



Evento: XVI Seminário de Inovação e Tecnologia

AÇÃO FUNGISTÁTICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NANOENCAPSULADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ¹

Caroline Quatrin Konageski², Christiane Colet³, Barbara Bandeira⁴, Vitor Jaeger Nogara⁵

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí; com financiamento da agência CNPq.

² Estudante do curso Biomedicina, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBITI/CNPq.

³ Professor orientador do projeto Extração E Uso De Óleos Essenciais Brutos E Nanoencapsulados E Sua Ação Fungistática No Controle Sustentável De Fungos No Armazenamento De Sementes De Soja. Farmacêutica (UNIJUÍ). Doutora em Ciências Farmacêuticas (UFRGS). Docente da graduação e dos PPG em Atenção integral à Saúde e Sistemas Ambientais e Sustentabilidade (UNIJUÍ).

⁴ Estudante de Farmácia da UNIJUÍ. Bolsista PIBIC/UNIJUÍ.

⁵ Estudante de Farmácia da UNIJUÍ. Bolsista PROBIC/FAPERGS.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo e apresenta grande importância econômica para o Brasil, sendo utilizada na alimentação humana, na produção de ração animal e de biocombustíveis (JARDINE; BARROS, 2021). Entretanto, durante o armazenamento, sua qualidade fisiológica e sanitária pode ser comprometida pela ação de fungos fitopatogênicos, ocasionando perdas na qualidade das sementes.

O controle desses agentes é realizado principalmente por meio de defensivos agrícolas, cujo uso pode ocasionar impactos ambientais e à saúde humana, além de favorecer a seleção de microrganismos resistentes (CARVALHO, 2014). Nesse contexto, os óleos essenciais têm despertado interesse como alternativas naturais, devido ao seu potencial fungicida, bactericida e inseticida (CARVALHO, 2014).

Estudos demonstram o potencial dos óleos essenciais no manejo de doenças agrícolas, inclusive em formulações nanoestruturadas (KESHO; CHALA; GEBREMARIAM, 2020). Assim, este trabalho avaliou a atividade antifúngica de nanoemulsões de óleos essenciais de eucalipto (*Corymbia citriodora*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*) sobre fungos fitopatogênicos e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, relacionando-se aos ODS 2, 3 e 12 da Agenda 2030 da ONU (NAÇÕES UNIDAS, 2015).



METODOLOGIA

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar Brasmax Lança®, previamente desinfestadas com álcool 70% e hipoclorito de sódio a 1%. Após secagem em estufa a 25 °C, as sementes foram inoculadas com suspensões de *Aspergillus flavus* e *Penicillium rubens*, padronizadas na escala 0,5 de McFarland e ajustadas à concentração de 5×10^6 UFC L⁻¹.

Posteriormente, as sementes foram submetidas aos tratamentos com os óleos essenciais pelo método de mistura manual, na dose de 4 mL kg⁻¹ de sementes. Foram utilizados como controles água destilada estéril e o fungicida Vitavax-Thiram® 200 SC, na mesma dose. Após os tratamentos, as sementes foram secas à temperatura ambiente e armazenadas por 120 dias em sacos de polipropileno.

Ao final do período de armazenamento, foram realizadas análises fitossanitárias, testes de germinação e avaliações de vigor no Laboratório de Análise de Sementes da UNIJUÍ, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009a) e o Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos avaliados apresentaram respostas distintas quanto à qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja. A nanoemulsão de eucalipto (*Corymbia citriodora*) apresentou elevada atividade antifúngica, enquanto a nanoemulsão de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) demonstrou maior compatibilidade com a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

No teste de germinação, os tratamentos sem aplicação, água + Tween 80 e Vitavax apresentaram percentuais de plântulas normais de 84,33%, 82,00% e 89,00%, respectivamente. Em contrapartida, a nanoemulsão de eucalipto promoveu uma redução acentuada da germinação, com percentuais de plântulas normais de 6,00%, 7,00%, 0,67% e 1,67% nas concentrações de 25%, 50%, 75% e 100%, respectivamente. A mortalidade variou de 78,00% a 90,67%, indicando um possível efeito fitotóxico da formulação sobre as sementes nas condições experimentais avaliadas.

A nanoemulsão de alecrim, por sua vez, manteve elevados percentuais de plântulas normais, que variaram de 85,00% a 89,00%, enquanto a mortalidade permaneceu entre 4,67%



e 7,67%. Comportamento semelhante foi observado no teste de vigor, no qual o tratamento com nanoeucalipto apresentou percentuais de sementes mortas entre 99,33% e 100,00%, ao passo que o nanoalecrim manteve percentuais de plântulas normais entre 80,33% e 90,00%.

Os resultados evidenciaram que os efeitos das nanoemulsões sobre a qualidade fisiológica das sementes variaram de acordo com a formulação, a composição do óleo essencial e a concentração empregada. Estudos anteriores também relataram respostas distintas de nanoemulsões sobre a germinação de sementes, abrangendo efeitos fitotóxicos, manutenção da germinação e estímulo ao desenvolvimento inicial, conforme a formulação e as condições experimentais utilizadas (CHAMOUN et al., 2021; COSTA et al., 2024; DE CASTRO E SILVA et al., 2019).

