

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ACARICIDA DA NANOEMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MELALEUCA SOBRE *Oligonychus ilicis*

Thayne da Rocha Braz¹, Ana Beatriz Mamedes Piffer², Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues³, Fabrício Silva Maia³, Patricia Soares Furno Fontes¹, Hildegardo Seibert França³, Anderson Mathias Holtz¹.

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, 29717-000, Colatina-ES, Brasil, thaynerochabraz@gmail.com, anderson.holtz@ifes.edu.br, patricia.fontes@ifes.edu.br.

²Universidade 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, maiafabricao31@gmail.com, hildegardo.franca@ifes.edu.br.

Resumo

O ácaro-vermelho, *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 (Acari: Tetranychidae), é uma das principais pragas do café Conilon. Geralmente infesta áreas localizadas, mas pode se espalhar por toda a lavoura em condições favoráveis, como seca prolongada ou controle tardio. Como alternativa de manejo, podem ser usadas nanoemulsões de óleos essenciais e extratos vegetais, com propriedades inseticidas e acaricidas, menos tóxicas ao ambiente que os químicos sintéticos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial acaricida da nanoemulsão do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) sobre o ácaro-vermelho do café. O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do IFES – Campus Itapina, utilizando nanoemulsões comerciais preparadas por emulsificação e evaporação do solvente. Foram testadas concentrações de 0% (controle), 0,025; 0,041; 0,068; 0,111; 0,183 e 0,3%, com 10 repetições de 10 indivíduos por tratamento. Pelo teste de Tukey, observou-se mortalidade superior a 90%, aumentando com a elevação da dose, demonstrando a eficiência da nanoemulsão em condições controladas de laboratório.

Palavras-chave: *Melaleuca alternifolia*. Ácaro vermelho do café. Controle alternativo. Compostos secundários.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia.

Introdução

Os primeiros agrotóxicos foram desenvolvidos durante a Primeira Guerra Mundial e utilizados em grande escala como armas químicas durante a Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, foram disseminados mundialmente como combate a pragas nas lavouras, sendo difundidos como a tecnologia que permitia rapidamente o acréscimo de produção e consequentemente de lucro nas propriedades, onde ficou conhecido como Revolução Verde (Silva, 2021).

A utilização desenfreada de produtos químicos sintéticos não demorou a trazer consequências negativas tanto para o meio ambiente como também para a saúde humana e os mais atingidos foram os trabalhadores que manuseavam de forma incorreta, ou até mesmo sem preparação e sem qualquer tipo de EPI'S (Silva, 2021). O Brasil em 2015 liderou o ranking de consumo mundial de agrotóxicos em contraproposta à Lei nº 7.802/89 (Brasil, 1989) (regulamentada pelo Decreto nº 4074/02), que dispõe sobre normas relativas à cadeia dos agrotóxicos (Belchior, 2017). Devido ao cenário atual, se torna necessário o desenvolvimento de práticas alternativas para o controle de espécies pragas.

Neste contexto, uma espécie de praga de grande importância econômica e com grande utilização de produtos químicos sintéticos para o seu controle é o ácaro vermelho do café *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 (Acari: Tetranychidae). Esta espécie é um artrópode fitófago de grande relevância econômica, descrito como uma das principais pragas da cultura do café Conilon (*Coffea canephora* Pierre & Froehn) (Piffer, 2022). O ácaro vive na parte superior das folhas, produzindo teias finas que

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

acumulam poeira, conferindo um aspecto sujo às folhas. Normalmente infesta áreas localizadas, mas pode se espalhar por toda a lavoura em condições favoráveis, como períodos de seca prolongada ou controle tardio. Como consequência do ataque por *O. ilicis*, as folhas perdem a cor e brilho original, adquirindo um bronzeamento inicial que pode desenvolver lesões maiores, reduzindo a área fotossintética da planta, podendo até, conforme o nível de ataque, promover queda dessas folhas (Toledo *et al.*, 2018).

