



Controle populacional do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) coletado em lúpulo

Population control of the spider mite (Tetranychus urticae) collected in hops

Jocieli Mileski Bueno¹

 <https://orcid.org/0009-0004-0460-1003>  <http://lattes.cnpq.br/2892407779478202>

Rabechl Karoleyne Stange Almeida²

 <https://orcid.org/0000-0001-5946-3323>  <http://lattes.cnpq.br/6537103615938254>

Stella Arndt³

 <https://orcid.org/0000-0003-4329-7468>  <http://lattes.cnpq.br/2146696228723569>

João Paulo Pereira Paes⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-3651-1166>  <http://lattes.cnpq.br/7553990697902687>

Cícero Venâncio Nunes Júnior⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-4377-8299>  <http://lattes.cnpq.br/9624173972581680>

RESUMO

O ácaro-rajado é uma praga polífaga que ataca diversas culturas, entre elas o lúpulo, cultura para a qual no Brasil ainda não existem defensivos registrados. Como uma alternativa para o manejo dessa praga, destaca-se o emprego de óleos essenciais. Diante disso, os objetivos deste trabalho foram identificar a composição química e avaliar os efeitos do óleo essencial de alecrim na mortalidade de ácaro-rajado em lúpulo. Fêmeas adultas do ácaro-rajado foram submetidas a câmaras de fumigação contendo o óleo essencial de alecrim nas concentrações de 5, 10, 15 e 20 µL/L, durante 24, 48 e 72h. Na análise contabilizou-se a mortalidade e a fecundidade das fêmeas de ácaro. Os principais compostos identificados através da caracterização do óleo essencial de alecrim foram a cânfora, 1,8-cineol, α-pineno e β-mirceno. Por meio do teste de fumigação foi verificado que o óleo essencial de alecrim apresentou ação acaricida, sendo que as maiores taxas de mortalidade foram encontradas nas concentrações de 15 e 20 µL/L. Quanto maior a concentração do óleo na câmara, menor era o número médio de ovos nas folhas, devido à mortalidade das fêmeas.

Palavras-chave: *Salvia rosmarinus*; *Humulus lupulus*; ácaro-praga; óleo essencial.

¹ E-mail: jocielibueno00@gmail.com

² E-mail: rabechetstange@gmail.com

³ E-mail: stellaarndt11@gmail.com

⁴ E-mail: joao.paes@ifsc.edu.br

⁵ E-mail: cicero.junior@ifsc.edu.br



ABSTRACT

The two-spotted mite is a polyphagous pest that attacks several crops, including hops, a crop for which there are still no registered pesticides in Brazil. One alternative for managing this pest is the use of essential oils. Therefore, the objectives of this work were to identify the chemical composition and evaluate the effects of rosemary essential oil on the mortality rates of two-spotted mites in hops. Adult female spider mites were subjected to fumigation chambers containing rosemary essential oil at concentrations of 5, 10, 15 and 20 $\mu\text{L/L}$ for 24, 48 and 72 hours. The analysis recorded the mortality and fecundity of female mites. The main compounds identified through the characterization of rosemary essential oil were camphor, 1,8-cineole, α -pinene and β -myrcene. The fumigation test showed that rosemary essential oil had an acaricidal action, with the highest mortality rates being found at concentrations of 15 and 20 $\mu\text{L/L}$. The higher the oil concentration in the chamber, the lower the average number of eggs on the leaves, due to female mortality levels.

Keywords: *Salvia rosmarinus; Humulus lupulus; pest mite; essential oil.*

1. INTRODUÇÃO

O lúpulo *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae) é uma planta herbácea nativa da região do hemisfério norte, que foi introduzida no Brasil por volta de 1860, na região que hoje é o Rio Grande do Sul. Contudo, até pouco tempo, acreditava-se que a cultura não se desenvolvia no país, pois se encontrava fora da latitude considerada ideal para seu cultivo (Alonso Esteban *et al.*, 2019; Mapa, 2022). No entanto, o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologia, aliados com o uso de cultivares adaptadas, fez com que a lupicultura se tornasse atraente para os produtores brasileiros (Aprolúpulo, 2023).

