

A eficácia do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca Alternifolia* Cheel) no controle preventivo de doenças no cultivo de feijão

The effectiveness of melaleuca essential oil (Melaleuca Alternifolia Cheel) in the preventive control of diseases in bean cultivation

Matthieu Octaveus* (ORCID 0000-0001-6465-4992), Gilmar Franzener (ORCID 0000-0002-3226-2270), Lisandro Tomas da Silva Bonome (ORCID 0000-0002-4144-3014)

Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, PR, Brasil. *Autor para correspondência: matt.octaveus@gmail.com

Submissão: 02/01/2024 | Aceite: 30/03/2024

RESUMO

Este estudo aborda a aplicação do óleo essencial de Melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel) no controle de doenças na cultura de feijão. Considerando a importância global e econômica do feijoeiro, a pesquisa investigou o potencial da *M. alternifolia*, conhecida como árvore-do-chá, para suprimir patógenos. Testes *in vitro* foram conduzidos, revelando que o óleo essencial (OE) inibiu o crescimento de fungos e bactérias a partir de 0,5%. Experimentos *in vivo*, com delineamento estatístico casualizado, demonstraram uma redução significativa na incidência e severidade das doenças a partir de 0,5%. Os resultados sugerem que o OE de Melaleuca pode ser uma alternativa eficaz no controle fitossanitário do cultivo de feijão, destacando seu potencial para promover a sustentabilidade e produtividade agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: fitossanidade; sustentabilidade agrícola; manejo integrado; fitopatogênicos; potencial antimicrobiano.

ABSTRACT

This study looks at the application of Melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel) essential oil to control diseases in bean crops. Considering the global and economic importance of the bean crop, the research investigated the potential of *M. alternifolia*, known as the tea tree, to suppress pathogens. In vitro tests were conducted, revealing that the essential oil (EO) inhibited the growth of fungi and bacteria from 0.5%. In vivo experiments, using a randomized statistical design, showed a significant reduction in the incidence and severity of diseases from 0.5%. The results suggest that Melaleuca EO can be an effective alternative for phytosanitary control of bean crops, highlighting its potential to promote sustainability and agricultural productivity.

KEYWORDS: plant health; agricultural sustainability; integrated management; phytopathogenics; antimicrobial potential.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus spp.*) desempenha um papel vital na culinária, cultura e economia, sendo uma fonte fundamental de nutrientes e desempenhando um papel central na dieta brasileira. Com milhões de agricultores envolvidos, a produção de feijão é essencial para a segurança alimentar e a economia agrícola no Brasil (ASSUMPÇÃO et al. 2023, NAVARINI et al. 2009). A relevância nutricional do feijão, pertencente ao gênero *Phaseolus* e compreendendo aproximadamente 55 espécies globalmente distribuídas, é evidente em sua capacidade de fornecer proteínas, carboidratos complexos, fibras alimentares, vitaminas do complexo B, ferro, cálcio e outros minerais. Além disso, a cultura desempenha um papel crucial na fixação de nitrogênio no solo (DUTRA et al. 2017, PEDRO et al. 2012).

A produção nacional de feijão na safra de 2023/24, de acordo com dados da CONAB (2024), atingiu aproximadamente 3,03 milhões de toneladas. Conforme indicado pela EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2023), estima-se que o consumo médio aparente per capita de feijão-comum em 2021 tenha sido de 12,2 kg por habitante. No Brasil, 80% do feijão consumido é do tipo feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), enquanto os 20% restantes são de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Quanto ao feijão-comum, a distribuição no país é a

seguinte: 56% é do tipo carioca, 21% é preto e 3% são de variedades especiais.

Apesar de sua importância, a produção de feijão enfrenta desafios significativos devido a diversos patógenos, incluindo fungos, bactérias e vírus. Entre esses patógenos, destacam-se o fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, causador da antracnose, e a bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, responsável pelo crestamento bacteriano comum, ambos capazes de causar perdas substanciais na produção (SIQUEIRA et al. 2019, TELAXKA et al. 2018).

