

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ATIVIDADE ACARICIDA DE ISÔMEROS TERPÊNICOS SOBRE O ÁCARO RAJADO (*Tetranychus urticae*)

Armanda Aparecida Júlio¹, Aldino Neto Venancio², Gustavo Rodrigues de Souza³, Luana Aparecida de Oliveira Rodrigues¹, Luciana Alves Parreira³, Luciano Menini¹.

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre/Departamento de Química, BR 482, Rodovia Cachoeiro/Alegre, Km 47, Distrito de Rive - 29520-000- Alegre-ES, Brasil, armandaj@gmail.com, luanarodrigues19955@gmail.com, lmenini@ifes.edu.

²Universidade Federal de Viçosa – Campus de Viçosa/Departamento de Química, Avenida P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-900 - Viçosa-MG, Brasil, aldinovenancio@gmail.com.

³Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Química e Física, Alto Universitário s/n, Guararema, 29500-000, Alegre-ES, Brasil, gustavorodriguesdesouza2@gmail.com, luaparreira@hotmail.com.

Resumo

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é uma praga que traz perdas consideráveis a várias culturas agrícolas, por isso, métodos capazes de controlar ou combater essa praga faz-se necessário. Nesse sentido, o uso de compostos isolados de óleos essenciais tem demonstrado bons resultados. Estudos que avaliam a ação acaricida de moléculas que apresentam isomeria são escassos na literatura. Por isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar atividade acaricida do nerol e geraniol, que são isômeros geométricos, contra o ácaro rajado. A atividade acaricida foi avaliada via técnica de fumigação. O nerol e o geraniol apresentaram atividade acaricida contra o ácaro rajado, sendo a concentração de 100 µL.L⁻¹ dos compostos capazes de provocar a letalidade de 100% da população de ácaros. Em todas as concentrações avaliadas, o comportamento dos dois compostos não apresentaram diferença significativa. Em conclusão, baseado nos resultados dos ensaios de fumigação *in vitro*, constatou-se que os compostos nerol e geraniol têm potencial para serem aplicados como acaricidas naturais.

Palavras-chave: Atividade acaricida. Compostos isolados. Ácaro rajado.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra – Química.

Introdução

O ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) é uma praga agrícola comum que afeta diversas culturas, como hortaliças, frutas e plantas ornamentais (TIFTIKÇI; KÖK; KASAP, 2022; RENKEMA *et al.*, 2020; GOLIZADEH *et al.*, 2017). Esses pequenos insetos causam danos significativos às plantas ao se alimentarem das folhas, o que pode levar a uma redução na produção e na qualidade dos cultivos (UYGUN; OZGUVEN; YANAR, 2020). Controlar o ácaro rajado é essencial para proteger as plantações e garantir o sucesso da agricultura.

Uma abordagem cada vez mais popular e ecológica para o controle de pragas é o uso de óleos essenciais (OEs). Os OEs são substâncias naturais, extraídas de plantas, que contêm compostos bioativos com propriedades inseticidas e acaricidas, por exemplo (CAMILO *et al.*, 2017). Eles têm sido estudados como alternativas aos pesticidas químicos tradicionais devido à sua eficácia no combate a pragas, além de serem relativamente seguros para os seres humanos e meio ambiente (KHATER *et al.*, 2018).

