

EMULSÕES DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* PARA CONTROLE SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

Gabriel F. A. Vieira¹; Ana Carla R. Rosa¹; Maria Alice B. Silva²; João Victor Andrade¹; Luciano Menini²; Mário F. C. Santos¹; Luciana. A. Parreira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Química e Física, Alto Universitário s/n, Guararema, 29500-000, Alegre-ES, Brasil

²Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre/Departamento de Química, BR 482, Rodovia Cachoeiro/Alegre, Km 47, Distrito de Rive - 29520-000- Alegre-ES, Brasil

Palavras-Chave: Fitotoxicidade, produtos naturais, herbicida

Introdução

O aumento da demanda por alimentos, consequência do crescimento populacional, impulsionou a modernização da agricultura nos últimos anos. O uso de máquinas agrícolas, fertilizantes e pesticidas foi fundamental para elevar a produtividade e garantir o sucesso no setor (Hemathilake; Gunathilake, 2022).

Os agroquímicos, especialmente os pesticidas, tornaram-se parte essencial do manejo das culturas, desde o início do plantio até o fim da colheita (Shahbaz *et al.*, 2022). Os herbicidas, que são usados principalmente para controlar ervas daninhas, representam cerca de 50% de todos os pesticidas utilizados no Brasil (Mendes; Ionue; Tornisielo, 2022).

Apesar das vantagens econômicas do uso de herbicidas químicos, estudos toxicológicos destacaram efeitos nocivos à saúde humana, incluindo alterações no DNA, câncer e efeitos teratogênicos, devido ao seu potencial papel na indução ou promoção de tumores (Gupta, 2018).

Desde 2015, a Agência Internacional para Pesquisa sobre o Câncer (IARC) identificou que o glifosato, um herbicida amplamente utilizado, como um provável agente cancerígeno (Valavanidis, 2018). Isso é especialmente preocupante, já que, desde 2009, o Brasil é o maior consumidor de agroquímicos, incluindo o glifosato. Como resultado, há uma necessidade crescente de explorar alternativas para reduzir seu uso.

Além disso, os herbicidas químicos se tornaram menos eficazes ao longo do tempo devido à seleção de variedades de plantas resistentes, o que reduz ainda mais sua eficiência. Para enfrentar esses problemas, é fundamental estudar e desenvolver métodos alternativos de controle de ervas daninhas (Frota; Siqueira, 2021).

Alguns compostos naturais, como os componentes voláteis encontrados em certas plantas, conhecidos como óleos essenciais, mostram potencial no controle de ervas daninhas por meio de seus efeitos alelopáticos, que inibem o crescimento de espécies concorrentes, todavia, esses óleos essenciais também podem apresentar efeito bioestimulante para crescimento das sementes, dependendo da dosagem utilizada (Pinheiro *et al.*, 2015; Karpinski, 2020).

Entre as plantas que produzem óleos essenciais destaca-se a família Myrtaceae, que inclui a espécie *Melaleuca alternifolia*, conhecida como melaleuca ou árvore-chá. Os compostos terpinen-4-ol (40,3%), γ -terpineno (11,7%) e 1,8-cineol (7,0%) foram relatados como sendo os componentes majoritários desse óleo essencial no trabalho de Borotová *et al.* (2022).

Ibáñez e Blázquez (2020) testaram a fitotoxicidade do óleo essencial de *M. alternifolia* em sementes de pepino (*Cucumis sativus*) em dosagem de 1 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ e relataram significativa inibição do crescimento do hipocótilo das plântulas. Outros autores também relatam efetividade desse óleo essencial em proteção de sementes, como a cenoura, a infecções de fungos do solo (Patkowska *et al.*, 2020).

Considerando os efeitos alelopáticos e bioestimulantes dos óleos essenciais, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos do óleo essencial de *M. alternifolia* na germinação,

crescimento da parte aérea da alface romana (*Lactuca sativa* var. Romana) e sorgo (*Sorghum bicolor*).

Material e Métodos

Para realizar os ensaios de fitotoxicidade, utilizamos o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, obtido comercialmente da empresa ViaAroma. Os ensaios foram realizados no laboratório de Química Aplicada do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre/ES.

A emulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* foi preparada com emulsificante Tween 80® em concentrações de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 $\mu\text{L. mL}^{-1}$. Para testemunha utilizou-se semente água destilada e o herbicida comercial Zapp QI 620® (Glifosato) em 0,015 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, foi o controle positivo.

