

NANOEMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ZINGIBER OFFICINALE SOBRE O MANEJO DE RAOIELLA INDICA

Marcos Delboni Scárdua¹; Márcia Breda dos Santos¹; Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues³; Ana Beatriz Mamede Piffer²; Selma Garcia Holtz¹; Hildegardo Seibert França⁴; Anderson Mathias Holtz¹;

¹Laboratório de Entomologia e Acarologia, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, 29717-000, Distrito de Itapina - Colatina-ES, Brasil. E-mail: marcos.scardua@gmail.com, marciabreda3@gmail.com, selma.holtz@ifes.edu.br, anderson.holtz@ifes.edu.br.

² Universidade Federal do Viçosa – Campus Viçosa, 36570-900, Viçosa-MG, Brasil. ana.piffer123@gmail.com

³Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil, pluciargds12@gmail.com.

⁴Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha, 29106-010, Vila Velha-ES, Brasil, hildegardo.franca@ifes.edu.br.

Resumo

O ácaro vermelho das palmeiras *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Prostigmata: Tenuipalpidae) é uma praga de grande importância agrícola, relatada no Brasil desde 2009 e responsável por severos danos em culturas como coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e banana (*Musa* spp.). Os indivíduos colonizam a face inferior das folhas, alimentando-se dos estômatos e provocando clorose, necrose e até a morte das plantas, com perdas que podem chegar a 90% na produtividade do coqueiro. Considerando a relevância econômica dessas culturas e as limitações no controle químico da praga, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial acaricida do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*). O experimento foi conduzido em condições de laboratório, utilizando concentrações crescentes do óleo aplicadas sobre indivíduos de *R. indica*, sendo avaliada a mortalidade após determinado período de exposição. Os resultados preliminares indicaram efeito significativo das concentrações mais elevadas do óleo essencial sobre a mortalidade dos ácaros, sugerindo que o gengibre apresenta potencial como alternativa de manejo sustentável da praga. Conclui-se que os óleos essenciais, em especial o de *Z. officinale*, configuram-se como ferramentas promissoras no controle de *R. indica*, podendo reduzir a dependência de produtos químicos convencionais.

Palavras-chave: *Raoiella indica*. Óleo essencial. *Zingiber officinale*. Controle alternativo. Acaricida.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia – Fitossanidade.

Introdução

O ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Prostigmata: Tenuipalpidae) é uma espécie praga que possui ocorrência em diversas culturas, como em coqueiros (*Cocos nucifera* L.), bananas (*Musas* spp.), algumas palmeiras ornamentais e helicônias (Ruiz-Jimenez *et al.*, 2021).

No Brasil, foi relatada no ano de 2009, no estado de Roraima (Fidelis *et al.*, 2021). Já no estado do Espírito Santo, foi identificada em 2018, nos municípios de Vitória, Vila Velha e Guarapari (Holtz *et al.*, 2024).

Essa espécie ocorre na parte ventral das folhas, com os indivíduos se alimentando nos estômatos, danificando as células do mesófilo e gerando o amarelecimento dos folíolos, seguido de bronzeamento e necrose foliar (Santos *et al.*, 2020), podendo ocasionar a morte do coqueiro e reduzir em até 90% de produtividade (Navia *et al.*, 2015).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

O Brasil é um país altamente vulnerável aos impactos causados pela *R. indica*, em especial nas culturas do coco e banana. O país em 2020 possuía uma área de cultivo de 187,5 mil hectares destinados à cultura do coco, com produção de 1,6 bilhões de frutos (IBGE, 2020). Já no cultivo da banana, o país se consolida como o 4º maior produtor global, possuindo uma área no ano de 2022 de 453 mil hectares e produção de 7 milhões de toneladas (IBGE, 2022). Dados como esses evidenciam a importância no controle da praga em território nacional.

