

## MANEJO ALTERNATIVO DE *Tetranychus urticae* (Koch 1836) (Acari: Tetranychidae) COM ÓLEO ESSENCIAL DE EUGENOL

Paulo Anibal Vimercati Oliveira<sup>1</sup>, Henrique Saude Barbosa<sup>1</sup>, Ana Carolina Lopes Francisco de Oliveira<sup>2</sup>, Ana Beatriz Mamedes Piffer<sup>1</sup>, Dioliana Ponte Coswosck<sup>2</sup>, Alixhelhe Pacheco Damascena<sup>1</sup>, Dirceu Pratissoli<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, [vimercatipaulo94@gmail.com](mailto:vimercatipaulo94@gmail.com), [henriquesaude13@gmail.com](mailto:henriquesaude13@gmail.com), [ana.piffer123@gmail.com](mailto:ana.piffer123@gmail.com), [xellydamascena@hotmail.com](mailto:xellydamascena@hotmail.com), [dirceu.pratissoli@gmail.com](mailto:dirceu.pratissoli@gmail.com).

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/Centro Universitário Norte do Espírito Santo, BR-101, km 60, S/N, Litorâneo - 29932-540 - São Mateus-ES, Brasil, [anacarolinolfo@gmail.com](mailto:anacarolinolfo@gmail.com), [diolianaagrocswosck@gmail.com](mailto:diolianaagrocswosck@gmail.com).

### Resumo

*Tetranychus urticae* representa uma das principais pragas agrícolas, capaz de causar danos severos em diversas culturas. O controle predominante dessa praga envolve o uso de moléculas sintéticas. No entanto, devido aos problemas de eficácia limitada e impactos ambientais adversos, métodos alternativos de controle estão sendo investigados. Assim, o estudo teve como objetivo avaliar a eficácia do eugenol no manejo de *T. urticae*. Testes laboratoriais foram conduzidos usando adultos em placas de Petri contendo discos foliares de feijão-de-porco tratados com diferentes concentrações de eugenol (0%, 0,25%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%). Observou-se taxas significativas de mortalidade da praga em todas as concentrações testadas, embora também tenha sido detectada fitotoxicidade nas plantas tratadas com eugenol.

**Palavras-chave:** Controle alternativo, composto majoritário, manejo de pragas, ácaro-rajado.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Agrônoma – Agronomia.

### Introdução

O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) é uma espécie generalista e caracterizada pela capacidade de produzir teias e por suas manchas dorsolaterais (CLOTUCHE *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2019). Esses ácaros são facilmente identificáveis a olho nu e são considerados pragas-chave em diversas culturas de importância comercial, devido sua gama de hospedeiros. Os danos causados por eles ocorrem através de sua alimentação, que causa lesões bronzeadas ou marrons devido ao rompimento das células do mesófilo foliar, e pode causar prejuízos de até 80% em populações elevadas (ATTIA *et al.*, 2013; PADILHA *et al.*, 2020). Dado o impacto econômico significativo causado por infestações elevadas de ácaros-rajados, é crucial a busca por métodos eficazes de controle que ofereçam menor impacto ambiental e evitem a rápida evolução da resistência (PASCUAL-RUIZ *et al.*, 2014).

A principal estratégia de manejo dessa praga, utilizada para minimizar seus danos ou evitar sua entrada e desenvolvimento na lavoura, é o uso de produtos químicos (ZHANG *et al.*, 2021). No entanto, devido à falta de rotação dos princípios ativos por parte dos produtores e à alta capacidade desses organismos de desenvolver resistência, os produtos comerciais comumente usados têm se tornado ineficazes em pouco tempo de uso, exigindo aumentos na dosagem e na frequência de aplicação (OLIVEIRA *et al.*, 2016; TIAN *et al.*, 2022). Diante disso, têm sido estudadas estratégias alternativas para reduzir o uso de químicos, como a inoculação de inimigos naturais e microrganismos nas áreas suscetíveis ao ataque da praga, além da busca por bioinseticidas à base de extratos vegetais e a indução de resistência em plantas alvo (JAKUBOWSKA *et al.*, 2022).