Adicionalmente, a mancha angular do feijoeiro, provocada pelo fungo *Pseudocercospora griseola*, representa outra ameaça significativa, podendo causar prejuízos de até 80% na produção. O manejo dessas doenças frequentemente recorre ao controle químico, uma prática que apresenta desafios ambientais e de saúde humana (TOILLIER et al. 2010). Diante desse cenário, busca-se alternativas sustentáveis para o manejo de doenças nas lavouras de feijão, e uma abordagem promissora é o uso de substâncias extraídas de plantas, como óleos essenciais. Nesse contexto, o óleo essencial de *M. alternifolia* (*tea tree*) tem despertado interesse devido às suas propriedades antimicrobianas notáveis (CASTRO et al. 2005). Apesar dessas propriedades conhecidas, poucos estudos abordam sua aplicação específica no controle das doenças mencionadas no feijoeiro (SOUZA et al. 2015, SIMÕES 2002).

Diante desse contexto, o presente estudo objetiva avaliar *in vitro* e *in vivo* o efeito do óleo essencial de *M. alternifolia* no controle do crestamento bacteriano, da antracnose e da mancha angular, assim como analisar a eficácia de sua emulsão na proteção das plantas de feijão. A busca por alternativas sustentáveis visa contribuir para a promoção da saúde ambiental e a preservação da produtividade agrícola nessa cultura essencial.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus de Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil (25° 24' 28" S, 52° 24' 58" W, altitude de 840 metros), uma região de clima temperado com média anual de precipitação entre 1800 e 2000 mm. Utilizou-se óleo essencial (OE) de melaleuca de origem australiana, amostras de feijão doente foram da espécie IPR TUIUIÚ, de lavouras de feijão no município de Laranjeiras do Sul/PR, e Tween 80 foi usado para emulsificação. A composição do óleo essencial, determinada por laudo técnico, inclui os seguintes constituintes: α -terpinen-4-ol (40%), cineol (1%), α -terpineno (3%), α -pineno (4%), γ -terpineno (22%), α -terpineno (11%), α -terpineolene (3%) e pcimeno (3%). Amostras de plantas doentes foram coletadas e os patógenos identificados através de microscopia óptica e meios de cultura específicos. Para os testes *in vitro*, preparou-se uma emulsão inicial com concentração de 10.000 μ l/mL de OE. Em testes em casa de vegetação, a emulsão inicial teve concentração de 1000 μ l/mL de OE. Avaliação da emulsão do OE sobre *Pseudocercospora griseola*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Colletotrichum lindemuthianum* em diferentes concentrações (0,0%, 0,05%, 0,1%, 0,5%, 1%, 2% e 3%).

Bioensaios realizados *in vivo* em casa de vegetação com diferentes concentrações (0,0%, 0,05%, 0,1%, 0,5%, 1%, 2% e 3%) para cada patógeno, aplicados por pulverização na parte aérea das plantas. Incidência e severidade das doenças avaliadas por escala diagramática. Cálculo de Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD), Área Abaixo da Curva do Progresso da Incidência (AACPI) e Área Abaixo da Curva do Progresso da Severidade (AACPS). Todos bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 4 e 5 repetições para os tratamentos *in vitro* e *in vivo*, respectivamente. A análise de variância, análise de regressão e teste de médias de Tukey a 5% foram realizados utilizando o software Sisvar (FERREIRA 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento *in vitro*, avaliando o crescimento bacteriano em diferentes concentrações de óleo essencial de melaleuca, indicaram uma diminuição na multiplicação e desenvolvimento bacteriano, conforme mostrado na (Figura 1A). A redução foi proporcional ao aumento da concentração do óleo, alcançando inibição total nas concentrações de 1% e 2%. A presença de compostos como terpenóides, terpinen-4-ol e cineol no OE de melaleuca foi associada a atividades antimicrobianas e anti-inflamatórias, interferindo nos processos vitais das bactérias (HILLEN et al. 2012, RAMOS et al. 2016).

A atividade de antibiograma de *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (Figura 1B) mostrou inibição dos halos de crescimento bacteriano em concentrações de 0,5%, 1%, 2% e 3%, indicando que o aumento da

concentração do óleo resulta em maior halo de inibição. Contudo, há um ponto onde concentrações mais elevadas podem não proporcionar um aumento proporcional da inibição. Essa informação é relevante para práticas agrícolas, considerando a eficiência, viabilidade econômica e preocupações ambientais (CORREA et al. 2020, MARQUES et al. 2022).

