

EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE GENGIBRE SOBRE *Tetranychus urticae* (Kock) (Acari: Tetranychidae)

Thiago Dantas da Rocha, Maria Vitória Lacerda Gomes, Camilly Oliveira Cristiano, Davy Oliveira Costa, Victor Dias Pirovani

Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 482, Km 47, 29500-000, Alegre-ES, Brasil,
thiagodantasdarocha@gmail.com, mariavitorialacerda6@gmail.com,
camillyoliveiracristiano@gmail.com, davyocosta1410@gmail.com, victor.pirovani@ifes.edu.br

Resumo

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, é uma praga agrícola de grande impacto econômico. Este trabalho avaliou o efeito acaricida do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) contra *T. urticae* em morangueiros. A metodologia envolveu a extração do óleo por hidrodestilação e a realização de bioensaios de fumigação e contato para determinar as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀). Os resultados demonstraram que a CL₅₀ foi de 0,77 µL/L de ar por fumigação e 6,81 µL/L por contato, indicando maior eficácia por fumigação. A caracterização do óleo revelou sua composição, que contribui para a atividade acaricida. Conclui-se que o óleo essencial de gengibre possui potencial como acaricida natural, sendo promissor para o manejo de *T. urticae* em morangueiros, com a necessidade de estudos em campo para sua aplicação na agricultura sustentável.

Palavras-chave: Ácaro rajado. Morango. Inseticida Botânico. Toxicidade. Acaricida.

Área do Conhecimento: Fitossanidade.

Introdução

O morangueiro é um pseudofruto pertencente a família das Rosaceae. É uma cultura que vem se destacando por sua cor vermelho-vivo, além do aroma e sabor inigualáveis. O morangueiro é uma cultura que vem ganhando um grande valor comercial. No ano de 2024 o mercado de morango brasileiro movimentou o mercado brasileiro de morango movimentou aproximadamente R\$ 4,3 bilhões. Os mercados, em especial os ligados às cadeias agroalimentares, exigem muita inovação e impõem requisitos de qualidade rigorosos. Nesse cenário, as pesquisas vem buscando novos sistemas de produção com a finalidade de diminuir a dependência de agroquímicos sintéticos na produção. Os autores devem segui-lo para a preparação de originais em formato Word, onde a seção do artigo deve ser redigida com o texto em uma única coluna compreendendo toda a largura do papel, porém respeitando as margens laterais, a partir dos quais serão produzidos os Anais do evento, em versão eletrônica (Madail, 2016).

Um dos desafios e limitações no cultivo de morangueiro é a presença de pragas que podem causar danos econômicos severos. Um exemplo é o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), que ataca a planta durante todo o seu ciclo. (Días et al., 2012). A alimentação desses ácaros causa a ruptura dos tecidos das folhas, o que destrói o parênquima. (Campbell et al., 1990). Essa destruição afeta diretamente os cloroplastos, prejudicando processos vitais como a fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração. Por isso, populações elevadas de ácaros podem impactar drasticamente a produção, levando à redução do rendimento ou até mesmo à morte da planta.

O método mais comum para controlar o ácaro-rajado é o uso de defensivos químicos sintéticos, especialmente em plantações protegidas como a de morango (Vásquez et al., 2012). No entanto, essa abordagem traz sérias consequências. A aplicação frequente de acaricidas, combinada com o ciclo de vida curto do ácaro e sua reprodução por partenogênese arrenótoca, acelera a seleção de populações de ácaros resistentes aos produtos (Croft; Van De Baan 1988; Zhang 2003).