Um volume de 2 mL das soluções preparadas foi adicionado em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, esterilizadas e forradas com papel filtro, e nelas foram colocadas 25 sementes de alface (*Lactuca sativa* var. Romana) ou sorgo (*Sorghum bicolor*) da marca Top Seed®, em cinco repetições para cada tratamento.

O crescimento radicular e crescimento aéreo das plântulas foram medidos após 48h e 120h, de incubação em BOD (Biological Oxygen Demand) com fotoperíodo de 12h claro e 12h escuro. Todas as medidas foram feitas com paquímetro digital.

Para significância dos fatores qualitativos relacionados as variáveis das soluções, o teste de Tukey foi empregado à 5% para comparar os tratamentos, utilizando o R Core Team (2020).

Resultados e Discussão

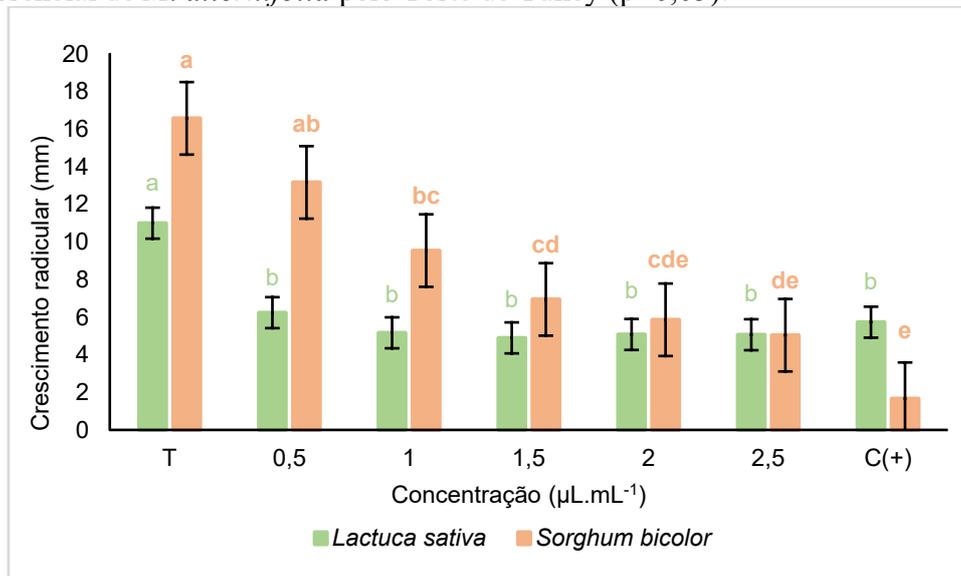
Autores revelam a presença de terpinen-4-ol e γ -terpineno como os componentes majoritários do óleo essencial de *M. alternifolia* (Brun *et al.*, 2019). Terpinen-4-ol, é conhecido pelo seu efeito antisséptico e, γ -terpineno antifúngico em *C. albicans* em altas dosagens de 16 $\mu\text{g. mL}^{-1}$. Porém esses efeitos são inofensivos para plantas, sugerindo um possível efeito bioestimulante (Rivera-Yañez *et al.*, 2017; Brun *et al.*, 2019).

Por outro lado, a presença de monoterpenos oxigenados está ligado a uma potente atividade fitotóxica. Estudo de atividades alelopáticas de 47 monoterpenoides de diferentes óleos essenciais foram conduzidas para estimar germinação e crescimento de sementes de *L. sativa* e encontraram que os compostos mais ativos pertencem as funções álcool e cetonas (Muria-Gonzalez *et al.*, 2020).

Resultados do presente ensaio biológico revelaram que a emulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* inibiu o efetivamente o crescimento radicular de *L. sativa* em todas as concentrações testadas, considerando que as médias de inibição foram semelhantes ao controle positivo (glifosato) (Figura 1). Quanto ao crescimento aéreo, os resultados desse trabalho revelam que o óleo essencial de *M. alternifolia* apresenta efeito bioestimulante nas baixas concentrações de 0,5 e 1,0 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, uma vez que *L. sativa* teve seu comprimento aumentado em comparação a testemunha. Porém, em concentrações de 1,5; 2,0 e 2,5 $\mu\text{L. mL}^{-1}$ apresentaram efeito alelopático e médias de crescimento aéreo semelhantes ao controle positivo (Figura 2).