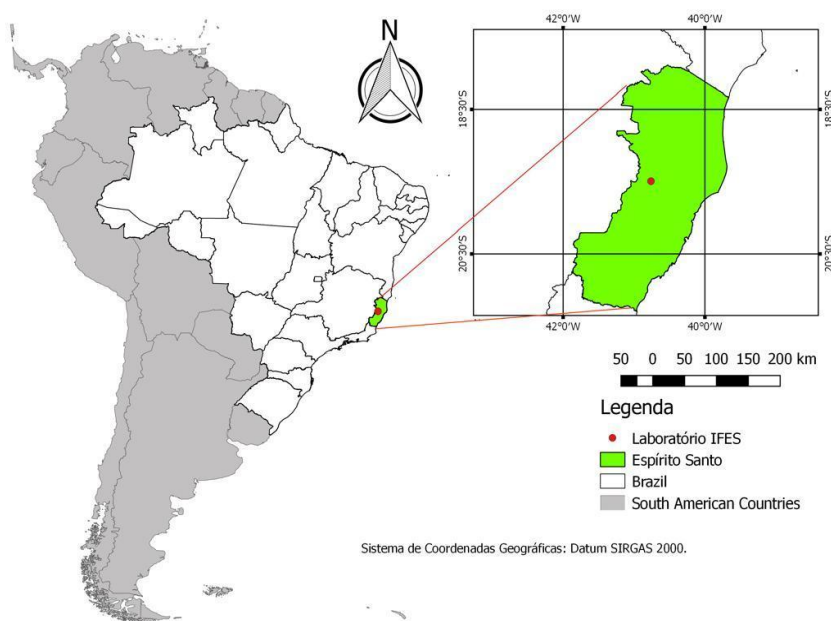
Uma das formas de controle alternativo que pode ser utilizada sobre esta espécie praga é o uso de nanoemulsões de produtos de origem vegetal. As nanoemulsões são reconhecidas como forma de veículos para substâncias não solúveis ou pouco miscíveis em água, fornecendo uma série de vantagens, como maior estabilidade, características organolépticas favoráveis, maior poder de penetração por membranas, maior biodisponibilidade, incremento da solubilidade em água para substâncias pouco solúveis e até mesmo liberação controlada de substâncias presentes nos produtos (Ortiz-Zamora *et al.*, 2020).

Aliados à tecnologia de nanoemulsões, os óleos e extratos de plantas com propriedades inseticidas e acaricidas têm sido alternativas promissoras para o manejo sustentável de pragas agrícolas, visto que muitas vezes possuem capacidade de controle similar aos químicos sintéticos e são menos agressivos ao meio ambiente (Spletzer *et al.*, 2021). Os inseticidas botânicos, como o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* L., 1758, conhecida como árvore-do-chá (*tea tree*) da família Myrtaceae, contêm compostos voláteis que possuem a capacidade de repelir insetos ou até mesmo provocar a sua morte, inibindo sua alimentação ou interferindo em seu processo reprodutivo (Oliveira, 2023). Dessa forma, o objetivo desse trabalho é avaliar o potencial acaricida da nanoemulsão do óleo essencial de melaleuca (*M. alternifolia*) sobre o ácaro vermelho do café (*O. ilicis*).

Metodologia

O estudo foi realizado no laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina (Figura 1).

Figura 1 - Mapa geográfico da posição do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina (IFES Campus Itapina).



A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Fonte: Adaptado de Marchiori *et al.* (2023).

Adultos de *O. ilicis* foram coletados em lavoura de café Conilon (*C. canephora*) convencional. A criação foi realizada em folhas de café livres de agrotóxicos, conforme adaptação de Reis *et al.* (1997), coletadas no IFES–Campus Itapina. As folhas foram higienizadas, secas e mantidas sobre algodão umedecido em placas de Petri, evitando fuga e preservando a turgescência, sendo os ácaros mantidos em B.O.D. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR $70 \pm 10\%$; fotofase 12h).

O óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* foi adquirido comercialmente e utilizado para formulação das nanoemulsões. A preparação consistiu em mistura da fase oleosa e aquosa sob agitação e posterior evaporação do solvente.

Os bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com concentrações de 0% (controle), 0,025; 0,041; 0,068; 0,111; 0,183 e 0,3%, cada uma com 10 repetições de 10 indivíduos. A pulverização foi realizada em discos foliares (4 cm) dispostos em placas de Petri, com aerógrafo modelo Alfa 2 (1,3 psi), utilizando 1 mL de solução por repetição. As unidades foram mantidas em B.O.D. nas mesmas condições da criação, e a mortalidade avaliada em 12, 24, 36, 48, 60 e 72 h.

Os dados foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e submetidos à ANOVA e regressão ($p \leq 0,05$), com estimativa de CL_{50} e CL_{90} . A sobrevivência foi analisada pelo modelo de Cox, e os contrastes avaliados pela função *emmeans* (Lenth, 2023), no software R 4.3.2 (R Core Team, 2023). Para caracterização química dos óleos, utilizou-se CG-EM (Agilent 7890 B/5977A MSD), com coluna HP-5 e parâmetros de Adams (2017) para identificação por índices de Kovats.

