



IX Simpósio do Papaya Brasileiro

Produção Sustentável com Qualidade

Organizadores

David dos Santos Martins

José Aires Ventura

Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa Vinagre

Linhares, ES
2024



© 2024 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil

CEP 29052-010 Telefones: (27) 3636-9888 / 3636-9846

<https://incaper.es.gov.br> / <https://editora.incaper.es.gov.br> / coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-50-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274500

Editor: Incaper

Formato: Digital

Novembro de 2024

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva – Presidente

José Aires Ventura

Agno Tadeu da Silva

José Altino Machado Filho

Anderson Martins Pilon

José Salazar Zanuncio Junior

André Guarçoni Martins

Marianna Abdalla Prata Guimarães

Fabiana Gomes Ruas

Mauricio Lima Dan

Felipe Lopes Neves

Vanessa Alves Justino Borges

Aparecida L. do Nascimento – Coordenadora Editorial

Marcos Roberto da Costa – Coordenador Editorial Adjunto

Equipe de Produção

Capa: Raiz Comunica

Diagramação: Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa Vinagre, David dos Santos Martins e Laudeci Maria Maia Bravin

Revisão textual: Sob responsabilidade dos autores

Coordenação de Diagramação: Laudeci Maria Maia Bravin

Coordenação de Revisão Textual: Marcos Roberto da Costa

Ficha Catalográfica: Eugenia Magna Broseguini Keys

Fotos e ilustrações: Crédito e elaboração pelos autores dos respectivos capítulos e trabalhos técnico-científicos.

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

Incaper - Biblioteca Rui Tendinha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S612a Simpósio do Papaya Brasileiro / (9. : 2024 : Vitória, ES).
Anais/9º Simpósio do Papaya Brasileiro, de 5 a 8 de novembro de 2024, em Linhares (ES). - Linhares (ES): Sesi, 2024.
588 p. ; il. color. ; 21,0 x 29,7 cm.

Tema: Produção Sustentável com Qualidade.

ISBN: 978-85-89274-50-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274500

1. Mamão – Congressos. 2. Mamão – Cultivo – Brasil. 3. Mamão – Pesquisa, ensino e extensão – Espírito Santo. 4. Mamão – Exportação. 5. Mamão – Produção sustentável. 6. Mamão – Comercialização. 7. *Carica Papaya*. I. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). II. Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedagro). III. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex). IV. Martins, David dos Santos (Org.). V. Ventura, José Aires (Org.). VI. Vinagre, Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa (Org.). VII. Título.

CDU 634.651

Ficha catalográfica elaborada por Eugenia Magna Broseguini Keys – CRB-6/MG nº 408-ES.

Como citar esta publicação:

MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; VINAGRE, D. O. V. B. (Org.) SIMPÓSIO DO PAPAIA BRASILEIRO: Produção sustentável com qualidade. 9, 2024. Vitória-ES: Incaper, Cedagro e Brapex, 2024, 588p. (ISBN: 978-85-89274-50-0; DOI: 10.54682/livro.9788589274500).

EFICIÊNCIA DA NANOEMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE AROEIRA (*Schinus terebinthifolia*) NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MAMÃO

Nataly Senna Gerhardt Barraqui¹, Plucia Franciane¹, Hildegardo Seibert França^{1,2}, José Aires Ventura^{1,3}

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: nataly.gerhardt@gmail.com;

²Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Vila Velha. Vila Velha, ES; ³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Vitória, ES.

INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolia é uma espécie originária da América do Sul, popularmente conhecida como aroeira e pimenta-rosa. O óleo essencial extraído do fruto apresenta uma composição química predominante de α -pineno; β -myrcene; α -phellandrene; δ -3-carene; Limonene; β -phellandrene (Barraqui *et al.*, 2023). O óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresenta diversas atividades biológicas, entre elas, antifúngico (Mohamed *et al.*, 2020); inseticida (Belhoussaine *et al.*, 2022) e antibacteriana (Costa *et al.*, 2023). Em relação aos fungos, o óleo essencial desta espécie pode promover atividades fungistáticas ou fungicidas, podendo contribuir com o estabelecimento de medidas de controle das doenças de plantas, com potencial em aplicações em pós-colheita (Bernardi *et al.*, 2024).

No intuito de potencializar as atividades dos componentes ativos, a nanotecnologia contribui para produção de nanoformulações apresentando melhora na biodisponibilidade de compostos ativos e aumento da permeabilidade de substâncias com baixa solubilidade quando comparadas aos sistemas de emulsões convencionais. As nanoemulsões podem ser destinadas a diversas aplicações, como cosméticos, medicamentos de uso tópico, filmes poliméricos e produtos fitossanitários, no intuito de potencializar o tratamento de doenças em humanos, animais e plantas. Além disso, a nanoemulsão aumenta a biodisponibilidade e eficácia, constituindo estratégias promissoras para o desenvolvimento de novos biocidas (Sheth *et al.*, 2020).