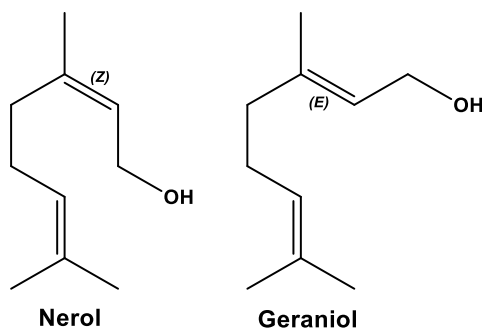
Alguns OEs têm mostrado um promissor potencial no controle do ácaro rajado. Entre eles óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*), vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Rosa damascena Mill (AISSAOUI *et al.*, 2021; REDDY; DOLMA, 2018; SALMAN; ERBAŞ, 2014). A ação de alguns componentes isolados a partir de óleos essenciais também já foram estudados frente ao ácaro rajado.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Badawy, El-Arami e Abdelgaleil (2010) avaliaram a atividade acaricida de 12 monoterpenos contra o ácaro rajado, dentre os compostos, cuminaldeído, (-)-linalol, (-)-limoneno e mentol apresentaram forte atividade acaricida e potente atividade na inibição da acetilcolinesterase, já a carvona revelou forte atividade fumigante. O geraniol e o citrônol, principais compostos do OE de *Rosa damascena* Mill apresentaram atividade de contato, repelente e ovicida contra ninfas e adultos de ácaro rajado, sendo o geraniol, o OE de rosa e o citrônol a ordem decrescente de ação (SALMAN; ERBAŞ, 2014). Benelli *et al.* (2017) pesquisaram a potencial ação de dois compostos presentes no OE de *Smyrniolus olusatrum*, isofuranodieno e germacreno, contra o ácaro rajado, e os resultados apontaram o isofuranodieno como promissor candidato no desenvolvimento de um novo acaricida.

Como mostra os resultados apurados, os terpenos, derivados de óleos essenciais apresentam atividade acaricida sobre o ácaro rajado, porém, estudos na literatura que analisa a ação de compostos terpênicos isômeros frente a esse ácaro ainda são escassos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação de dois compostos isômeros, nerol e geraniol (Figura 1), quanto à atividade frente ao ácaro rajado.

Figura 1. Estrutura molecular do nerol e do geraniol.



Fonte: Os autores (2023).

Metodologia

Os experimentos foram realizados no laboratório de Fitoquímica e Catálise do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre.

Criação do ácaro *Tetranychus urticae*: Os ácaros foram criados em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformes* L. (Leguminosae), sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Potencial Acaricida por Fumigação: Como câmaras de fumigação foram utilizados frascos de vidro com tampa com volume de 200 mL. No interior de cada câmara de fumigação foi utilizado um copo descartável com volume de 50 mL e dentro foi adicionado um disco de folha de feijão-de-porco (3 cm de diâmetro) sobre papel filtro e algodão, umedecidos com água destilada para manter a turgidez das folhas e evitar a fuga dos ácaros.

Com o auxílio de um pincel de cerdas finas (nº 0) foram transferidas para cada disco de feijão-de-porco 10 fêmeas adultas de *T. urticae* (0-10 dias). O experimento foi realizado com cinco repetições por tratamento em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 10 ácaros por repetição e 50 ácaros por tratamento. Na tampa do frasco de vidro foi fixada uma fita de papel filtro (2 cm x 5 cm), e em seguida, cada tratamento usando nerol e geraniol foi aplicado com auxílio de uma micropipeta, esse procedimento foi realizado para cada concentração utilizado no teste. As concentrações usadas foram de 17,8, 31,8, 56,20 e 100,00 $\mu\text{L/L}$. E para o controle negativo usou-se apenas água. A avaliação do ensaio foi realizada após 24h.