Na análise sanitária, o tratamento sem aplicação apresentou elevada incidência de *Fusarium* sp. (99%) e *Aspergillus* sp. (85%), além da presença de *Rhizopus* sp. A aplicação da nanoemulsão de eucalipto resultou na ausência de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. em todas as concentrações avaliadas, evidenciando elevada atividade antifúngica nas condições experimentais. Esse resultado é consistente com estudos que relatam o potencial antifúngico de óleos essenciais de eucalipto e de formulações nanoestruturadas ou encapsuladas contendo esses compostos (BAIOTTO et al., 2023; BARROS et al., 2024).

A nanoemulsão de alecrim também promoveu redução na incidência dos fungos avaliados. A incidência de *Fusarium* sp. foi reduzida de 99% no tratamento sem aplicação para valores entre 33% e 47%, enquanto *Aspergillus* sp. apresentou incidência entre 6% e 11%. *Penicillium* sp. não foi detectado nas concentrações de 75% e 100%; entretanto, *Rhizopus* sp. permaneceu presente em todas as concentrações avaliadas. Esses resultados corroboram parcialmente os achados de Baiotto et al. (2023), que observaram atividade do óleo essencial de alecrim contra *Penicillium* sp. em sementes de soja.

A análise conjunta dos resultados demonstrou que o nanoeucalipto apresentou maior atividade antifúngica, porém esteve associado a uma acentuada redução da germinação e do vigor das sementes. O nanoalecrim, por outro lado, apresentou menor atividade antifúngica, mas preservou em maior proporção a qualidade fisiológica das sementes. Dessa forma, nas condições experimentais avaliadas, a nanoemulsão de alecrim apresentou uma relação mais



favorável entre a redução da incidência fúngica e a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Embora a nanoemulsificação possa favorecer a dispersão e a estabilidade dos compostos presentes nos óleos essenciais, os resultados devem ser interpretados considerando a composição química de cada óleo, as características da formulação e a concentração utilizada. Nesse sentido, estudos adicionais com concentrações inferiores de nanoeucalipto são necessários para investigar uma faixa de aplicação que possibilite a manutenção da atividade antifúngica, com menor comprometimento da qualidade fisiológica das sementes.

CONCLUSÃO

A nanoemulsão de eucalipto apresentou elevada atividade antifúngica, promovendo a ausência dos fungos avaliados nas condições experimentais, porém esteve associada a uma redução acentuada da germinação e do vigor das sementes de soja. A nanoemulsão de alecrim apresentou menor atividade antifúngica, mas reduziu a incidência de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em determinadas concentrações, mantendo elevados percentuais de germinação e vigor.

Nas condições avaliadas, a nanoemulsão de alecrim apresentou uma relação mais favorável entre a atividade antifúngica e a preservação da qualidade fisiológica das sementes. Em contrapartida, a aplicação da nanoemulsão de eucalipto requer investigações adicionais quanto à concentração e à formulação, visando reduzir os efeitos fitotóxicos e possibilitar sua utilização no tratamento de sementes de soja.

Palavras-chave: Germinação. Patologia Vegetal. Rosmarinus. Eucalyptus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), Unijuí e ao PLAMEDIC pelo apoio ao desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BAIOTTO, C. S. et al. Antifungal effect of essential oils on control of phytopathogens in stored soybean seeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, n. 4, p. 272-278, 2023. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v27n4p272-278.

BARROS, J. M. H. F. et al. Encapsulation of eucalyptus and *Litsea cubeba* essential oils using zein nanopolymer: preparation, characterization, storage stability, and antifungal evaluation. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 278, pt. 1, 134690, 2024. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.134690.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Manual de análise sanitária de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a. 399 p.

CARVALHO, Sibila Vieira de. *Óleos essenciais no controle de doenças fúngicas que ocorrem nas culturas de soja e citros*. 2014. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) — Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2014.

CHAMOUN, L. B. S. et al. A nanoemulsion of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil with allelopathic effect against *Lactuca sativa* L. seeds. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 9, p. 86752-86771, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n9-031.

COSTA, J. P. et al. The biostimulant potential of clove essential oil for treating soybean seeds. *Agriculture*, v. 14, n. 7, 1202, 2024. DOI: 10.3390/agriculture14071202.

DE CASTRO E SILVA, P. et al. Production and efficacy of neem nanoemulsion in the control of *Aspergillus flavus* and *Penicillium citrinum* in soybean seeds. *European Journal of Plant Pathology*, v. 155, p. 1105-1116, 2019. DOI: 10.1007/s10658-019-01838-4.

JARDINE, José Gilberto; BARROS, Talita Delgrossi. Soja. **Agência de Informação Tecnológica da Embrapa**, [S. l.], 2021.

KESHO, A.; CHALA, A.; GEBREMARIAM, E. S. Efficacy of essential oils as management option against storage fungi of wheat. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Advanced Technology*, v. 1, p. 76-84, 2020.

NAÇÕES UNIDAS. *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília, DF: Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Acesso em: 22 jul. 2026.