

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Colletotrichum musae*: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA LITERATURA RECENTE

Natalia da Silva Venial¹, Gabriela Ferreira Fonseca¹, Thaís Cordeiro Sathler Sperandio¹, Maria Alice Brandão Silva², Aldino Neto Venancio², Luciana Alves Parreira¹, Luciano Menini²

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Química e Física, Alto Universitário s/n, Guararema, 29500-000, Alegre-ES, Brasil, natalia.venial@edu.ufes.br, gabriela.f.fonseca@edu.ufes.br, thaisperandio0394@gmail.com, luciana.parreira@ufes.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre/Departamento de Química, BR 482, Rodovia Cachoeiro/Alegre, Km 47, Distrito de Rive - 29520-000- Alegre-ES, Brasil, alice.gestaoambiental@gmail.com, aldinovenancio@gmail.com, lmenini@ifes.edu.br

Resumo

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, entretanto é alvo do fungo *Colletotrichum musae*, agente etiológico da antracnose, doença responsável por causar perdas no período pós-colheita. Diante das perdas econômicas provocadas pela antracnose e da importância da banana para a fruticultura brasileira esta revisão bibliográfica teve como objetivo, avaliar trabalhos que fizeram uso de óleos essenciais (Oes) para o controle do *C. musae*. Foi feita uma busca na base de dados da Scopus, em agosto de 2024 e os trabalhos selecionados foram os publicados entre 2021 e 2024. A busca foi feita a partir da combinação dos termos indexadores em inglês, sendo eles "essential oil" and "*Colletotrichum musae*". Os trabalhos encontrados apontam que diferentes espécies vegetais mostram atividade antifúngicas promissoras frente ao *C. musae*, tanto *in vitro* como *in vivo*. Persistir em estudos que usam produtos vegetais como óleo essencial é de fundamental importância para desenvolver uma agricultura sustentável.

Palavras-chave: Terpenos. Fitopatógenos. *Musa spp.*

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma. Agroecologia.

Introdução

A banana (*Musa spp.*) é uma fruta de grande importância econômica e social, servindo de alimento e fonte de renda para inúmeras famílias. Ásia, América Latina e África se encontra as maiores produções da cultura (Fao, 2022). Quando se fala em escala nacional, em 2023 o Brasil produziu mais de 6.800.000 toneladas (IBGE, 2024), o que possibilitou geração de emprego e renda para inúmeras famílias agrícolas (Fao, 2022).

Entretanto a cultura é alvo de diferentes problemas fitossanitários, entre eles está a antracnose, doença causada pelo *Colletotrichum musae* e responsável por grandes perdas pós colheita (Da Silva Junior, 2018). Normalmente, os primeiros sintomas da doença são pequenas lesões amarronzadas na epiderme do fruto, que posteriormente vão aumentando podendo se fundir uma a outra, o que compromete a qualidade do fruto e prejudica sua comercialização (Zakaria, 2021).

Para o manejo fitossanitário da antracnose, um dos tratamentos é o uso de fungicida químico sintético, os quais tem sua importância, mas quando usado de maneira desacerbada pode promover resistência dos fitopatógenos, bem como causar danos ambientais (El Khetabe *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2021). Na busca por novas alternativas ao uso dos produtos químicos utilizados para o controle de doenças como antracnose estão sendo feitas pesquisas com plantas que possuem óleos essenciais (OEs) (Kalhor *et al.*, 2022) os quais vem se mostrando capazes de inibir importantes fitopatógenos (El Khetabi *et al.* 2022; Rodrigues *et al.* 2021).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho analisar alguns dos recentes trabalhos que fizeram uso de OEs, para o controle do *C. musae*, afim de descrever as espécies botânicas que apresentaram resultados promissores, métodos empregados para avaliar a ação antifúngica sobre o fitopatógeno, bem como analisar trabalhos que apresentaram atividade antifúngica significante.

Metodologia

No presente estudo foi feita uma mini revisão bibliográfica utilizando a base de dados da Scopus entre 24 a 26 de agosto de 2024. Foram selecionados trabalhos publicados entre 2021 a 2024. A busca se deu a partir da combinação de termos indexadores em inglês, sendo eles “essential oil” e “*Colletotrichum musae*”.

Área de estudo selecionada foi limitada a Ciências Agrárias e Biológicas, Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, Engenharia, Imunologia e Microbiologia e Química. O tipo de documento foi limitado a artigo em inglês. Foram extraídos dos trabalhos os seguintes dados: nome dos autores, espécie vegetal, método, mínima concentração capaz de inibir 50% do crescimento fúngico (IC₅₀) e mínima concentração capaz de inibir 90% do crescimento fúngico (IC₉₀).