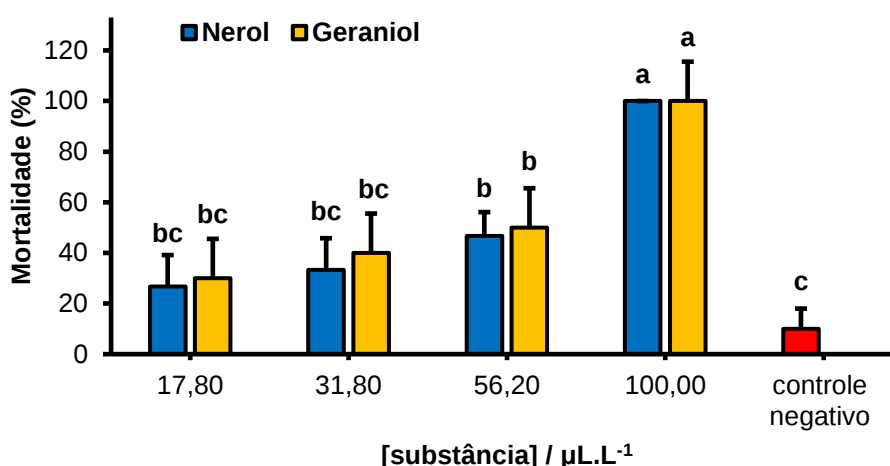
Análise Estatística: Para análise dos dados foi usado análise descritiva e análise de variância. Para diferenças que foram significativas no teste F ($p < 0,05$). Para as análises descritas foi utilizado o software R Studio versão 3.5.2.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Resultados

Os resultados do ensaio de fumigação usando o nerol e o geraniol estão expostos no gráfico da Figura 2. As médias do gráfico da Figura 1, que possuem a mesma letra, não se diferenciam entre si, teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 2 – Influência da concentração de nerol e geraniol na taxa de mortalidade do ácaro rajado.



Fonte: Os autores (2023).

Discussão

Alguns estudos que avaliam a ação de compostos isolados presentes em óleos essenciais contra o ácaro rajado já se encontram descritos na literatura, mas estudos que comparam a atividade de compostos que apresentam isomeria são escassos. O resultado apresentado na Figura 1 mostra que, em todas as concentrações avaliadas, a atividade do nerol e do geraniol não se diferenciam estatisticamente com relação à atividade acaricida frente ao ácaro rajado. O tratamento na concentração de 56 $\mu\text{L/L}$ apresentou uma taxa de mortalidade dos ácaros em cerca de 50%, já a taxa de 100% de mortalidade dos ácaros foi alcançada quando a concentração foi de 100 $\mu\text{L/L}$.

Salman e Erbaş (2014) também realizaram ensaio acaricida usando o geraniol como um dos tratamentos. Os resultados obtidos com o geraniol a 20mL/L (20000 $\mu\text{L/L}$), após 24h, revelou que a ele apresenta ação ovicida de 80%. O efeito repelente usando a 10mL/L (10000 $\mu\text{L/L}$), em 24h, foi de 80% em ácaros rajados adultos, já em ninfas o efeito de repelência foi de 100%. Já o efeito de contato, que avaliou a mortalidade de ácaros rajados, na concentração de 20mL/L de geraniol, resultou na morte de cerca de 45% dos ácaros rajados, valor este inferior ao encontrado no presente estudo, que usou uma concentração bem menor de geraniol. Em relação a ação do nerol frente ao ácaro rajado, não foi encontrado nenhum resultado nas bibliografias pesquisadas.

O nerol e o geraniol são isômeros espaciais geométricos do tipo E/Z, como mostrado na Figura 1. Era esperado que a atividade biológica deles fosse diferente, mas isso não foi observado experimentalmente. Possíveis explicações podem ser atribuídas à presença dos mesmos grupos funcionais nas moléculas, pois a atividade biológica muitas vezes está associada a grupos específicos da molécula (ERTL; ALTMANN; MCKENNA, 2020). Além disso, a flexibilidade das moléculas também pode permitir que isômeros adotem conformações semelhantes durante a interação com alvos biológicos, tornando suas bioatividades comparáveis. As interações moleculares que ocorrem entre os compostos e seu alvo biológico (proteína ou enzimas, por exemplo) dependem das propriedades tridimensionais da molécula, o que pode permitir interações semelhantes com os sítios ativos.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Apesar da similaridade na atividade biológica dos isômeros nerol e geraniol contra o ácaro rajado, esse comportamento em relação à atividade não é garantida para todos os casos.