Para garantir a sustentabilidade ambiental, social e econômica na produção de morango, é crucial buscar alternativas de manejo ao uso de produtos químicos. Uma dessas alternativas é o uso de inseticidas vegetais de plantas que contenham óleos essenciais, um metabólito secundário que pode estar presente em diferentes partes das plantas e podem ter múltiplos efeitos sobre as pragas, incluindo ação fumigante, repelente, de contato e até inibição da reprodução (Aridogan et al., 2002; Marcic et al., 2011). Além de apresentarem baixa toxicidade para mamíferos e organismos benéficos (Desneux et al., 2007; Pavela; Benelli, 2016), os óleos essenciais apresentam um potencial limitado para causar resistência nas pragas, pois atuam em diversos mecanismos biológicos ao mesmo tempo (Han et al., 2011).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a toxicidade do óleo essencial de gengibre, contra o ácaro-rastado (*Tetranychus urticae*), na cultura do morango para determinar as concentrações letais para seu uso em campo.

Metodologia

Obtenção do óleo essencial de gengibre

Os gengibres foram obtidos de produtores de Santa Leopoldina um município brasileiro do estado do Espírito Santo. A extração foi realizada pelo método de hidrodestilação em aparelho Clevenger, utilizando-se 60 g de raiz de gengibre previamente seco e moído. O material vegetal foi inserido em um balão de fundo redondo com capacidade de 2000 mL, ao qual foram adicionados 1000 mL de água destilada. A mistura foi submetida ao aquecimento em manta por um período de duas horas, resultando na coleta do hidrolato (composto por água e óleo). Em seguida, o hidrolato foi centrifugado a 5.000 RPM por 10 minutos, possibilitando a separação do óleo essencial. A extração do óleo essencial foi feita no laboratório de Fitoquímica e Catálise do Instituto federal do Espírito Santo, campos de Alegre.

Caracterização do óleo essencial

Para caracterizar o óleo essencial, foram realizadas análises em uma sala climatizada a 20°C. A densidade foi determinada pesando 1 mL do óleo em uma balança analítica. O índice de refração foi medido utilizando um refratômetro de Abbé. As amostras do óleo essencial foram analisadas por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (GC-FID) e por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) para identificar seus componentes (Souza, 2017). Para ambas as técnicas, foram utilizadas as seguintes condições: Coluna: capilar de sílica fundida (30 m x 0,25 mm) com fase estacionária DB5 e gás de arraste: nitrogênio para o GC-FID e hélio para o GC-MS. Na análise por GC-MS, o equipamento operou por impacto eletrônico com energia de 70 eV. A identificação dos componentes do óleo foi feita comparando os espectros de massa obtidos com os dados da biblioteca Willey 330.000. Essa identificação foi confirmada por meio da co-injeção de padrões e pelo cálculo dos índices de Kováts (IK), que são índices de retenção que descrevem como um composto se comporta em relação a hidrocarbonetos saturados. O IK para cada componente foi calculado usando uma mistura de alcanos lineares de C7 a C40, seguindo a Equação 1, e depois comparado com valores da literatura (Adams, 2007).

$$IK = 100Z + 100 [(\log t'_{RX}) - (\log t'_{RZ})] (\log t'_{RZ} + 1) - (\log t'_{RZ})$$

Onde:

X: é o composto de interesse;

Z: é o número de átomos de carbono do hidrocarboneto com tempo de retenção imediatamente anterior ao tempo de retenção de X;

t'_{RX}: é o tempo de retenção ajustado de X;

t'_{RZ}: é o tempo de retenção ajustado de Z;

t'_{RZ} + 1: é o tempo de retenção ajustado do hidrocarboneto com tempo de retenção imediatamente posterior ao tempo de retenção de X.

A porcentagem de cada composto no óleo essencial foi calculada a partir da razão entre a área do pico de cada substância e a área total de todos os picos, utilizando os dados da cromatografia a gás com detector de ionização de chama (GC/FID).

Obtenção, criação e manutenção do Ácaro rajado

O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) foi coletado em plantações comerciais de morango em municípios capixabas de grande produção: Domingos Martins, Santa Maria de Jetibá e Venda Nova do Imigrante. Posteriormente, os ácaros foram levados para o Laboratório de Entomologia e Acarologia do Ifes Campus Alegre, onde foi estabelecida uma colônia em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). Para isso, 10 sementes de feijão-de-porco foram plantadas semanalmente em vasos de 2 litros com substrato comercial. As plantas foram irrigadas diariamente e mantidas em uma casa de vegetação com temperatura de (25 ± 2) °C e umidade relativa de (70 ± 5) %. A infestação das plantas com os ácaros ocorreu 15 dias após a germinação, e a população foi mantida através da transferência dos ácaros para novas plantas de feijão-de-porco.