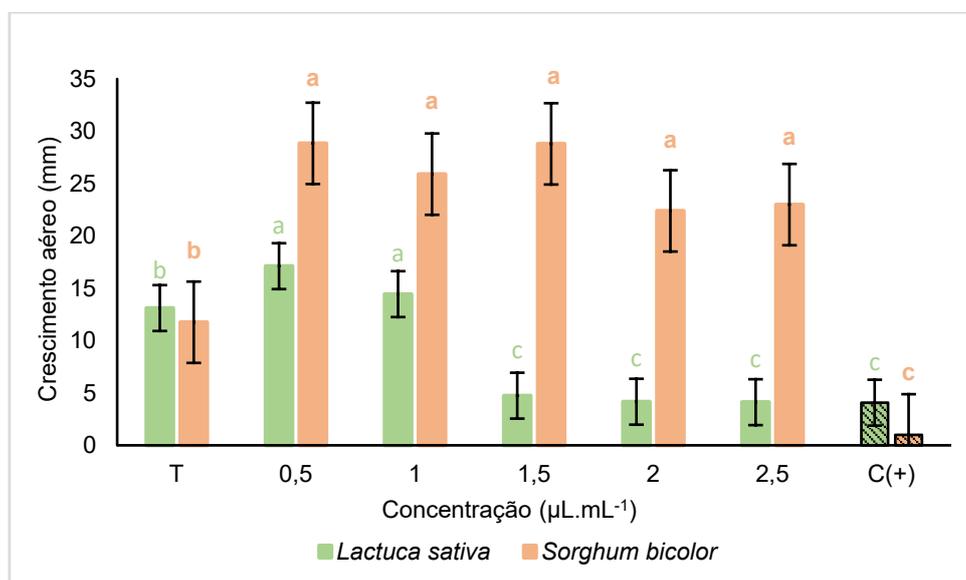
A monocotiledônea, *S. bicolor* demonstrou um comportamento dose-dependente para inibição do crescimento radicular. Resultados da Figura 1 revelam que as concentrações, 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 $\mu\text{L. mL}^{-1}$ provocaram inibições no crescimento radicular comparando-as à testemunha. As concentrações de 2,0 e 2,5 $\mu\text{L. mL}^{-1}$ foram mais efetivas para inibição do crescimento radicular, visto que as médias de foram semelhantes ao controle positivo (Figura 1). Os resultados de crescimento aéreo revelam que a emulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* apresentou efeito bioestimulante para todas as concentrações testadas, uma vez que o crescimento aéreo foi maior do que a testemunha (Figura 2).

Figura 1. Comparação das médias de CR de *L. sativa* de *S. bicolor* em diferentes concentrações de óleo essencial de *M. alternifolia* pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).



T: testemunha; C(+): controle positivo. As médias seguidas da mesma letra, não se diferenciam entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). **Fonte:** O autor (2024).

Figura 2. Comparação das médias de CA das sementes de *L. sativa* de *S. bicolor* em diferentes concentrações de óleo essencial de *M. alternifolia* pelo Teste de Tukey à 5%.



T: testemunha; C(+): controle positivo. As médias seguidas da mesma letra, não se diferenciam entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). **Fonte:** O autor (2024).

Os resultados de obtidos em outros ensaios de fitotoxicidade revelam que o efeito alelopático dos óleos essenciais não influenciam na quantidade de sementes germinadas, e sim, no retardamento da sua germinação (Dahiya; Batish; Singh, 2020). A variedade de monoterpenoides presente nos óleos essenciais conferem o efeito alelopático na germinação das sementes. Essas substâncias também podem afetar processos fisiológicos importantes, como a fotossíntese, a produção de clorofila, o acúmulo de lipídios no citoplasma e causar a perda de organelas devido a danos nas membranas celulares (Pinheiro *et al.*, 2015).

Ibáñez e Blázquez (2020) relataram que o óleo essencial de *M. alternifolia* diminuiu (28,17%) a germinação de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) em dosagens de 1,0 μL .

mL^{-1} , enquanto não foi observado nenhum efeito fitotóxico para germinação de sementes de pepino (*Cucumis sativus*) em nenhuma das doses testadas (0,125; 0,25; 0,50 e $1,0 \mu\text{L mL}^{-1}$).

De acordo com Han *et al.* (2021) o óleo essencial de *Ambrosia artemisiifolia* inibiu a germinação e desenvolvimento de sementes monocotiledôneas (*Poa annua*, *Setaria viridis*) e dicotiledônias (*Amaranthus retroflexus*, *Medicago sativa*) em baixas concentrações de $0,25 \text{ mg mL}^{-1}$, reduzindo a atividade enzimática das células radiculares.

O óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum* L.) em concentração de $1,6 \text{ mL.L}^{-1}$, quando aplicados em sementes de soja tem capacidade de aumentar o comprimento da raiz e número de raízes secundárias. Além disso, seu composto majoritário (eugenol) apresenta propriedades antifúngicas que reduzem as contaminações nas sementes (Riccioni *et al.*, 2019).