Essa tecnologia permite uma distribuição mais uniforme e uma maior eficácia dos ingredientes ativos, além de reduzir a quantidade necessária de produto aplicado, aliando vantagens em relação a estabilidade e melhoria da ação antimicrobiana, sendo promissor na área da fitossanidade

O controle das doenças em pós-colheita do mamoeiro, deve ser iniciado no campo e está geralmente associado ao uso de fungicidas sintéticos. No entanto, o uso constante das mesmas moléculas químicas pode induzir a resistência aos fungicidas químicos, além de causar resíduos tóxicos e ser prejudicial ao ser humano. Assim, é necessário buscar tratamentos que se apresentam de forma mais eficaz, segura e natural (Ventura; Rezende, 2016).

O uso de óleos essenciais para prevenir propagação de doenças tem sido apresentado como fungicida

natural, sendo um possível recurso para controle de patógenos apresentando uma abordagem emergente para o setor da agricultura. O objetivo deste estudo foi desenvolver nanoemulsões com o óleo essencial da planta *Schinus terebinthifolia*, no intuito de avaliar o potencial de controle de fungos do complexo *Colletotrichum gloeosporoides* em frutos de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O óleo essencial de *S. terebinthifolia* foi obtido da Nativa da Foz, empresa que representa agricultores familiares da região de São Mateus, Espírito Santo, Brasil. O óleo essencial de *S. terebinthifolia* foi analisado por cromatografia gasosa-espectroscopia de massas (GC-MS). Os compostos foram identificados por seus índices de retenção e seus espectros de massa. Uma série de n-alcenos foi analisada sob as mesmas condições cromatográficas para o cálculo do índice de retenção das substâncias. Os principais constituintes químicos das amostras foram propostos comparando os espectros de massa com o banco de dados da biblioteca NIST, posteriormente comparando os índices de retenção com a literatura (Adams, 2009).

Em seguida, foram preparadas as nanoemulsões através do processo de baixa energia pelo método de inversão de fase. A fase oleosa é composta pelo óleo essencial de aroeira na concentração de 5% e os emulsificantes polisorbato 20 e trioleato de sorbitano. Os emulsificantes foram combinados a fim de obter misturas com valor do equilíbrio hidrofílico-lipofílico (EHL) de 15, utilizando 15% de emulsificante à temperatura ambiente. Para completar a fase aquosa, foi inserido água, completando o volume final de 1,0 g da solução. A fase aquosa foi vertida na fase oleosa sob agitação com barra magnética e placa agitadora.

O teste de susceptibilidade foi realizado em placas de fundo chato, com 96 poços, esterilizadas. Foram adicionados 100 µL do caldo de Batata-dextrose, 100 µL da nanoemulsão e 100 µL inóculo fúngico de um isolado do fungo E-893, do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides*. O volume de 100 µL de nanoemulsão de *S. terebinthifolia* foi acrescentado nas concentrações 5%; 2,5%; 1,25%, 0,62%, 0,31%, 0,15%; 0,07%; 0,019%; 0,009% e 0,004%.

Como controle negativo (testemunha) foi utilizado o caldo batata dextrose e o fungo, para o controle positivo foi utilizado o fungicida tebuconazole 200 EC, grupo químico triazol. Também foi realizado um controle com os emulsificantes polisorbato 20 e trioleato de sorbitano. As placas foram incubadas a 28 °C por oito dias. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições, sendo a avaliação realizada pela observação visual da inibição de crescimento em cada poço.

Os ensaios microbiológicos também foram realizados em placas de Petri (60 x 15 mm), contendo o meio BDA, adicionado de 100 µL das nanoemulsões nas concentrações de 0,005%; 0,05%; 0,13%; 0,26%; 0,5%. Após a solidificação do meio, foram adicionados em furos de 3mm de diâmetro, 3µL de suspensão de esporos do fungo na concentração de $1,0 \times 10^6$ conídios mL⁻¹. As placas foram incubadas em BOD a temperatura de 28 °C. As medições dos diâmetros radiais de crescimento do fungo foram realizadas com paquímetro digital, aos 2, 4, 6 e 8 dias após a inoculação.

Após esse processo, foram realizados testes *in vivo* com os frutos do mamão, avaliando a ação preventiva e curativa. Para execução desta etapa, utilizou-se mamão do grupo Solo no primeiro estágio de maturação, proveniente de um cultivo orgânico da agricultura familiar, no município de Aracruz, Espírito Santo. Os frutos foram selecionados visualmente quanto ao tamanho, cor e aparência.