Resultados

Após os critérios de inclusão, 6 trabalhos foram selecionados para análise (Tabela 1). Foram 7 espécies vegetais utilizadas para extração do OE, o método variou entre diluição em ágar e volatilização em disco, sendo a diluição em ágar mais utilizada. Dois dos trabalhos analisados estimaram a concentração necessária para inibir *in vitro* o desenvolvimento fúngico em 50, 90 e 100%.

Tabela 1: Trabalhos selecionados para análise.

Nº	Autor	Espécie vegetal	Método (<i>in vitro</i>)	IC ₅₀ ^[a]	IC ₉₀ ^[b]
1	Silva <i>et al.</i> , (2024)	<i>Ocimum basilicum</i> e <i>Melaleuca alternifolia</i>	Diluição em ágar	ND	ND
2	Batista <i>et al.</i> , (2023)	<i>Piper macedoi</i> Yunk	Diluição em ágar	0,804 mL L ⁻¹	1,80 mL L ⁻¹
3	Gonçalves <i>et al.</i> , (2023)	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Diluição em ágar	0,42 µg mL ⁻¹	2,15 µg mL ⁻¹ [c]
4	Lundgren <i>et al.</i> , (2022)	<i>Conyza bonariensis</i>	Diluição em agar	ND	ND
5	Kulkarni <i>et al.</i> , (2022)	<i>Monarda fistulosa</i>	Volatilização em disco	ND	ND
6	Kulkarni <i>et al.</i> , (2021)	<i>Cinnamomum cassia</i> <i>Ocimum tenuiflorum</i>	Volatilização em disco	ND	ND

^[a]IC₅₀: Concentração mínima capaz de inibir 50% do crescimento fúngico; ^[b]IC₉₀: Concentração mínima capaz de inibir 90% do crescimento fúngico; ^[c]IC₁₀₀: Concentração mínima capaz de inibir 100% do crescimento fúngico.

Fonte: Os autores (2024).

Discussão

Nas últimas décadas os OEs presentes em espécies botânicas vêm chamando a atenção da comunidade científica, pois esses se mostram eficientes na inibição de uma série de microorganismos, dentre eles os fungos fitopatogênicos (Sivakumar; Bautista-Banos, 2014). Ao contrário dos produtos sintéticos empregados atualmente, a complexidade da composição química encontrada nos OEs

dificulta o desenvolvimento de espécies resistentes ao produto químico e seu modo de ação (Giri, 2019).

Neste estudo foi possível observar que óleos essenciais de diferentes espécies botânicas podem inibir o desenvolvimento do *Colletotrichum musae*, fungo que causa danos pós colheita na cultura da banana. Silva *et al.* (2024) trabalharam com *Ocimum basilicum* (estragal 7,4%) e *Melaleuca alternifolia* (eucaliptol 57,02%), no teste *in vitro* a concentração de 7,5 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ e 4,5 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ do OE *O. basilicum* e *M. alternifolia*, respectivamente inibiram por completo o desenvolvimento do *C. musae*, e nos testes *in vivo* ambas espécies reduziram a severidade da antracnose.

Batista *et al.* (2023) usaram o OE de *Piper macedoi* Yunck (piperitona, 26,48%) em testes *in vitro*, foi possível constatar inibição do crescimento micelial significativo em baixas concentrações, a IC₅₀ foi estimada em 0,804 mL.L^{-1} e a IC₉₀ estimada em 1,80 mL.L^{-1} . Já no trabalho de Gonçalves *et al.* (2023), nos seus testes *in vitro* utilizando também o OE *M. alternifolia* (Terpineno-4-ol 47,08%, γ -Terpineno 22,33%), porém com composição química diferente, os autores estimaram a IC₅₀ em 0,42 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e a IC₁₀₀ em 2,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Neste trabalho, os pesquisadores também tiveram sucesso nos testes *in vivo*, pois OE utilizado diminuiu a incidência e severidade da antracnose na banana.

Lundgren *et al.* (2022) avaliaram a atividade antifúngica sobre o *C. musae* utilizando o OE de *Conyza bonariensis*, segundos autores entre as concentrações de 0,4 a 1 $\mu\text{L mL}^{-1}$ o fungo foi totalmente inibido em laboratório, além disso durante o armazenamento as bananas revestidas de produtos contendo o OE teve um menor desenvolvimento da antracnose. O OE de *Monarda fistulosa* L. (Timol 23,43% e Carvacrol 23,43%) também mostrou atividade antifúngica sobre o fungo da banana, na concentração de 4 μL por placa o *C. musae* foi inibido por completo, além disso nos testes *in vivo* o óleo controlou de forma significativa a doença (KULKARNI *et al.* 2022).

Em outro trabalho Kulkarni *et al.* (2021) utilizaram os OEs de *Cinnamomum cassia* (trans-Cinamaldeído, 39,39%) e *Ocimum tenuiflorum* (Cariofileno, 27,56%), os resultados também foram promissores, a partir de 6 μL por placa o OE de *O. cassia* inibiu por completo o crescimento micelial do *C. musae*, enquanto o *O. tenuiflorum* teve um inibição acima de 85% quando aplicado a mesma concentração.