No controle da espécie, somente 4 produtos químicos são registrados para a cultura do coco, e para as culturas em geral, é utilizado o ácaro predador *Neoseiulus barkeri* (AGROFIT, 2024). Neste contexto, diferentes técnicas vêm sendo empregadas, em especial o uso de óleos essenciais a base de extratos botânicos. Óleos essenciais são definidos como compostos obtidos de plantas extraídos através de processos de destilação (Silveira *et al.*, 2021). Esses óleos possuem a presença de metabólitos secundários, protegendo as plantas contra o ataque de pragas e infecções microbianas (Freitas *et al.*, 2020). Um estudo realizado por Mattos *et al.*, (2021) na cultura do milho (*Zea Mays L.*) demonstrou a eficiência de diferentes tipos de óleos essenciais no controle de diferentes pragas na cultura.

Diferentes plantas podem ser utilizadas na produção de óleos essenciais, como o gengibre, *Zingiber officinale* (Família: Zingiberaceae). O gengibre aparece como uma das plantas medicinais mais antigas (Silva *et al.*, 2020) sendo no Brasil o estado do Espírito Santo o maior produtor e exportador do produto, com uma área em 2022 com 1159 hectares destinados à cultura (GOV ES, 2023).

Diante destas informações, objetivou-se avaliar o potencial acaricida do óleo essencial de *Zingiber officinale* no controle do ácaro vermelho das palmeiras.

Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina (IFES - Campus Itapina) situado no município de Colatina – ES.

Criação de *Raoiella indica*

O ácaro foi criado em mudas de coqueiro-anão (*Cocos nucifera L.*) plantadas em vasos com terra e esterco, mantidas em casa de vegetação no IFES – Campus Itapina. Folhas infestadas com *R. indica* foram usadas para iniciar a infestação. Quando as plantas apresentaram sinais de alta infestação, foram colocadas perto de mudas saudáveis para continuar o ciclo. As mudas foram irrigadas por gotejamento automatizado e cuidados eram realizados conforme necessário, sem uso de produtos químicos.

Obtenção dos óleos essenciais

O óleo essencial utilizado neste trabalho foi o óleo de Gengibre (*Zingiber officinale*), que foi obtido de forma comercial e formulada a nanoemulsão. A escolha dessa espécie vegetal ocorreu devido aos resultados obtidos de investigações anteriores.

Métodos de emulsificação por baixo aporte de energia

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

As nanoemulsões são preparadas aquecendo separadamente a fase oleosa com tensoativos e a fase aquosa (água destilada) a aproximadamente 75 °C. Em seguida, a fase aquosa é adicionada lentamente à fase oleosa sob agitação constante por 10 minutos. Após essa etapa, a mistura é resfriada à temperatura ambiente, mantendo a agitação por mais 10 minutos. Para formulações com óleos essenciais e substâncias sensíveis ao calor, utiliza-se uma adaptação do método de Ostertag et al. (2012), em que a fase oleosa e os tensoativos são misturados por 30 minutos em temperatura ambiente antes da adição gradual da fase aquosa, seguida por mais 60 minutos de agitação. As nanoemulsões obtidas são armazenadas protegidas da luz para posterior análise do tamanho das partículas.

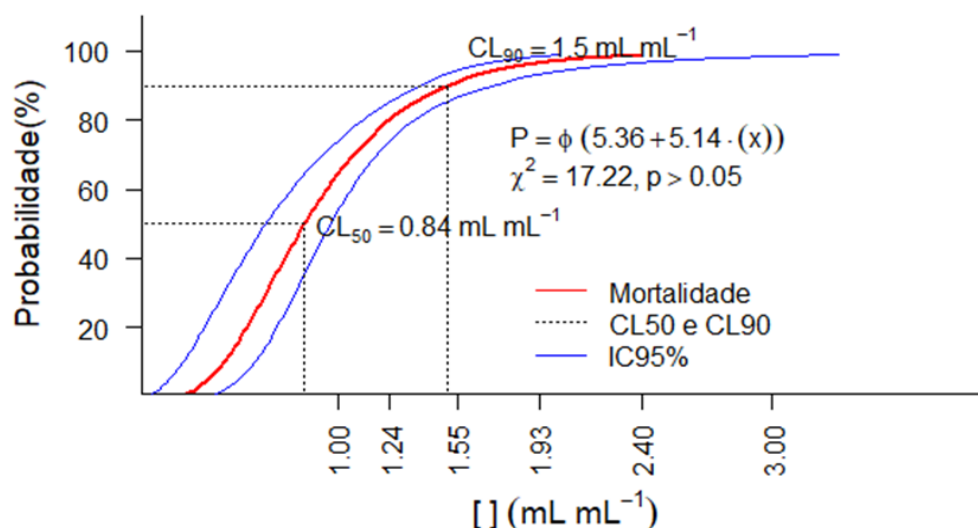
Bioensaios com nanoemulsão de óleos essenciais sobre *R. indica* em laboratório