Conclusão

O uso de compostos isolados vem sendo explorado contra o ácaro rajado com sucesso em várias pesquisas. Com relação aos compostos que apresentam isomeria, era esperada que a atividade biológica fosse diferente, mas experimentalmente, o nerol e o geraniol não apresentaram diferenças estatísticas em todas as concentrações avaliadas, e na concentração de 100µL.L⁻¹ a taxa de mortalidade foi para 100% da população de ácaros. Apesar dos compostos avaliados não apresentarem diferença na análise quanto a taxa de mortalidade frente ao ácaro rajado, esse comportamento não pode ser estendido para outros isômeros sem comprovação experimental.

Referências

- AISSAOUI, A. B. *et al.* Toxicity of Rosmarinus officinalis essential oil to the pest Tetranychus urticae koch (Acari: Tetranychidae) and its predator Phytoseiulus persimilis Athias-Henroit (Acari: Phytoseiidae). **Int. J. Innov. Agric. Biol. Res.**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2021.
- BADAWY, M. E.; EL-ARAMI, S. A. A.; ABDELGALEIL, S. A. M. Acaricidal and quantitative structure activity relationship of monoterpenes against the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae. **Exp. Appl. Acarol.**, v. 52, p. 261-274, 2010.
- BENELLI, G. *et al.* Isofuranodiene and germacrone from Smyrniolus olusatrum essential oil as acaricides and oviposition inhibitors against Tetranychus urticae: Impact of chemical stabilization of isofuranodiene by interaction with silver triflate. **J. Pest Sci.**, v. 90, p. 693-699, 2017.
- CAMILO, C. J. *et al.* Acaricidal activity of essential oils: a review. **Trends Phytochem. Res.**, v. 1, n. 4, p. 183-198, 2017.
- ERTL, P.; ALTMANN, E.; MCKENNA, J. M. The most common functional groups in bioactive molecules and how their popularity has evolved over time. **J. Med. Chem.**, v. 63, n. 15, p. 8408-8418, 2020.
- GOLIZADEH, A. *et al.* Comparative life table analysis of Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. **Acarologia**, v. 57, n. 3, p. 607-616, 2017.
- KHATER, H. F. *et al.* Toxicity and growth inhibition potential of vetiver, cinnamon, and lavender essential oils and their blends against larvae of the sheep blowfly, Lucilia sericata. **Int. J. Dermatol.**, v. 57, n. 4, p. 449-457, 2018.
- REDDY, S. G. E.; DOLMA, S. K. Acaricidal activities of essential oils against two-spotted spider mite, Tetranychus urticae Koch. **Toxin Rev.**, v. 37, n. 1, p. 62-66, 2018.
- RENKEMA, J. *et al.* Twospotted spider mites (Tetranychus urticae) on strawberry (Fragaria× ananassa) transplants, and the potential to eliminate them with steam treatment. **Int. J. Fruit Sci.**, v. 20, n. sup1, p. 978-991, 2020.
- SALMAN, S. Y.; ERBAŞ, S. Contact and repellency effects of Rosa damascena Mill. essential oil and its two major constituents against Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae). **Türk. Entomol. Derg.**, v. 38, n. 4, p. 365-376, 2014.
- TIFTIKÇI, P.; KÖK, Ş.; KASAP, İ. The effect of host plant on the biological control efficacy of the predatory mite, Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot against two-spotted spidermites, Tetranychus urticae koch on field-grown vegetables. **Crop Prot.**, v. 158, p. 106012, 2022.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

UYGUN, T.; OZGUVEN, M. M.; YANAR, D. A new approach to monitor and assess the damage caused by two-spotted spider mite. **Exp. Appl. Acarol.**, v. 82, p. 335-346, 2020.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus de Alegre, pela disponibilidade da infraestrutura, à Universidade Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, pela disponibilidade em realizar as análises por CG-EM, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.