De acordo com dados da Aprolúpulo, em 2021, o Brasil produziu cerca de 12.356 toneladas de lúpulo, em uma área de cultivo de 60 hectares. Cerca de 27% dos produtores estão concentrados no Estado de Santa Catarina, cultivando uma área de 20 ha. As demais áreas produtivas estão distribuídas nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro, totalizando 85% com 180 produtores (Schwengber, 2022).

Apesar do lúpulo ser o ingrediente usado em menor quantidade na fabricação da cerveja, o lúpulo é o responsável por fornecer sabor e aroma característico à bebida. Em razão a grande dependência que se tem de matéria prima importada, cerca de 98%, o mercado do lúpulo apresenta expansão no Brasil (Guimarães; Evaristo; Ghesti, 2021). O aumento na produção e consumo de cerveja, aliado com o montante de lúpulo importado, são fatores que fazem crescer o interesse dos agricultores pela cultura e que impulsiona a implantação de novas áreas de cultivo.

Neste novo cenário, é esperado o surgimento de problemas fitossanitários, dentre os quais, destacam-se a ocorrência do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), principal praga do lúpulo em outros países produtores e com registros de incidência no Brasil, em cultivos nos estados do Rio Grande do Sul (Wurlietzer *et al.*, 2021), Santa Catarina (Ezequiél, 2022), São Paulo (Fortuna, 2021) e Rio de Janeiro (Fernandez, 2020).

O ácaro-rajado é uma espécie polífaga que causa prejuízos em frutíferas, culturas anuais, hortaliças e em espécies ornamentais (Moraes; Flechtmann, 2008). Na cultura



do lúpulo, os ácaros alimentam-se do conteúdo celular das folhas e cones, provocando o bronzeamento dessas estruturas, acarretando na redução de vigor das plantas atacadas. Logo, o principal dano econômico causado por ácaro-rajado em lúpulo é nos cones, que ficam secos e quebradiços, reduzindo a quantidade e qualidade dos mesmos. Quando a infestação é severa pode ocorrer a desfolha da planta, rejeição da matéria prima pelo cervejeiro ou perda total da colheita (Gent *et al.*, 2010).

Por se tratar de uma cultura em expansão no Brasil, o lúpulo ainda não possui acaricidas registrados para o manejo da população da praga. Este cenário pode se tornar muito promissor para a implantação das táticas de manejo biológicas e para estimular pesquisas com plantas que possuem metabólitos secundários, com potencial acaricida (AGROFIT, 2024; Choi *et al.*, 2004).

Os óleos essenciais são metabólitos secundários extraídos de diversas partes das plantas, que apresentam composição química complexa de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente líquidas e com odores, constituídos normalmente por moléculas de natureza terpênica (Oussalah *et al.*, 2007; Morais, 2009). Os óleos essenciais têm apresentado bons resultados na repelência e na mortalidade de diferentes pragas, quando aplicados em doses apropriadas (PINTO *et al.*, 2006), como é o caso do óleo essencial de alecrim (*Salvia rosmarinus* Spenn sin. *Rosmarinus officinalis* L.) (Born *et al.*, 2009). Dessa forma, o emprego de óleos essenciais pode representar uma estratégia de manejo interessante por apresentarem maior biodegradabilidade e menor risco, quando comparados com os efeitos causados pelos produtos sintéticos (Dayan; Cantrell; Duke, 2009).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização química do óleo essencial de alecrim e avaliar o efeito de diferentes concentrações sobre a mortalidade e fecundidade do ácaro-rajado associado ao lúpulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade, em sala climatizada com temperatura de $24 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $60\% \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

Os ácaros usados no experimento foram coletados em plantas de lúpulo (cultivares Nugget e Cascade) e mantidos em criação estoque no laboratório de fitossanidade. A criação estoque foi mantida em vasos com plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.), hospedeiro alternativo, cultivado em casa de vegetação. Folhas infestadas com ácaros foram fixadas nas plantas de feijão-de-porco e posteriormente, os vasos com as plantas foram colocados em bandejas plásticas, contendo uma lâmina de água para evitar a fuga dos ácaros. As plantas foram renovadas a cada 5 dias (Brito *et al.*, 2006).