Preparo do teste acaricida

Antes de realizar os testes, foram feitos bioensaios preliminares com o óleo essencial de gengibre. O objetivo era estimar as concentrações que causariam 10% e 90% de mortalidade nos ácaros, tanto por fumigação quanto por contato. Para cada concentração, foram feitas no mínimo três repetições, com 10 ácaros por repetição.

O ensaio de fumigação foi conduzido em frascos de vidro de 200 mL com tampa. Dentro de cada frasco, um copo descartável de 50 mL foi usado para apoiar um disco de folha de feijão-de-porco (3 cm de diâmetro) sobre papel filtro. Para manter a turgidez da folha, 150 µL/mL de água destilada foi adicionada, o que também evitou a fuga dos ácaros. Em cada disco, 15 ácaros foram transferidos com o auxílio de um pincel. Cada ácaro contou como uma repetição, totalizando 381 ácaros. Na parte interna da tampa do frasco, uma fita de papel filtro (2 cm x 5 cm) foi fixada e, com uma micropipeta, foi aplicado o óleo essencial de *Zingiber officinale*. Após a aplicação, os frascos foram selados com filme plástico e incubados em uma BOD a 25°C. As concentrações de óleo essencial testadas foram: 0; 0.08; 0.12; 0.16; 0.23; 0.34; 0.48; 0.7; 1.01; 1.45; 2.08; e 3 µL/L de ar. O controle negativo recebeu apenas água destilada. A taxa de mortalidade dos ácaros foi avaliada após 24 horas.

Para o teste de contato, os ácaros foram depositados em Placa de Petri (90x15 mm), onde foram submetidos a pulverização com aerógrafo conectado a um compressor calibrado com pressão constante de 1.3 psi, (Conforme protocolo da IOBC/WPRS). Como controle foi utilizada água destilada. Para cada tratamento, 15 ácaros foram usados, sendo que cada ácaro representou uma repetição, totalizando 474 ácaros. Após a pulverização com o óleo essencial as placas de Petri foram vedadas com plástico filme e postas em uma BOD com uma temperatura contante de 25°C. As concentrações testadas foram: 0; 5; 6,2; 7,6; 9,3; 12,5; 14,1; 17,2; 21,3; 26,2; 32,30; 40 µL/L.

Os bioensaios de fumigação seguiram a metodologia de Araújo et al. (2012), com algumas adaptações. Já os testes de contato foram baseados na metodologia de Paes et al. (2015), também com modificações, para avaliar a ação acaricida sobre o ácaro-rajado. Para estimar as curvas de concentração-resposta e a concentração letal (CL_{50}), os dados de mortalidade foram analisados por meio do método PROBIT (Finney, 1971). As médias foram comparadas usando o teste do Qui-quadrado, e todas as análises estatísticas foram realizadas com o Software Statistical Analysis System (SAS, 2002).

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados do experimento realizado com o óleo essencial de gengibre, contra o ácaro *Tetranychus urticae*. Foram analisados dois métodos de aplicação do composto: fumigação e contato. Os resultados mostram a inclinação média da curva concentração mortalidade, a CL_{50} e CL_{90} (concentração letal estimada responsável pela mortalidade de 50% e 90% dos ácaros), o valor do qui-quadrado e a probabilidade para cada método de aplicação.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 1: Inclinação (média $\pm$ erro padrão) da curva, CL₅₀ e CL₉₀, Qui-quadrado (χ^2) e probabilidade da curva concentração-mortalidade do óleo essencial de gengibre ao ácaro-rajado *Tetranychus urticae* via fumigação. Temperatura de 25 $\pm$ 1°C, U.R. de 70 $\pm$ 10% e 12h de fotófase.