O delineamento experimental foi realizado em esquema fatorial 8 x 3, envolvendo oito tratamentos: A) Curativo (0,13% e 0,26%), Controle positivo (fungicida) e controle negativo (água destilada esterilizada); B) Preventivo (0,13% e 0,26%), Controle positivo (fungicida) e controle negativo (água destilada esterilizada), em três períodos de avaliação (2, 4, 6 dias de avaliação) com quatro repetições para cada tratamento.

O tratamento preventivo dos mamões foi realizado por imersão do fruto por 5 minutos na nanoemulsão, nas concentrações de 0,13% e 0,26%. Após a imersão, o fruto foi seco à temperatura ambiente por 2 horas e posterior incubação. A inoculação foi realizada com a deposição de 100 μ L da suspensão de esporos na concentração de $1,0 \times 10^6$ conídios/mL, em um orifício de 5mm de diâmetro e de 1mm de profundidade. Após a inoculação os frutos foram acondicionados em caixas e mantidos por oito dias em ambiente com temperatura controlada a 25 °C. Como controle positivo, foi realizado o tratamento convencional com a imersão dos frutos em fungicida do grupo triazol (tebuconazol 200 CE). O controle negativo consistiu no tratamento com água destilada esterilizada. Na avaliação do modo de ação curativo, os mesmos procedimentos foram aplicados, contudo, a inoculação dos mamões ocorreu 24 horas antes da aplicação da nanoemulsão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de GC/MS do óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresentou os componentes majoritários *o*-Cymeno (30,6%), α -Pineno (16,9%), Sylvestreno (15,3%); e os componentes minoritários δ -3 Careno (2,7 %); Myrcene (2,3%), α -Phellandrene (1,4%).

Nos testes em microplaca e placas de Petri a nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresentou propriedade antifúngica para o fungo *C. gloeosporioides*, em que o crescimento micelial reduziu significativamente com o aumento da concentração do óleo. As concentrações de 0,50%, 0,25% e 0,13% não apresentaram crescimento micelial (Figura 1).

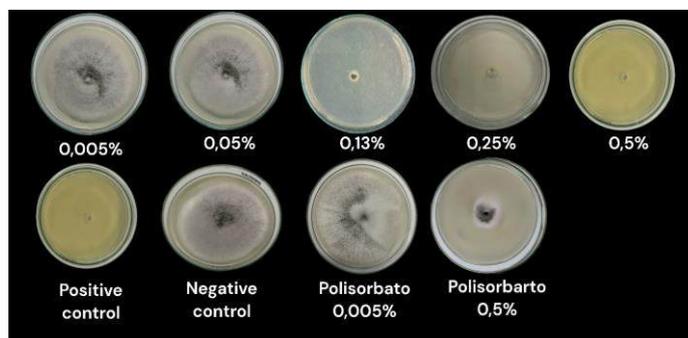


Figura 1 - Atividade biológica da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* para o fungo E-893 do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Durante a avaliação *in vivo* dos frutos de mamão, apenas os tratamentos do controle negativo mostraram sintomas de antracnose ao redor do local de inoculação. Isso indica que as nanoemulsões do óleo essencial de *S. terebinthifolia* nas concentrações de 0,26% e 0,13% foram eficazes tanto na atividade curativa e preventiva contra o fungo *C. gloeosporioides* (Figura 2).

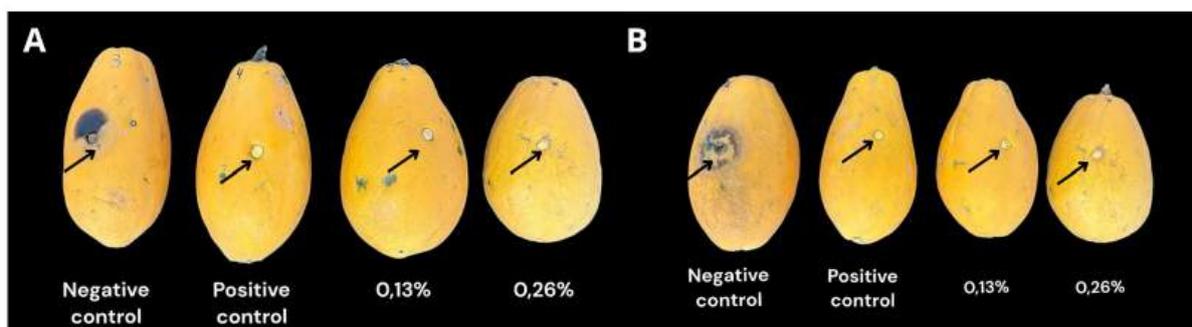


Figura 2 - Tratamento curativo (A) e tratamento preventivo (B) da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* para o fungo E-893 do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides* nos frutos de mamão.