Os óleos essenciais extraídos de plantas, além de recursos terapêuticos, podem ser utilizados como fontes de princípio ativo no manejo integrado (DAS *et al.*, 2024). Muitas pesquisas têm investigado os metabólitos secundários das plantas e seus efeitos sobre o ataque e desenvolvimento de pragas. A eficácia desses óleos está diretamente relacionada à dose aplicada, sendo fundamental

determinar concentrações que maximizem a toxicidade ao ácaro sem afetar negativamente o meio ambiente ou organismos não-alvo. Com potencial inseticida e acaricida já verificado, o eugenol é um produto de fácil disponibilidade no mercado de óleos essenciais, uma vez que sua extração em cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*) resulta em compostos isolados com até 90% da concentração (BAKER; GRANT, 2017; GONZÁLEZ ARMIJOS *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2022; SEGALLA *et al.*, 2022) o torna uma opção viável e acessível no manejo integrado.

Definir a concentração do óleo é importante para otimizar sua eficácia no controle de pragas. A determinação da dose ideal permite não apenas maximizar a mortalidade dos indivíduos-alvo, mas também reduzir possíveis efeitos colaterais, como a toxicidade para organismos benéficos e o meio ambiente, além de retardar o desenvolvimento de resistência, prolongando a viabilidade da formulação (CORREA *et al.*, 2015; GNANKINÉ; IMAËL, 2017). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do composto isolado eugenol sobre o ácaro-rajado. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses do composto isolado eugenol sobre o ácaro-rajado, buscando determinar a dose mais eficaz para o controle da praga.

## Metodologia

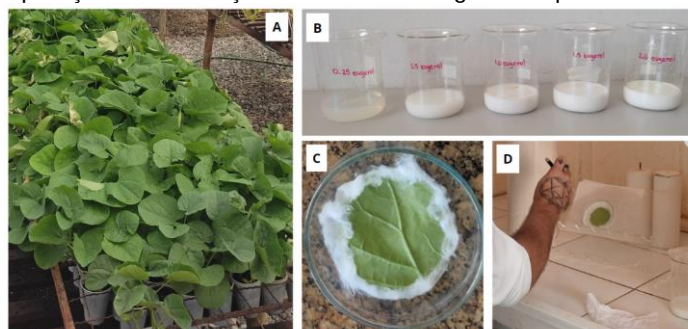
Os experimentos foram conduzidos em laboratório do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), localizado no Centro de Ciências Agrárias e Engenharia da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES).

**Criação e Manutenção:** Adultos de *Tetranychus urticae* foram transferidos para plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. (Fabaceae)) para o estabelecimento da criação conforme descrito na metodologia de Souza (2022). As plantas utilizadas foram plantadas em substrato e mantidas em estufa por cerca de 15 dias. Quando as plantas pré-infestadas se tornaram inadequadas para a manutenção da população e os ácaros estavam na fase de ninfa, novas plantas foram oferecidas para continuidade do desenvolvimento da praga. A criação era mantida em sala climatizada à temperatura de  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 h.

**Obtenção do produto isolado e preparo da formulação:** O produto isolado, eugenol, foi adquirido no comércio, de marca Biodinâmica® (Lote:1094/22). O eugenol foi diluído em diferentes concentrações (0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0%) usando Tween® 80 PS a 0,05% (v/v) e água destilada sob agitação constante. Como testemunha (controle negativo), foi utilizada água com Tween® 80 PS a 0,05% (v/v).