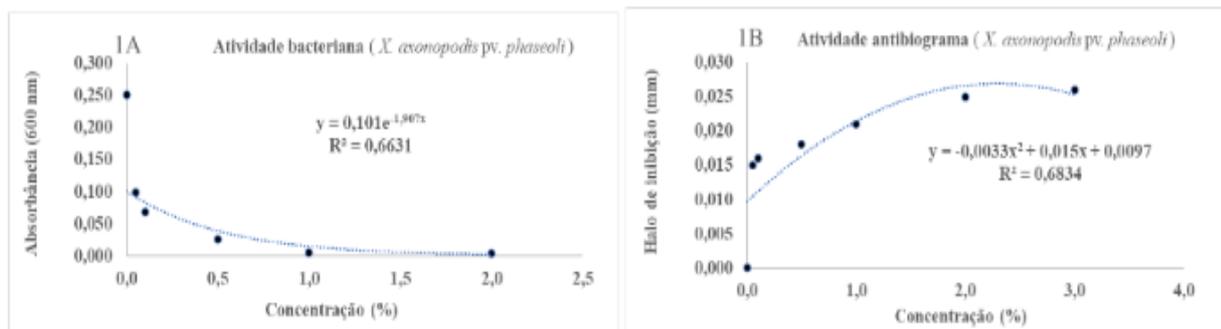


Figura 1. Atividade bacteriana (1A) e atividade antibiograma de *X. axonopodis pv. phaseoli* (1B) sob diferentes concentrações do óleo essencial de *M. alternifolia*.

Figure 1. Bacterial activity (1A) and antibiogram activity of *X. axonopodis pv. phaseoli* (1B) under different concentrations of *M. alternifolia* essential oil.

No teste de crescimento de diferentes patógenos, como *Macrophomina phaseolina*, *Alternaria radicina*, *A. dauci* e *Pseudocercospora griseola*, OE de melaleuca demonstrou eficácia inibitória em concentrações variadas (MARTINS et al. 2010, NASCIMENTO et al. 2019). Portanto, o óleo interferiu em processos metabólicos, evidenciando seu potencial como agente fungicida como já reportados em literatura (NEPOMOCENO & PIETROBON 2020, PORTELLA et al. 2021).

O experimento *in vivo* em casa de vegetação demonstrou que concentrações a partir de 0,5% do OE de melaleuca foram eficazes contra a antracnose e crestamento bacteriano, evidenciando redução na incidência e severidade das doenças (PUVAÇA et al. 2019, QUINTÃO et al. 2021). Estes resultados corroboram com resultados prévios que utilizaram a microscopia eletrônica de varredura (PHONGPAICHIT et al. 2004). Neste ensaio, os autores acabaram por revelar o colapso e a desnaturação celular, sugerindo a modificação da permeabilidade da membrana citoplasmática como mecanismo de ação.

Os resultados da mancha angular mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e o grupo de controle, indicando o impacto positivo do óleo essencial de melaleuca na redução da propagação da doença (PEIXINHO et al. 2017). Portanto, a composição e a concentração dos componentes do óleo essencial influenciaram suas propriedades biológicas (BARBOSA et al. 2015). Assim, sugere-se que o OE de Melaleuca pode ser uma alternativa eficaz no controle fitossanitário do cultivo de feijão, destacando seu potencial para promover a sustentabilidade e a produtividade agrícola.

CONCLUSÃO

Os testes *in vivo* apontaram que a concentração de 0,5% foi mais significativa na inibição dos fungos fitopatogênicos e bactérias, resultando em uma redução notável da incidência e severidade das doenças do feijoeiro.

Os parâmetros Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência da doença (AACPI) quanto a Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade da doença (AACPS) foram significativamente afetadas pelos tratamentos, principalmente na concentração de 0,5% de óleo essencial. Isso ressalta o potencial do óleo de melaleuca como uma ferramenta para o manejo de doenças no cultivo de feijão, com implicações para a agricultura sustentável. Portanto, são sugeridas pesquisas adicionais para confirmação dos resultados.

REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO D et al. 2023. Hábito alimentar de adultos brasileiros segundo a condição na força de trabalho. R. bras. Est. Pop. 40: 1-16.
- BARBOSA MS et al. 2015. Biological activity *in vitro* propolis and essential oils on the *Colletotrichum musae* isolated in *Musa spp.* Brazilian Journal of Medicinal Plants 17: 254-261.

- CASTRO C et al. 2005. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. R. Árvore 29: 241-249.
- CONAB. 2024. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 21/03/2024.
- CORREA L et al. 2020. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de melaleuca e sua incorporação em um creme mucocutâneo. Revista Fitos. 14: 26-37.
- DUTRA RMS et al. 2017. Brazilian Savanna, green revolution and the evolution of pesticides consumption. Soc. & Nat Uberlândia 29: 473-488.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO 2023. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/consumo>. Acesso em: 21/03/2024.
- FERREIRA DF. 2007. SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.0. Lavras: UFLA.CD-ROM. Software.
- HILLEN T et al. 2012. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. Revista Brasileira. Pl. Med. 14: 439-445.
- MARQUES EC et al. 2022. Melaleuca armillaris essential oil as an odor reducer in intestinal ostomy bags: a semi-experimental study. Journal of school of nursing 3: 1-7.
- MARTINS JAS et al. 2010. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial *in vitro* de fungos fitopatogênicos. Bioscience Journal 27: 49- 51.
- NASCIMENTO DM et al. 2019. Essential oils inhibit *Colletotrichum gloeosporioides* spore germination. Summa Phytopathologica 45: 432-433.
- NAVARINI L et al. 2009. Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em combinação com fungicidas no manejo de doenças na cultura do feijoeiro. Arq. Inst. Biol. 76: 735-7,39.
- NEPOMOCENO TAR & PIETROBON AJ. 2020. *Melaleuca alternifolia*: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. Rev. UNINGÁ Review 35: 1-29.
- PEDRO EAS et al. 2012. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. Pesq. agropec. Bras. 47: 1589-1595.
- PEIXINHO GS et al. 2017. Controle da Podridão seca (*Lasiodiplodia theobromae*) em cachos de videira cv. Itália por óleos essenciais e quitosana. Summa Phytopathol. 43: 26-31.
- PHONGPAICHT S et al. 2004. Antifungal activity from leaf extracts of *Cassia alata* L., *Cassia fistula* L. and *Cassia tora* L. Songklanakarin Journal of Science and Technology 26: 741-748.
- PORTELLA J et al. 2021. Essential oils *in vitro* control of *Sclerotinia sclerotiorum*. Revista Thema 19: 615-622.
- PUVAČA N et al. 2019. Tea tree (*Melaleuca alternifolia*) Pand its essential oil: antimicrobial, antioxidant and acaricidal effects in poultry production. World's Poultry Science Journal 75: 235-246.
- QUINTÃO CJG et al. 2021. Efeito de óleos essenciais em fungos fitopatogênicos. In: IX Seminário de Iniciação Científica do IFMG. Belo Horizonte: IFMG. p.1-5. 07 a 09 de julho de 2021.
- RAMOS K et al. 2016. Óleos essenciais e vegetais no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*. Rev. Bras. Pl. Med. 18: 605-612.
- SIMÕES RP. 2002. Efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre a infecção estafilocócica. Revista Lecta. 20: 143-152.
- SIQUEIRA ITD et al. 2019. Indução de resistência por acibenzolar-S-metil em feijão caupi no controle da antracnose. Summa Phytopathol. 45: 76-82.
- SOUZA AD et al. 2015. Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 17: 1078-1082.
- TELAXKA FJ et al. 2018. Extrato aquoso e fermentado de fumo-bravo (*solanum mauritianum scop*) na proteção do feijoeiro (*phaseolus vulgaris*) ao crestamento bacteriano comum. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 8: 81-90.
- TOILLIER SL et al. 2010. Controle de crestamento bacteriano comum (*xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e alterações bioquímicas em feijoeiro induzidas por *Pycnoporus sanguineus*. Arq. Inst. Biol. 77: 99-110.