas**. 2. ed. Viçosa: UFV, p. 279-352. 2002.

VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, MG: UFV. v. 1, p. 445-510. 2002. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3720>. Acesso em: 15 de jul de 2023.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Química Aplicada do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, nas dependências dos quais os experimentos ocorreram, bem como ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).