**Bioensaio em laboratório:** Dez fêmeas adultas foram inoculadas, com auxílio de um pincel de cerdas finas, em discos de folhas de feijão-de-porco e dispostos em placas de Petri protegidos por algodão úmido para manter a turgidez da folha. Cada tratamento que consistia em uma repetição, foram usadas seis repetições. A pulverização dos tratamentos foi realizada com auxílio de um aerógrafo conectado a um compressor de pressão constante de 1.5 psi e usando 1ml da formulação. Por fim foram armazenadas em câmara climatizada monitorada a 25°C, umidade a 60% e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações para mortalidade de adultos de *T. urticae* foi realizada 24, 48 e 72 horas após as pulverizações de suas respectivas concentrações com auxílio de lupa manual e pincel de cerdas finas, onde foi considerado vivo o adulto que, ao ser tocado com o pincel, se movia a uma distância maior que o tamanho do seu corpo (PAES *et al.*, 2015).

Figura 1. (A) Plantas de feijão-de-porco para manutenção da criação e montagem do bioensaio; (B) Diferentes concentrações da formulação usando eugenol; (C) Placa de Petri com disco de folha envolto em algodão; (D) Aplicação da formulação com caneta aerógrafa em placa de Petri.



Fonte: Autor (2024).

**Análise estatística:** O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, submetido a teste Tukey a 5% de probabilidade e realizado através do software R.

## Resultados

No bioensaio de mortalidade realizado em laboratório com adultos de *Tetranychus urticae* indicam que o composto isolado eugenol proporcionou mortalidade com a aplicação do eugenol em concentrações variando de 0,25% a 2,0%, sendo todas as concentrações superiores ao controle (0,0%) (Tabela 1).

Tabela 1. Mortalidade ( $\pm$  erro padrão) de *Tetranychus urticae* submetidos a aplicação em laboratório do composto majoritário eugenol em diferentes concentrações.

| Concentração de eugenol (%) | Mortalidade (%)  |
|-----------------------------|------------------|
|                             | Contato          |
| 0,0                         | 5,0 $\pm$ 2,0 a  |
| 0,25                        | 33,0 $\pm$ 8,0 b |
| 0,5                         | 34,0 $\pm$ 3,0 b |
| 1,0                         | 37,0 $\pm$ 4,0 b |
| 1,5                         | 31,0 $\pm$ 6,0 b |
| 2,0                         | 42,0 $\pm$ 8,0 b |
| CV (%)                      | 58,2             |

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autor.

As concentrações de 0,25%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, e 2,0% resultaram em mortalidades que variaram de 31,0% a 42,0%, mas não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, conforme o teste de Tukey. A maior mortalidade foi observada na concentração de 2,0% (42,0%), enquanto a menor foi em 1,5% (31,0%).

Porém após a exposição das folhas as fórmulas contendo o composto eugenol, os discos foliares apresentaram indícios de fitotoxidez, com sintomas de queima onde se acumulou a formulação, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Sintomas de fitotoxidade causado pelo composto eugenol em folha de feijão-de-porco.



Fonte: Autor.

## Discussão

O eugenol tem se destacado como um acaricida promissor, especialmente devido à sua capacidade de inibir a cadeia respiratória mitocondrial dos ácaros (MA *et al.*, 2019; SHANG *et al.*, 2020). Ao interferir nesse processo crucial, o eugenol prejudica a produção de energia dos ácaros, levando à sua morte. Além disso, o composto também atua sobre enzimas reguladoras importantes e em vias de sinalização essenciais para a sobrevivência dos ácaros, o que aumenta sua eficácia no controle dessas pragas (MA *et al.*, 2019).

Outro fator que torna o eugenol uma opção valiosa no manejo de ácaros é sua comprovada eficácia contra diversas espécies. Estudos têm demonstrado que o eugenol pode ser eficaz contra diferentes tipos de ácaros, o que amplia seu potencial de aplicação em diferentes culturas agrícolas (PASAY *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2018; SHANG *et al.*, 2019). Essa versatilidade é crucial, considerando a resistência que muitas espécies de ácaros desenvolvem aos acaricidas sintéticos convencionais.