Resultados

Tabela 1 - Composição química relativa do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, com identificação dos principais terpenoides.

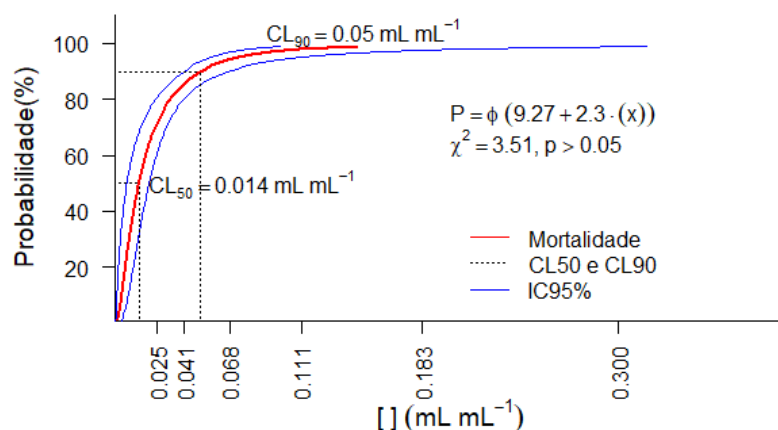
Nome do composto	Grupo de metabólitos secundários	Área relativa (%)
		<i>M. alternifolia</i>
Pinene < α ->	Terpenoides	3,144
Cymene <o->	Terpenoides	29,02
Limonene	Terpenoides	1,735
Cineole <1,8->	Terpenoides	2,52
Terpinen-4-ol	Terpenoides	36,742
Terpineol < α ->	Terpenoides	4,622
Aromadendrene	Terpenoides	2,79

Fonte: Do próprio autor.

Observa-se na Tabela 1 que todos os constituintes identificados pertencem à classe dos terpenoides, principais responsáveis pelas propriedades biológicas dos óleos essenciais. O terpinen-4-ol destacou-se como composto majoritário (36,742%). Assim, a análise revela que o óleo essencial avaliado possui alta concentração de terpenoides, reforçando seu potencial para aplicações em controle alternativo.

Figura 2 - Porcentagem de mortalidade de *Oligonychus ilicis* nas diferentes concentrações da nanoemulsão do óleo essencial de *M. alternifolia*. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase.

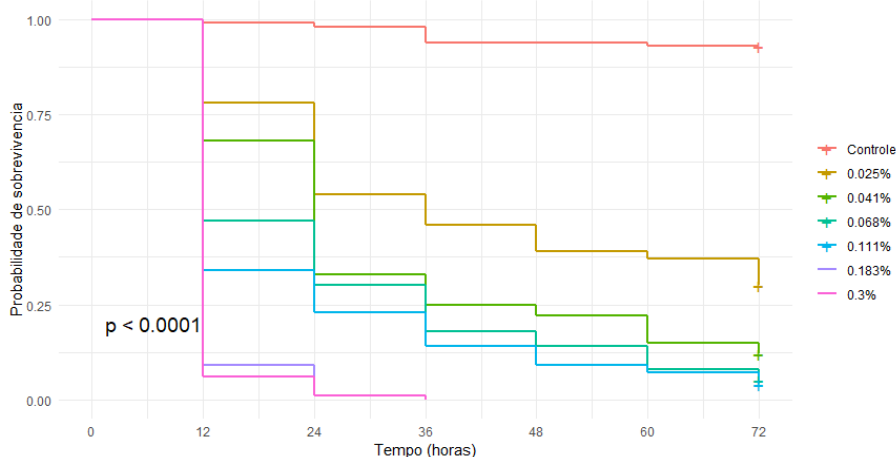
A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO



Fonte: Piffer ABM (2025).

Observa-se na Figura 2 um aumento significativo da mortalidade em função das concentrações utilizadas no teste. A mortalidade elevada pode ser atribuída às concentrações testadas, uma vez que o grupo controle apresentou uma baixa taxa de mortalidade. É possível notar que, mesmo em baixas concentrações, a mortalidade foi alta, atingindo mais de 90% na concentração de 0,068. O teste de toxicidade demonstrou que, à medida que a concentração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* aumenta, a mortalidade de indivíduos de *Oligonychus ilicis* também aumenta.

Figura 3 - Sobrevivência de *O. ilicis* após exposição à nanoemulsão de *M. alternifolia*, com IC (±) e TL₅₀ dos tratamentos. Temp.: 25 ± 1°C, UR 70 ± 10% e 12h de fotófase.