Conclusão

Diante dos resultados encontrados nesta revisão bibliográfica da literatura recente (2021 a 2024), pode-se concluir o potencial antifúngico de OEs de diferentes espécies de plantas sobre o desenvolvimento do *C. musae*. Tais produtos se mostram promissores biofungicidas que poderão ser utilizados para o controle da antracnose da banana, pois muitos se mostram eficientes tanto em testes *in vitro* como *in vivo*. Apesar de ainda ser um grande desafio levar esses produtos pro campo, persistir em estudos que buscam desenvolver produtos menos propícios a causar desequilíbrios ecológicos, é de fundamental importância para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Referências

- BATISTA, R. S. *et al.* Essential oil *Piper macedoi* Yunck, leaves, potential alternative for the management of banana antracnose disease. **Jour. Nat. Pest. Res.**, v. 5, p. 100039, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773078623000201>. Acesso em: 28 de ago. 2024.
- DA SILVA JÚNIOR, W. J. *et al.* Draft genome assembly of *Colletotrichum musae*, the pathogen of banana fruit. **Data in Brief**, v. 17, p. 256-260, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340918300052>. Acesso em: 28 de ago. 2024.
- EL KHETABI, A. *et al.* Role of plant extracts and essential oils in fighting against postharvest fruit pathogens and extending fruit shelf life: A review. **Tren. F. Sci. Techn.**, v.120, p. 402-417, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224422000097>. Acesso em: 28 de ago. 2024.
- FAO, 2022. Food and Agricultural Organization. Disponível em: <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/bananas/en/>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

GIRI, P. Biopesticides as a pathway towards sustainable greener world. **Res. J. Life sci. Bioinform. Pharm. Chem. Sci.**, p. 894, 2019. Disponível em: <http://www.rjlbpcs.com/article-pdf-downloads/2019/24/743.pdf>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

GONÇALVES, D. C. *et al.* Recent advances and future perspective of essential oils in control *Colletotrichum* spp.: A sustainable alternative in postharvest treatment of fruits. **F. Res. Inter.**, v. 150, p. 110758, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399692100658X>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

IBGE, 2024. Índice Brasileiro de Geografia e estatística – Produção de banana. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=banana>. Acesso em 28 de ago. 2024.

KALHORO, M. T. *et al.* Fungicidal properties of ginger (*Zingiber officinale*) essential oils against *Phytophthora colocasiae*. **Sci. Rep.**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06321-5>. Acesso em: 28 ago. 2024.

KULKARNI, S. A. *et al.* Antifungal activity of wild bergamot (*Monarda fistulosa*) essential oil Against postharvest fungal pathogens of banana fruits, **S. Afr J Bot.**, v. 144, p. 166-174, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629921003343>. Acesso em: 28 ago. 2024.

KULKARNI, S. A. *et al.* *In vitro* and sílico evaluation of antifungal activity of cassia (*Cinnamomum cassia*) and holy basil (*Ocimum tenuiflorum*) essential oils for the controlo f antracnose and crown-rot postharvest diseases of banana fruits. **Chem. Pap.**, v. 75, p. 2043-2057, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11696-020-01434-5>. Acesso em: 28 ago. 2024.

LUNDGREN, G. A. *et al.* Antifungal effects of *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist essential oil against pathogenic *Colletotrichum musae* and its incorporation in gum Arabic coating to reduce anthracnose development in banana during storage. **J. Appl. Microbiol.**, v. 132, n. 1, p. 547-561, 2022. Disponível em: <https://academic.oup.com/jambio/article-abstract/132/1/547/6715416?login=true>. Acesso em: 28 ago. 2024.

RODRIGUES, J. P. *et al.* Current tecnologies to control fungal diseases in postharvest papaya (*Carica papaya* L.). **Biocatal. Agrc. Biotechnol.**, v. 36, p. 102128, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878818121002243>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

SIVAKUMAR, D.; BAUTISTA-BAÑOS, S. A review on the use of essential oils to control postharvest rot and maintain fruit quality during storage. **Crop Prote.**, v. 64, p. 27-37, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219414001756>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

SILVA, R. S. C. *et al.* Desempenho de Óleos Essenciais de Manjeriçã e Melaleuca, com Potencial Controle da Antracnose na Pós-colheita da Banana Prata. **Científica**, v. 52, p. 23-23, 2024. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1409>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

ZAKARIA, L. Diversity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in tropical fruit crops A review. **Agriculture**, v. 11, n. 4, p. 297, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/4/297>. Acesso em: 28 de ago. 2024.

Agradecimentos

Ao IFES (Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo) - Campus de Alegre e UFES pela disponibilidade da infraestrutura, à FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e ao FORTAC (Fortalecimento da Agricultura Capixaba) pelo apoio financeiro.