Para a caracterização química do óleo essencial de alecrim, partes aéreas da planta foram coletadas e secas em estufa de circulação forçada a 40°C por 48 horas. Após esse período, o material foi triturado em moinho de facas. O óleo essencial foi obtido por meio de hidrodestilação utilizando o equipamento Clevenger, por cerca de 2 horas. Após a destilação foi realizada a separação do óleo da água (hidrolato) com funil de separação, permanecendo em repouso durante três minutos. O óleo foi armazenado



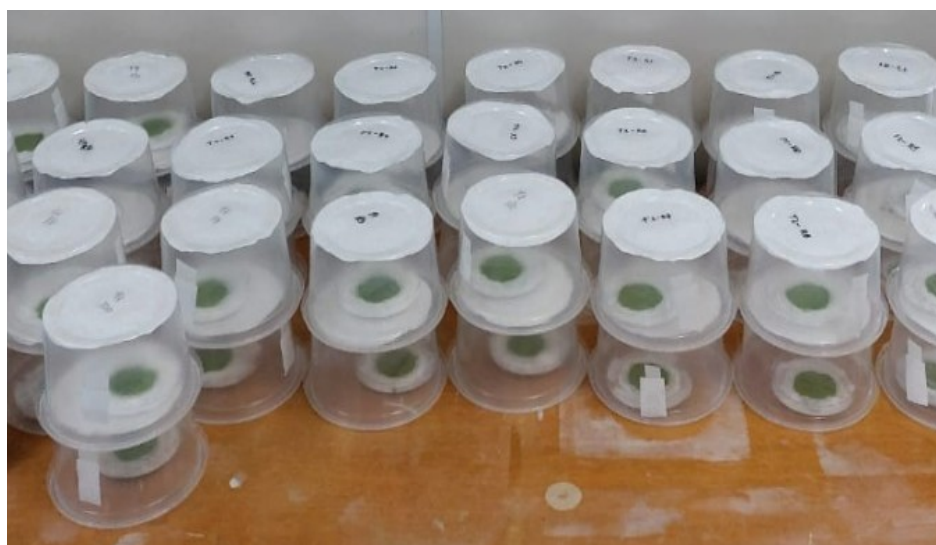
em recipiente de vidro âmbar no refrigerador a uma temperatura de 4°C, para manter suas características até o momento da utilização.

A caracterização química do óleo essencial foi realizada por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), modelo QP2010 (Shimadzu, Japão). A coluna utilizada foi ZB -5 (Phenomenex, Estados Unidos) e gradiente de temperatura de 60°C a 240°C, 10°C/min. Foi utilizado o gás hélio como gás de arraste sob fluxo de 0,75ml/min. A temperatura de injeção foi 230°C a modo splitless. O espectrômetro de massa foi operado para varredura de 30 - 400 m/z com energia de ionização de 70 eV. A identificação dos compostos baseou-se nos respectivos espectros de massas e índice de Kovats calculados (Adams, 2007).

Para avaliar o efeito de diferentes concentrações do óleo essencial de alecrim na mortalidade e fecundidade do ácaro-rajado, discos de folhas de feijão de porco (4,7 cm de diâmetro) foram colocados em placas de Petri de plástico (9,0 x 1,3 cm). Ao redor dos discos foliares, colocou-se algodão úmido, para promover a formação de uma arena e evitar a fuga dos ácaros. Cada disco foi infestado com 10 fêmeas adultas de *T. urticae* de até 48 horas de idade, obtidas da criação mantida em laboratório (Paes *et al.*, 2015).

A metodologia utilizada para avaliação da ação fumigante do óleo essencial sobre os ácaros foi adaptada de Souza *et al.* (2015). Os testes de fumigação foram realizados submetendo fêmeas adultas de *T. urticae* à concentração de 5, 10, 15 e 20 µL do óleo essencial por litro de ar, em câmaras de fumigação por 24, 48 e 72 horas, nada foi aplicado na testemunha. Cada câmara de fumigação foi composta por um recipiente de plástico com volume de 1 L, contendo tampa (Figura 1). No interior de cada câmara foi colocada uma placa de Petri contendo um disco foliar de feijão-de-porco e 10 fêmeas adultas de *T. urticae*, como mencionado anteriormente. No fundo de cada câmara foi colocado um círculo de papel filtro, cortado de acordo com o tamanho do recipiente, para que este absorvesse o excesso de umidade no interior da câmara, evitando a formação de gotas de água que poderiam cair sobre as fêmeas.