Fonte: Piffer ABM (2025).

A concentração da nanoemulsão de *Melaleuca alternifolia* afetou significativamente a sobrevivência de *Oligonychus ilicis*, sendo que a maior concentração resultou em 100% de mortalidade em 36 horas após a aplicação (Figura 3). A análise pelo modelo de riscos proporcionais de Cox indicou efeito estatisticamente significativo entre os tratamentos (log-rank = 458, gl = 6, $p < 0,0001$), evidenciando a eficácia crescente com o aumento da concentração. Portanto, o modelo confirmou estatisticamente que, quanto maior a concentração da nanoemulsão, maior a mortalidade e menor a sobrevivência dos ácaros.

Discussão

Segundo Taiz e Zeiger (2009), os terpenoides constituem a maior classe de metabólitos secundários nas plantas, o que confirma o papel do óleo de *M. alternifolia* como fonte de substâncias bioativas. As

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

plantas da família Myrtaceae apresentam propriedades inseticidas e acaricidas, e o óleo de melaleuca já foi relatado como eficaz contra formigas cortadeiras (Pereira *et al.*, 2021).

A atividade acaricida dos óleos essenciais pode se manifestar de diversas maneiras, resultando não apenas em mortalidade, como observado neste estudo, mas também em deformações físicas nos ácaros. Durante o experimento, constatou-se que os ácaros expostos ao óleo essencial apresentaram uma consistência flácida e, aparentemente, derretida sobre a folha.

Sendo assim, os óleos essenciais, pertencentes à classe dos compostos orgânicos voláteis, demonstram alto potencial para serem empregados em estratégias de manejo integrado de pragas.

Além disso, para se contabilizar a mortalidade do indivíduo, foi utilizada a metodologia de Stark *et al.* (1997), com algumas adaptações, para avaliar o potencial acaricida da nanoemulsão, que considera mortos os ácaros incapazes de caminhar uma distância superior ao comprimento de seu corpo após um leve toque com pincel. Foi observado que os indivíduos quase não se moviam ou apenas apresentavam leves espasmos, o que os impossibilitava de realizar suas atividades de desenvolvimento.

Embora os resultados sejam promissores, é necessário realizar testes de campo para confirmar a eficácia acaricida da nanoemulsão de óleo essencial de eucalipto. Esses testes adicionais são essenciais para validar a capacidade do óleo em condições práticas e variadas.

Conclusão

Nanoemulsão a base do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) demonstrou efeito acaricida crescente sobre o ácaro vermelho do café (*O. ilicis*) em ambiente controlado de laboratório.

Referências

ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. 4.1 ed. Allured Publishing Corp, 2017. v. 24.

BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário [da] República Federativa do Brasil, 12 jul. 1989.

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, 23 fev. 2024. RGSA- Revista de Gestao Social e Ambiental. <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-061>. Acesso em: 07 set. 2025.

OLIVEIRA, Silvana Zancabaro de. **TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE MELALEUCA A ORGANISMOS NÃO ALVO**. 2023. 26 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2023.

ORTIZ-ZAMORA, L. *et al.* Preparation of non-toxic nano-emulsions based on a classical and promising Brazilian plant species through a low-energy concept. **Industrial Crops and Products**, v. 158, p. 112989, 15 dez. 2020.

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

PEREIRA, Joabe Rodrigues *et al.* Métodos de controle de formigas cortadeiras em sistemas orgânicos de produção: uma revisão. **Ambientale**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 10-24, 21 dez. 2021. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/318>.

PIFFER, A. B. M. **Condicionadores de solo de origem vegetal podem ser utilizados no controle de pragas?** 2022.

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

REIS, P.R.; ALVES, E.B.; SOUSA, E.O. (1997) Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, 21(3), 260-266.

SILVA, T. H. C. *et al.* O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura, seus impactos na saúde do trabalhador rural e a consequente responsabilidade civil no Brasil. **Revista de Direito Sanitário**, v. 22, n. 2, p. e0007-e0007, 2022.

SPLETOZER, A. G. *et al.* Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974-997, 2021.

STARK, J. D. *et al.* Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, p. 273-279, 1997.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. xxviii, 819 p. ISBN 9788536316147.

TOLEDO, M. A. *et al.* Biological control of southern red mite, *Oligonychus ilicis* (Acari:Tetranychidae), in Coffee Plants. **Advances in Entomology**, v. 6, n. 02 p.74-85, 2018.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa 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.