Além de sua eficácia, o eugenol também apresenta um perfil de segurança favorável, tanto para humanos quanto para animais, o que é uma vantagem significativa em relação aos acaricidas sintéticos (SHANG *et al.*, 2019). A possibilidade de uso do eugenol em formulações combinadas com outros compostos e em diferentes métodos de aplicação também reforça seu potencial como uma alternativa viável e eficaz para o manejo sustentável de ácaros na agricultura.

As concentrações testadas demonstraram que diferentes doses de eugenol resultam em uma mortalidade significativa dos ácaros, no entanto, observou-se que doses acima de um determinado limiar podem causar efeitos fitotóxicos. Os sinais de fitotoxicidade se apresentaram desde manchas até como necroses foliares e corroboram com diversos trabalhos que indicam que o composto pode causar perda da integridade da membrana celular (BAINARD *et al.*, 2006; AMIRI *et al.*, 2008; SYNOWIEC *et al.*, 2015). Isso reforça a importância de identificar a menor concentração que proporcione mortalidade igualmente satisfatória dos ácaros sem que haja riscos de afetar a planta.

Apesar das promissoras propriedades acaricidas do eugenol, é necessário realizar mais estudos para avaliar sua segurança em plantas, pois há evidências de que ele pode causar fitotoxicidade nas folhas. Esse efeito adverso pode limitar seu uso em culturas sensíveis, tornando crucial o desenvolvimento de formulações e métodos de aplicação que minimizem danos às plantas enquanto mantêm sua eficácia no controle de ácaros. A pesquisa contínua é essencial para otimizar o uso do eugenol como uma alternativa segura e eficaz aos acaricidas sintéticos (LEE & KIM, 2020).

## Conclusão

O eugenol possui ação acaricida para o *Tetranychus urticae*, entretanto o composto pode causar fitotoxidez na folha. Deve-se prosseguir estudos para se obter melhor forma de incluir o composto em um programa de manejo para o *T. urticae*.

## Referências

Amiri, A. et al. In vitro and in vivo [corrected] activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. *Int jour of food micro*, v. 126, p. 1-2;13-9. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.022>.

ATTIA, S. et al. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides: Biological approaches to control *Tetranychus urticae*. *J. Pest Scie.*, v. 86, p. 361-386, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0503-0>.

BAINARD, L. et al. Phytotoxicity of clove oil and its primary constituent eugenol and the role of leaf epicuticular wax in the susceptibility to these essential oils. *Weed Scie.*, v. 54, p. 833 - 837. 2006. <https://doi.org/10.1614/WS-06-039R.1>

BAKER, B. P.; GRANT, J. A. Perfil de eugenol. *Cornell Coop. Exten.*, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2018.

CLOTOUCHE, G. et al. The formation of collective silk balls in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. Plos one, v. 6, n. 4, p. e18854, 2011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018854>.

CORREA, Y. D. C. G. et al. Locomotory and physiological responses induced by clove and cinnamon essential oils in the maize weevil *Sitophilus zeamais*. Pesticide biochemistry and physiology, v. 125, p. 31-37, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.06.005>.

DAS, S. et al. Insecticidal and fungicidal efficacy of essential oils and nanoencapsulation approaches for the development of next generation ecofriendly green preservatives for management of stored food commodities: an overview. Inter. J. Pest Manag., v. 70, n. 3, p. 235-266, 2024. <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1969473>.

FERREIRA, F. M. et al. Acaricidal activity of essential oil of *Syzygium aromaticum*, hydrolate and eugenol formulated or free on larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus*. Med. Vet. Entom., v. 32, n. 1, p. 41-47, 2018. <https://doi.org/10.1111/mve.12259>.

GNANKINÉ, O.; BASSOLÉ, I. H. N. Essential Oils as an Alternative to Pyrethroids' Resistance against *Anopheles* Species Complex Giles (Diptera: Culicidae). Molec., v. 22, n. 10, p. 1321, 2017. <https://doi.org/10.3390/molecules22101321>.