Figura 1 - Câmaras de fumigação.



Fonte: autores.



Na lateral de cada câmara de fumigação, foram fixadas tiras de 1,5 cm x 4 cm de papel filtro, onde o óleo essencial foi depositado com auxílio de pipetador automático. Após a aplicação do óleo, as câmaras de fumigação foram fechadas com suas respectivas tampas e acondicionadas em ambiente controlado com temperatura de $24 \pm 0,5$ °C, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

As avaliações de mortalidade e número de ovos foram realizadas em 24, 48 e 72 horas após a aplicação do óleo essencial nas câmaras. As contagens de ácaros vivos se deram com o auxílio de lupa eletrônica e pincel fino nº 00. As fêmeas que não se movimentavam após receber um leve toque do pincel eram consideradas mortas. Após a contagem de ovos em cada período, os mesmos eram perfurados com alfinete entomológico de ponta fina, visando obter os dados de oviposição em cada período de avaliação. Após as contagens as placas eram colocadas novamente na câmara de fumigação, para realização das próximas avaliações.

O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com dez repetições. Os dados de mortalidade e de fecundidade das fêmeas (número de ovos depositados por dia), foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variância. Verificadas as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de alecrim apresentou coloração amarela clara e com a análise cromatográfica foi possível observar 27 componentes, dos quais 19 foram identificados representando 96% da sua composição (Tabela 1). Os compostos majoritários encontrados foram: cânfora (35,2%), 1,8-cineol (14,6%), α -pineno (7,4%) e β -mirceno (6,8%).

Por meio do teste de fumigação foi verificado que o óleo essencial de alecrim apresentou ação acaricida. A taxa de mortalidade das fêmeas de *T. urticae* foi influenciada diretamente pelo aumento da concentração do óleo essencial e pelo aumento do tempo de exposição ao ambiente saturado pelos metabólitos do óleo, sendo as maiores taxas observadas nas concentrações de 15 e 20 $\mu\text{L/L}$ de ar, na avaliação de 72 horas (Figura 2).

Durante os ensaios, também foi possível verificar a ação do óleo essencial sobre a fecundidade das fêmeas de ácaro-rajado. Na avaliação de 24 horas, foi observado uma redução no número de ovos depositados pelas fêmeas do ácaro, sendo que o maior número médio de ovos foi constatado na testemunha (7 ovos/fêmea viva) e os menores nas concentrações de 15 e 20 $\mu\text{L/L}$ de ar. Esse mesmo comportamento pode ser observado nas avaliações de 48 e 72 horas, onde a contagem média de ovos por fêmea viva aproxima-se de 0 nos tratamentos de 15 e 20 $\mu\text{L/L}$ de ar (Figura 3), essa redução do número de ovos associa-se à mortalidade das fêmeas, que foi maior nessas concentrações.