As nanoemulsões de óleos essenciais foram avaliadas em adultos de *R. indica* em diferentes concentrações, iniciando com 5% e diminuindo gradualmente (2,5; 1; 0,5; 0,25; 0,1 e 0,05%), conforme os óleos essenciais demonstrarem estabilidade das nanoemulsões. Cada tratamento, para ambas as espécies de ácaros, será composto por 10 repetições, com 10 indivíduos em cada repetição. As unidades experimentais consistiram em placas de Petri (10,0 x 1,2 cm) contendo uma fita de folhas de coqueiro, e forrada com algodão umedecido, para manter a turgidez e evitar a fuga dos ácaros. A pulverização foi realizada com um aerógrafo modelo Alfa 2, ligado a um compressor ajustado para uma pressão constante de 1,3 psi, utilizando 1 mL de solução por repetição. Um grupo controle, utilizando água destilada, servirá como comparação. As unidades experimentais foram mantidas em câmaras climatizadas B.O.D., com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas. O efeito acaricida foi analisado 24, 48 e 72 horas após as pulverizações, e a mortalidade será corrigida em relação ao controle usando a fórmula de Abbott (1925).

O teste de toxicidade demonstrou uma relação dose-dependente, à medida que a concentração do extrato de gengibre aumenta, a mortalidade de indivíduos de *R. indica* aumenta (Figura 1). A nanoemulsão do óleo essencial de gengibre apresentou valores estimados para as concentrações letais de 50 e 90% de 0,84 e 1,5 mL/mL (%) em adultos de *R. indica* (Figura 1).

Figura 1 - Curva de mortalidade de adultos de *Raoiella indica* com nanoemulsão do óleo essencial de *Zingiber officinale* em diferentes concentrações.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO



Fonte: autores.

A concentração da nanoemulsão do de gengibre afetou a sobrevivência da *R. indica* de forma significativa, sendo que a maior concentração teve 100% as 12 horas após aplicação.

Discussão

Mesmo em concentrações baixas e nos períodos iniciais após a aplicação, foram registradas altas taxas de mortalidade de *Raoiella indica*, demonstrando o potencial da nanoemulsão de gengibre como uma alternativa eficaz e viável para o manejo do ácaro vermelho das palmeiras. As plantas contêm muitos componentes fitoquímicos com propriedades tóxicas contra artrópodes. A toxicidade dos óleos essenciais pode estar diretamente relacionada à diversidade e concentração dos seus componentes ativos, os quais variam conforme fatores agrônômicos, edafoclimáticos e metodológicos, como o tipo de solo, método de extração, fase fenológica da planta, entre outros (Khan *et al.*, 2023; Abd-Elnabi *et al.*, 2025). A análise química do óleo essencial de *Z. officinale* revelou a presença de compostos pertencentes a alguns grupos químicos principais: Cetonas monoterpênicas, Álcoois monoterpênicos, Éteres monoterpênicos, Éster monoterpênico, Álcool sesquiterpênico, Hidrocarbonetos monoterpênicos, Hidrocarbonetos sesquiterpênicos, Cetona alifática (não monoterpênica clássica). Dentre esses, destacam-se os hidrocarbonetos sesquiterpênicos e monoterpênicos (ar-Curcumeno, α -Zingibereno, β -Sesquifelandreno, β -Bisaboleno e Canfeno).

Diante dos resultados obtidos neste estudo, observa-se que a nanoemulsão de gengibre apresenta elevada eficácia biológica contra *R. indica*. A combinação de compostos bioativos majoritários e o uso

de uma formulação nanoestruturada contribuem para a ação tóxica observada mesmo em baixas concentrações e nos períodos iniciais de exposição. Esses achados reforçam o potencial da nanoemulsão de óleos essenciais como uma alternativa sustentável e eficaz no manejo do ácaro vermelho das palmeiras, podendo futuramente integrar programas de controle biológico e manejo integrado de pragas (MIP), com menor impacto ambiental e risco de resistência.