Aplicação	GL ¹	N ²	Inclinação $\pm$ E PM ³	CL ₅₀ (IC95 ⁴) (μ L/L de ar)	CL ₉₀ (IC95 ⁴) (μ L/L de ar)	χ^2	p- valor
Fumigação	9	381	0,0847 $\pm$ 0,1689	0,77 (0,29-1,77)	40,35 (5,21-12,16)	9,70	0,3747
Contato	9	474	3,1491 $\pm$ 0,4227	6,81 (5,56-7,91)	17,39 (14,63-22,52)	10,98	0,2831

(¹GL: Graus de liberdade; ²N: Número de ácaros utilizados no bioensaio; ³EPM: Erro padrão médio; ⁴IC95: Intervalo de confiança das CL₅₀ 95% de probabilidade; χ^2 : Qui-quadrado).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados da tabela mostram a análise da inclinação (média $\pm$ erro padrão) da curva de concentração-mortalidade do óleo essencial de gengibre, aplicada via fumigação e contato, contra o ácaro-rajado *Tetranychus urticae*, a 25 $\pm$ 1°C, com umidade relativa de 70 $\pm$ 10% e 12 horas de fotófase. Para a fumigação, foram utilizados 381 ácaros, com inclinação de 0,0847 $\pm$ 0,1689. A concentração letal 50% (CL₅₀) foi de 0,77 μ L/L de ar (intervalo de confiança 95%: 0,29-1,77), e a CL₉₀ foi de 40,35 μ L/L de ar (intervalo de confiança 95%: 5,21-12,16). O valor de qui-quadrado (χ^2) foi 9,70, com um valor-p de 0,3747, indicando que o modelo se ajusta bem aos dados.

Para o contato, foram utilizados 474 ácaros, com inclinação de 3,1491 $\pm$ 0,4227. A CL₅₀ foi de 6,81 μ L/L de ar (intervalo de confiança 95%: 5,56-7,91), e a CL₉₀ foi de 17,39 μ L/L de ar (intervalo de confiança 95%: 14,63-22,52). O valor de χ^2 foi 10,98, com um valor-p de 0,2831, também sugerindo um bom ajuste do modelo.

Discussão

O experimento com óleo essencial de gengibre contra o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* demonstrou eficácia inseticida, com diferenças significativas entre fumigação e contato. A fumigação apresentou CL₅₀ de 0,77 μ L/L de ar, indicando alta eficácia em baixas concentrações, embora a CL₉₀ de 40,35 μ L/L de ar sugira a necessidade de maiores concentrações para controle total. O bom ajuste do modelo ($p=0,3747$; $\chi^2=9,70$) reforça a confiabilidade dos dados. A maior eficácia da fumigação, com CL₅₀ significativamente menor, é consistente com outros estudos que apontam a volatilidade como fator-chave para óleos essenciais (Born et al., 2018; Ataíde et al., 2018). A volatilidade de compostos como o eucaliptol no óleo de gengibre pode explicar essa diferença, conforme investigado por Ataíde et al. (2020).

No método de contato, a CL₅₀ de 6,81 μ L/L de ar é consideravelmente mais alta que na fumigação, sugerindo que o óleo essencial requer maior exposição direta para atingir 50% de mortalidade. A CL₉₀ de 17,39 μ L/L de ar reforça essa tendência, indicando que o controle de 90% da população exige concentrações ainda mais elevadas. O teste de contato indica uma inclinação de (3,1491 $\pm$ 0,4227), em comparação com a fumigação (0,0847 $\pm$ 0,1689), sugere uma resposta mais abrupta à dose, possivelmente devido à ação direta dos compostos do óleo sobre o tegumento dos ácaros. O valor-p de 0,2831 e o χ^2 de 10,98 corroboram a adequação do modelo estatístico. A eficácia do óleo essencial de gengibre por contato, embora em concentrações mais elevadas que por fumigação, ainda o posiciona como uma alternativa promissora. Outros estudos também investigaram a toxicidade de óleos essenciais por contato em *Tetranychus urticae*, como o trabalho de Cavalcante (2021), que avaliou o potencial acaricida de óleos essenciais de plantas medicinais. A diferença na inclinação da curva concentração-mortalidade entre os métodos de fumigação e contato pode ser explicada pelos diferentes mecanismos de ação. Na fumigação, a ação ocorre principalmente pela inalação dos vapores, enquanto no contato, a penetração se dá através da cutícula do ácaro. Essa distinção é crucial