De forma geral, a atividade fitotóxica da nanoemulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* comportou-se seletivamente para *L. sativa* e, sendo conveniente para não prejudicar as culturas alimentares adjacentes, fazendo-se necessário também conhecer a sua potencial influência nas culturas alimentares.

Conclusões

A emulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* apresentou fitotoxicidade na germinação e crescimento da parte aérea de *L. sativa*, demonstrando efeito de inibição semelhante ao controle positivo. Efeito alelopático dose-dependente foi observado em radículas de *S. bicolor* e efeito bioestimulante na parte aérea, aumentando o comprimento dos hipocótilos. A emulsão de óleo essencial de *M. alternifolia* apresenta potencial para melhorar abordagens agrícolas sustentáveis e eficazes com compostos bioativos naturais. Estudos futuros podem avaliar a eficácia dessa nanoemulsão em contextos de campo e investigar o seu impacto sobre pigmentos fotossintéticos, metabólitos secundários e atividade enzimática, visando compreender melhor seu mecanismo de ação.

Agradecimentos

À UFES e IFES pela infraestrutura e a FAPES, CAPES e CNPq pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- BOROTOVÁ, P. *et al.* Chemical and biological characterization of Melaleuca alternifolia essential oil. **Plants**, v. 11, n. 4, p. 558, 2022.
- BRUN, P. *et al.* In vitro antimicrobial activities of commercially available tea tree (Melaleuca alternifolia) essential oils. **Current microbiology**, v. 76, p. 108-116, 2019.
- DAHIYA, S.; BATISH, D. R.; SINGH, H. P. Pogostemon benghalensis essential oil inhibited the weed growth via causing oxidative damage. **Brazilian Journal of Botany**, v. 43, n. 3, p. 447-457, 2020.
- FROTA, M. T. B. A.; SIQUEIRA, C. E. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 00004321, 2021.
- GUPTA, P. K. Toxicity of herbicides. In: **Veterinary toxicology**. Academic Press, 2018. p. 553-567.
- HAN, C. *et al.* Chemical composition and phytotoxicity of essential oil from invasive plant, Ambrosia artemisiifolia L. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 211, p. 111879, 2021.
- HEMATHILAKE, D. M. K. S.; GUNATHILAKE, D. M. C. C. Agricultural productivity and food supply to meet increased demands. In: **Future foods**. Academic Press, 2022. p. 539-553.
- IBÁÑEZ, M. D.; BLÁZQUEZ, M. A. Phytotoxic effects of commercial essential oils on selected vegetable crops: Cucumber and tomato. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 15, p. 100209, 2020.
- KARPINSKI, T. M. Essential oils of Lamiaceae family plants as antifungals. **Biomolecules**, v. 10, n. 1, p. 103, 2020.



MENDES, K. F.; IONOUE, M. H.; TORNISIELO, V. L. **Herbicidas no ambiente: Comportamento e destino.** Editora UFV, 2022.

MURIA-GONZALEZ, M. J. *et al.* Volatile molecules secreted by the wheat pathogen *Parastagonospora nodorum* are involved in development and phytotoxicity. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 466, 2020.

PATKOWSKA, E. *et al.* The Influence of *Trichoderma harzianum* Rifai T-22 and other biostimulants on rhizosphere beneficial microorganisms of carrot. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1637, 2020.

PINHEIRO, P. F. *et al.* Phytotoxicity and cytotoxicity of essential oil from leaves of *Plectranthus amboinicus*, carvacrol, and thymol in plant bioassays. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 63, n. 41, p. 8981-8990, 2015.

RICCIONI, L. *et al.* Organic seed treatments with essential oils to control ascochyta blight in pea. **European Journal of Plant Pathology**, v. 155, n. 3, p. 831-840, 2019.

RIVERA-YAÑEZ, C. R. *et al.* Anti-Candida activity of *Bursera morelensis* Ramirez essential oil and two compounds, α -pinene and γ -terpinene—an in vitro study. **Molecules**, v. 22, n. 12, p. 2095, 2017.

SHAHBAZ, M. U. *et al.* Natural plant extracts: an update about novel spraying as an alternative of chemical pesticides to extend the postharvest shelf life of fruits and vegetables. **Molecules**, v. 27, n. 16, p. 5152, 2022.

TEAM, R. Core. RA language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical. **Computing**, 2020. Acesso em 24 de agosto de 2024.

VALAVANIDIS, A. Glyphosate, the most widely used herbicide. **Scientific Reviews**, 2018.