Conclusão

Com base nos resultados deste estudo, conclui-se que a nanoemulsão de *Zingiber officinale* apresenta elevada atividade acaricida contra o ácaro *Raoiella indica* em condições laboratoriais. A rápida ação biológica, evidenciada pela alta mortalidade observada já nas primeiras 12 horas mesmo em baixas concentrações, destaca o potencial desta nanoemulsão como uma solução promissora e ambientalmente sustentável para o controle do ácaro vermelho das palmeiras.

Referências

(Ed.). Pragas introduzidas no Brasil: Insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.

ABD-ELNABI, Amany D.; EL-SAWY, Elham Abdel Fattah; BADAWY, Mohamed El. Plant Oil Nano-Emulsions as a Potential Solution for Pest Control in Sustainable Agriculture. **Neotropical Entomology**, v. 54, n. 1, p. 35, 2025. <https://doi.org/10.1007/s13744-024-01243-5>

AGROFIT - Produtos registrados para o ácaro-vermelho-das-palmeiras - Portal de consultas do AGROFIT, 2025.

FIDELIS, E. G. *et al.* Contribution of natural enemies and weather to the population buildup of *Raoiella indica* on coconut. **Systematic And Applied Acarology**, [S.L.], v. 8, n. 27, p. 1-13, 2022.

FREITAS, P. R. *et al.* Characterization and antibacterial activity of the essential oil obtained from the

GOV ES - Gengibre capixaba ganha o mundo e alavanca agronegócio no Espírito Santo - Governo do Estado do Espírito Santo, 2023.

HOLTZ, F. G. *et al.* Efficiency of Citrus limon L. Ripe Peel Extract In The Control of *Raoiella indica* (HIRST, 1924) (Prostigmata: tenuipalpidae). **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [S.L.], v. 18, n. 9, p. 1-16, 2024.

IBGE - Produção de banana - portal de consultas do IBGE, 2023.

IBGE - Produção de coco-da-baía - portal de consultas do IBGE, 2023.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Khan MH, Dar NA, Alie BA, Dar SA, Lone AA, Mir GH, Fayaz U, Ali S, Tyagi A, El-Sheikh MA (2023) Unraveling the variability of essential oil composition in different accessions of *Bunium persicum* collected from different temperate micro-climates. *Molecules* 28(5):2404.

leaves of *Baccharis coridifolia* DC against multiresistant strains. *Microbial Pathogenesis*. 145, 2020.

Lenth, R. Emmeans: estimated marginal means, aka least-squares means. 2023. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

MARCHIORI, J. J. P. et al. Could Aqueous Extract from Castor Plants be the Solution to Effectively Control the Pink Mealybug Nymphs? *Revista de Gestão Social e Ambiental*, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 1-9, 2024.

MATTOS, A. *et al.* O uso de óleos essenciais para o controle de pragas do milho. **Estrabão**, [S.L.], v. 2, p. 139-147, 2021.

NAVIA, D. *et al.* Ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. 2023. <http://www.R-project.org>.

RUIZ-JIMENEZ, K. Z. *et al.* Acaricidal activity of plant extracts against the red palm mite *Raoiella indica* (Acari Tenuipalpidae). **Revista de La Sociedad Entomológica Argentina**, [S.L.], v. 80, n. 1, p. 33-39, 2021.

SANTOS, J. R. *et al.* Mortalidade de *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: tenuipalpidae) sob ação, in vitro, de acaricidas. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1-20, 2020.

SILVA, F. *et al.* ANÁLISE FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA, QUÍMICA E ANTIOXIDANTE DO GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE* ROSCOE) E CRISTAIS DE GENGIBRE. **Extensão Rural em Foco: Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação - Volume 1**, [S.L.], v. 1, n. 9, p. 85-89, 2020.

SILVEIRA, R. M. *et al.* DIVERSIDADE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUGENIA – MYRTACEAE: uma revisão / diversity of the chemical composition of essential oils of eugenia (myrtaceae). **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 33276-33303, 2021.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo a Pesquisas no Espírito Santo (Fapes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio e concessão de bolsas de pesquisa.