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

para o desenvolvimento de formulações e estratégias de aplicação otimizadas, como relatado por Isman (2000) em seu trabalho sobre o uso de óleos vegetais no controle de pragas.

Ambos os métodos de aplicação, fumigação e contato, são eficazes contra o ácaro rajado. A fumigação destaca-se como mais vantajosa, especialmente em situações como o transporte de mudas, onde é possível realizar a descontaminação em câmaras fechadas de forma eficiente. Já o método de contato é ideal no ambiente de produção, funcionando como uma alternativa prática para controlar o ácaro e reduzir a dependência de acaricidas.

Conclusão

O óleo essencial de gengibre é eficaz na forma de aplicação por contato e fumigação contra o ácaro rajado *Tetranychus urticae*.

Referências

ADAMS, R. P. **Identificação de componentes de óleos essenciais por cromatografia gasosa/espectrometria de massa**. Illinois, EUA: Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Ed. 4.804 pág. 2007.

ARAÚJO, M. J., Câmara, C. A., Born, F. S., Moraes, M. M., & Badji, C. A. **Atividade acaricida e repelência do óleo essencial de Piper aduncum e seus componentes contra *Tetranychus urticae***. *Acarologia Experimental e Aplicada*, v.57, p.139–155, 2012.

ATAIDE, J. O.; HUVER, A.; DEOLINDO, F. D.; HOLTZ, F. G.; ZAGO, H. B.; MENINI, L. **Avaliar a atividade acaricida dos óleos essenciais de *Zingiber officinale* e *Rosmarinus officinalis* por fumigação sobre fêmeas de *Tetranychus urticae***. *Revista Acta Agronômica*, v.67, n.2, p.139-145, 2018.

ATAIDE, J. O.; PRATISSOLI, D.; FRAGOSO, D. F. M.; PINHEIRO, P. F. **Caracterização e atividade inseticida do óleo essencial de *Zingiber officinale* Roscoe - Zingiberaceae sobre *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 7, n. 3, p. 1-7, 2020.

BENELLI, G., Pavela, R., Canale, A., Cianfaglione, K., Ciaschetti, G., Conti, F., ... & Maggi, F. **Toxicidade larvicida aguda de cinco óleos essenciais (*Pinus nigra*, *Hyssopus officinalis*, *Satureja montana*, *Aloysia citrodora* e *Pelargonium graveolens*) contra o vetor da filariose *Culex quinquefasciatus*: Efeitos sinérgicos e antagônicos**. *Parasitologia internacional*, v. 66, n. 2, pág. 6, 2017.

BORN, F. S.; CÂMARA, C. A. G.; MELO, J. P. R.; MORAES, M. M. **Acaricidal property of the essential oil from *Lippia gracilis* against *Tetranychus urticae* and a natural enemy, *Neoseiulus californicus*, under greenhouse conditions**. *Experimental and Applied Acarology*, v. 76, n. 2, p. 215-225, 2018.

CAMPBELL, RJ; GRAYSON, RL; MARINI, **Danos alimentares superficiais e ultraestruturais em folhas de morangueiro pelo ácaro-rajado**. *Ciência Hortícola*, v.25, p.948–951, 1990.

CAVALCANTE, R. E. R. **Potencial acaricida de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2021.

CROFT, BA; VAN DE BAAN, H. E. **Fatores ecológicos e genéticos que influenciam a evolução da resistência a pesticidas em ácaros tetraniquídeos e fitoseídeos**. *Acarologia Experimental e Aplicada*, v. 3, pág. 277-300, 1988.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, JM 2007. **Os efeitos subletais dos pesticidas em**

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

artrópodes benéficos. Revisão Anual de Entomologia, v.52, p.81–106, 2007.