De acordo com os estudos de Grippa *et al.* (2010), os frutos tratados com o óleo essencial de *S. terebinthifolia* diluído em BDA e polisorbato 80, não foram infectados pelo fungo *C. gloeosporioides*, porém não foi indicado comercialmente pois apresentaram injúrias nas concentrações de 0,05%, 0,10%, 0,25% e 0,50%, que foram relacionadas ao efeito de fitotoxicidade nos frutos do mamão em relação às emulsões do óleo essencial, tornando-os impróprios para o comércio. No entanto, na presente pesquisa, após a aplicação da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* não foram constatadas injúrias, demonstrando assim, que a nanoemulsão, preparada conforme nossa proposta, foi segura na aplicação na superfície dos frutos, sem demonstrar fitoxidez.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, a aplicação de nanoemulsões de óleo essencial de *S. terebinthifolia* demonstrou ser uma alternativa inovadora e eficaz para o controle da antracnose em frutos de mamão. A nanoemulsão nas concentrações de 0,13% e 0,26% mostraram-se eficientes para o controle do fungo *C. gloeosporioides*, com a ação curativa e preventiva significativa, proporcionadas pelo tamanho nanométrico das partículas sem causar danos na aparência dos frutos para o mercado.

A concentração de 0,13% foi sugerida por permitir o uso de uma menor quantidade de óleo essencial, resultando em uma alternativa mais econômica para os produtores de mamão, sendo uma estratégia promissora para prolongar a vida útil dos frutos de mamão e preservar a qualidade em pós-colheita, representando uma contribuição para o manejo de doenças fúngicas do mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) campus de Vila Velha, o Centro Multiusuário para Desenvolvimento Tecnológico e Inovação de Vila Velha (CMVV), a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), Fundação de Amparo à Pesquisa e inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e extensão Rural (Incaper).

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil Components by gas chromatography/ mass spectrometry**. Carol Stream: *Allured Publishing Corporation*, v. 4, 2009. 804 p.
- BARRAQUI, N. S. G; VENTURA, J. A; RUAS, F. G; GOMES, R. B. A; LOVATTI, B. P; SILVA, R. C.; FILGUEIRAS, P. R.; KUSTER, R. M. Physical and chemical characteristics of *Schinus terebinthifolia* Raddi (Brazilian peppertree) fruits at different stages of maturation. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 110, p. 1-7, 2023.
- BELHOSSAINE, O; KOURCHI, C; HARHAR, H; BOUYAHYA, A; YADINI, A; FOZIA; F; ALOTAIBI, A; ULLAH; TABYAOU, A; M. Chemical composition, antioxidant, insecticidal activity, and comparative analysis of essential oils of leaves and fruits of *Schinus molle* and *Schinus terebinthifolius*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-12, 2022.
- BERNARDI, J. B.; FERREIRA, J. A.; PUTON, B. M. S.; CAMARGO, S. B.; MAGRO, J. D.; JUNGES, A.; CANSIAN, R.L.; STEFFENS, C.; ZENI, J.; PAROUL, N. Potential agrochemical applications of *Schinus terebinthifolius* essential oil. **Journal of Stored Products Research**, v. 105, p. 1-9, 2024.
- COSTA, M. M.; BEZERRA, J.; SANTOS, A.T.; MORAIS, C.D.; ARAÚJO, A. C. J.; FREITAS, P. R.; SILVA, L. E.; AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; AZEVEDO, F. R. Antibiotic-potentiating activity of the *Schinus terebinthifolia* Raddi essential oil against MDR bacterial strains. **Plants**, v. 12, p. 1-10, 2023.
- GRIPPA, G. A.; REIS, F. O.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F.; SANTOS, R. B.; BISPO, W. M. S.; MACHADO, L. P.; NASCIMENTO, V. L.; MATSUMOTO, S. T. Avaliação do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro* e *in vivo*. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 35, p. 46-53, 2010.
- MOHAMED, A. A.; BEHIRY, S. I.; ALI, H. M.; EL-HEFNY, M.; SALEM, M. Z. M.; ASHMAWY, N. A. Phytochemical compounds of branches from *P. halepensis* oily liquid extract and *S. terebinthifolius* essential oil and their potential antifungal activity. **Processes**, v. 8, p. 1-18, 2020.
- SHETH, T.; SESHADRI, S.; PRILESZKY, T.; HELGESON, M. E. Multiple nanoemulsions. **Nature Reviews Materials**, v. 05, p. 214-228, 2020.
- VENTURA, J. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças do mamoeiro. p.497-509. In: AMORIM, L; REZENDE, J. A. M.; BERBAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5ª ed. v.1. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016.