GONZÁLEZ ARMIJOS, M. J. et al. Fumigant toxicity of eugenol and its negative effects on biological development of *Callosobruchus maculatus* L. Rev. Cien. Agríc., v. 36, n. 1, p. 5-15, 2019. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.94>.

JAKUBOWSKA, M. et al. A review of crop protection methods against the two-spotted spider mites—*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)—with special reference to alternative methods. Agriculture, v. 12, n. 7, p. 898, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070898>.

LEE, H.; KIM, J. R. Facile fabrication of durable acaricidal nanofibers effective against *Dermatophagoides farinae* via emulsion electrospinning of eugenol-encapsulated cellulose acetate. Cellulose, v. 27, p. 6909-6919, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03276-6>.

MA, W. et al. The acaricidal activity and mechanism of eugenol on *Psoroptes cuniculi*. Vet. Parasit., v. 266, p. 56-62, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.12.012>.

OLIVEIRA, J. D. M. et al. Manejo da resistência do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em videira no Submédio do Vale do São Francisco. Comunicado Técnico Embrapa, v. 169, p. 1-5, 2016.

PADILHA, G. et al. Damage assessment and economic injury level of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in soybean. Pesq. Agropec. Bras., v. 55, p. e01836, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01836>.

PAES, J. P. P. et al. Caracterização química e efeito do óleo essencial de Erva-de-Santa-Maria sobre o ácaro-rajado de morangueiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, p. 346-354, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-057/14>.

PASAY, C. et al. Acaricidal activity of eugenol based compounds against scabies mites. PloS one, v. 5, n. 8, p. e12079, 2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012079>.

PASCUAL-RUIZ, S. et al. Economic threshold for *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in clementine mandarins *Citrus clementina*. Experimental and Applied Acarology, v. 62, p. 337-362, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9744-0>.

SEGALLA, C. C. et al. Estudo in vitro da eficácia do óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*, Myrtaceae) sobre carrapato *Rhipicephalus sanguineus*. Vet. e Zootec., v. 29, p. 1-10, 2022. <https://doi.org/10.35172/rvz.2022.v29.889>.

SHANG, X. F. et al. Acaricidal activity and enzyme inhibitory activity of active compounds of essential oils against *Psoroptes cuniculi*. *Vet. Parasit.*, v. 267, p. 54-59, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.01.013>.

SHANG, X. F. et al. A value-added application of eugenol as acaricidal agent: The mechanism of action and the safety evaluation. *J. Adv. Res.*, v. 34, p. 149-158, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.12.010>.

SOUSA, P. A. et al. Eugenol and Pulegone as potential biorational alternatives for *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae) control: Preliminary results on nymphal toxicity and applicability on Citrus limon. *J. Nat. Pestic. Res.*, v. 1, p. 100004, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2022.100004>.

SOUSA, V. C. et al. Rapid host-plant adaptation in the herbivorous spider mite *Tetranychus urticae* occurs at low cost. *Curr. Opinion in Insect Scie.*, v. 36, p. 82-89, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.COIS.2019.08.006>.

SOUZA, L. P. D. et al. Toxicity of essential oil of *Mentha piperita* (Lamiaceae) and its monoterpenoid menthol against *Tetranychus urticae* Kogan 1836 (Acari: Tetranychidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, n. suppl 4, p. e20200427, 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200427>.

SYNOWIEC, A. et al. Early physiological response of broccoli leaf to foliar application of clove oil and its main constituents. *Ind Cro and Prod*, v. 74, p. 523-529. 2015. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2015.05.069>

TIAN, T. et al. Pesticide resistance and related mutation frequencies of *Tetranychus urticae* in Hainan, China. *Horticulturae*, v. 8, n. 7, p. 590, 2022. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070590>.

ZHANG, Y. et al. Frequencies and mechanisms of pesticide resistance in *Tetranychus urticae* field populations in China. *Insect Scie.*, v. 29, n. 3, p. 827-839, 2022. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12957>.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).