DÍAS, JPT; FIHO, JD; CARMO, EL; SOMÓES, J.C.; PÁDUA, J.C. **Flutuação populacional do ácaro *Tetranychus urticae* em diferentes sistemas de produção de morango.** Acta Horticulturae, v.926, p.625–630, 2012.

HAN, J.; KIM, S.; CHOI, B.; LEE, S.; AHN, Y. 2011. **Toxicidade fumigante do óleo de eucalipto limão constituintes de *Tetranychus urticae* suscetível e resistente a acaricidas.** Ciência do manejo de pragas, v.67, p.1583–1588, 2011.

ISMAN, M. B. **Plant essential oils for pest and disease management.** Crop Protection, v. 19, n. 8-10, p. 603-608, 2000.

MADAIL, João Carlos Medeiros. Panorama econômico. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JÚNIOR, Carlos Reisse; SCHWENGBER, José Ernani. **MORANGUEIRO.** 1. ed. Distrito Federal: Embrapa, 2016. v. 1, cap. 1, p. 17-18. ISBN 978-85-7035-594-2.

MARČIĆ, Dejan; PERIĆ, Pantelija; MILENKOVIĆ, Slobodan. Acaricidas - perfis biológicos, efeitos e usos na proteção moderna de cultivos. **Pesticidas - formulações, efeitos, destino,** p. 37-62, 2011.

MIRESMALLI, Saber; BRADBURY, Rod; ISMAN, Murray B. **Toxicidade comparativa do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. e misturas de seus principais constituintes contra *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em duas plantas hospedeiras diferentes.** Ciência do Manejo de Pragas: anteriormente Pesticide Science, v. 4, pág. 366-371, 2006.

PAES, J. P. P., RONDELLI, V. M., COSTA, A. V., VIANNA, U. R., & QUEIROZ, V. T. D. **Caracterização química e efeito do óleo essencial de ervadesanta-maria sobre o ácaro rajado de morangueiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, n. 2, p. 346-354, 2015

PAVELA, R.; BENELLI, G. 2016. **Óleos essenciais como biopesticidas ecológicos? Desafios e restrições.** Tendências da Ciência Vegetal, v.21, p.1000–1007.

Souza, T. D. S., da Silva Ferreira, M. F., Menini, L., de Lima Souza, J. R. C., Parreira, L. A., Cecon, P. R., & Ferreira, A. **Óleo essencial de *Psidium guajava*: Influência de genótipos e ambiente.** Scientia Horticulturae, v. 38-44, 2017.

SOUZA, Maione Almeida; BATISTA, Eder Junho; MENEZES, Ana Flávia Teixeira. **Panorama nacional da produção de morangos.** CAMPO & NEGÓCIOS ONLINE, Uberlândia, Minas Gerais, ano 2022, v. 1, n. 1, 21 abr. 2022. Economia, p. 1-1.

VÁSQUEZ, C.; MORALES-SÁNCHEZ, J.; DA SILVA, FS; SANDOVAL, M.F. **Estudos Biológicos e Manejo de Pragas de Ácaros Fitófagos na América do Sul.** In: SOLONESKI, S. (ed.). Manejo Integrado de Pragas e Controle de Pragas – Táticas Atuais e Futuras, cap.15, p.353-376, 2012.

VITTI, ANDREA M. SILVEIRA; BRITO, José Otávio. **Óleo essencial de eucalipto.** Documentos florestais, v. 17, n. 3, p. 1-26, 2003.

ZHANG, Z. **Ácaros de estufas: identificação, biologia e controle.** Publicação CABI, Wallingford. p 240, 2003.

Agradecimentos

Os autores agradem ao Instituto Federal do Espírito Santo pela bolsa de Iniciação Científica fornecida ao primeiro autor e pela estrutura e ao Programa de Fortalecimento da Agricultura Capixaba – FortAC.