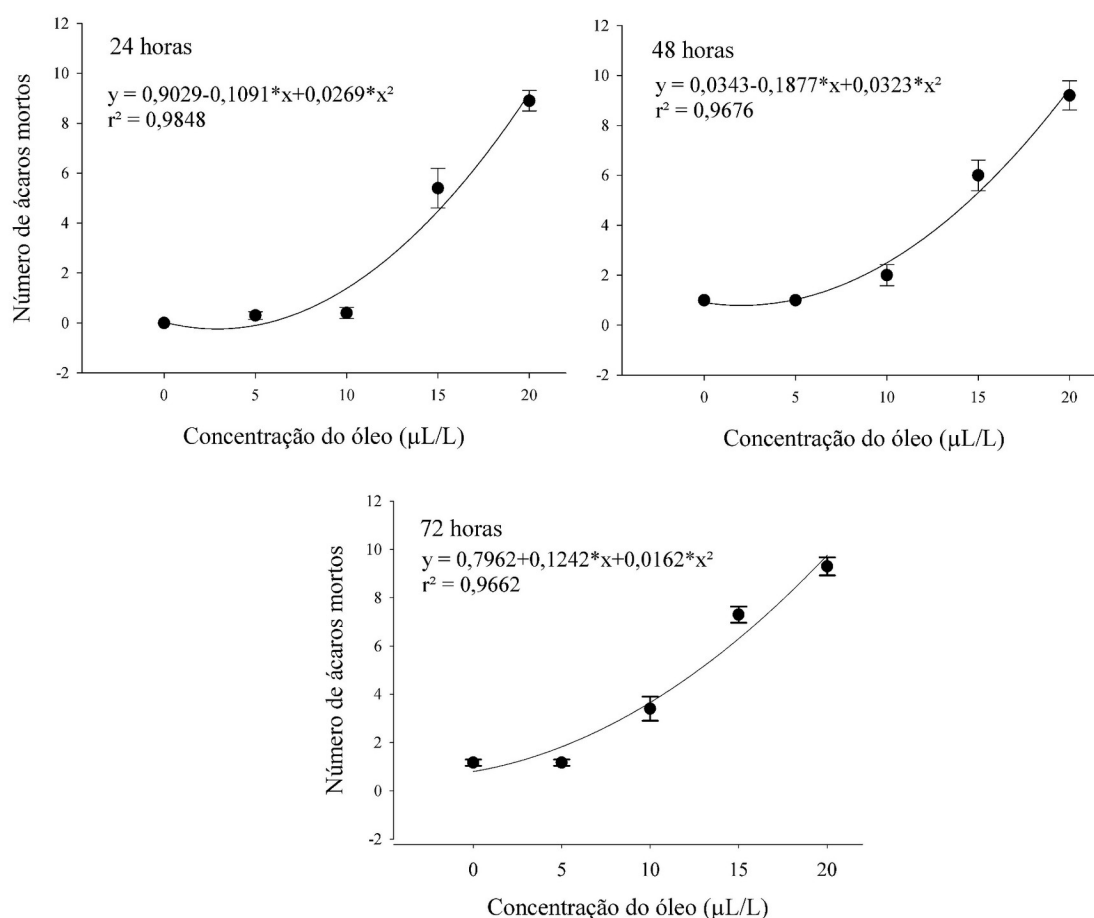
Tabela 1 - Composição do óleo essencial de alecrim (*Salvia rosmarinus*), tempo de retenção, índices de Kovats e porcentagem relativa.

Componentes	Tempo de retenção (min)	Índice de Kovats calculado	Índice de Kovats teórico	% Área
α -pineno	10,84	930,91	927	7,39
canfeno	11,46	947,13	953	3,09
β -pineno	12,54	975,19	980	3,34
β -mirceno	13,02	987,79	991	6,80
3-careno	13,66	1004,22	1011	0,76
α -terpineno	14,08	1015,01	1017	0,53
o-cimeno	14,37	1022,53	1024	0,93
limoneno	14,55	1027,25	1029	4,48
1,8-cineol	14,67	1030,42	1031	14,56
N.I ^a	14,83	1034,56	-	0,54
g-terpineno	15,69	1053,31	1060	1,50
terpinoleno	16,73	1083,47	1085	0,97
linalol	17,29	1097,86	1098	1,87
cânfora	19,09	1145,75	1146	35,23
borneol	20,01	1170,47	1170	2,82
N.I	20,16	1174,56	-	0,99
4-terpineol	20,33	1178,89	1177	1,67
α -terpineol	20,86	1193,13	1189	2,59
verbenona	21,30	1205,16	1205	3,09
N.I	22,74	1245,5	-	0,42
N.I	22,99	1252,52	-	0,56
Acetato de bornila	24,06	1282,47	1285	1,93
N.I	24,691	1300,34	-	0,23
N.I	25,535	1325,36	-	0,20
N.I	27,331	1378,83	-	0,57
N.I	27,716	1390,29	-	0,27
β -cariofileno	28,628	1418,56	1418	2,67
% total dos componentes identificados				96,22%

Fonte: Elaborada pelos autores.



Figura 2 - Mortalidade de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em diferentes concentrações de óleo essencial de alecrim (*Salvia rosmarinus*).



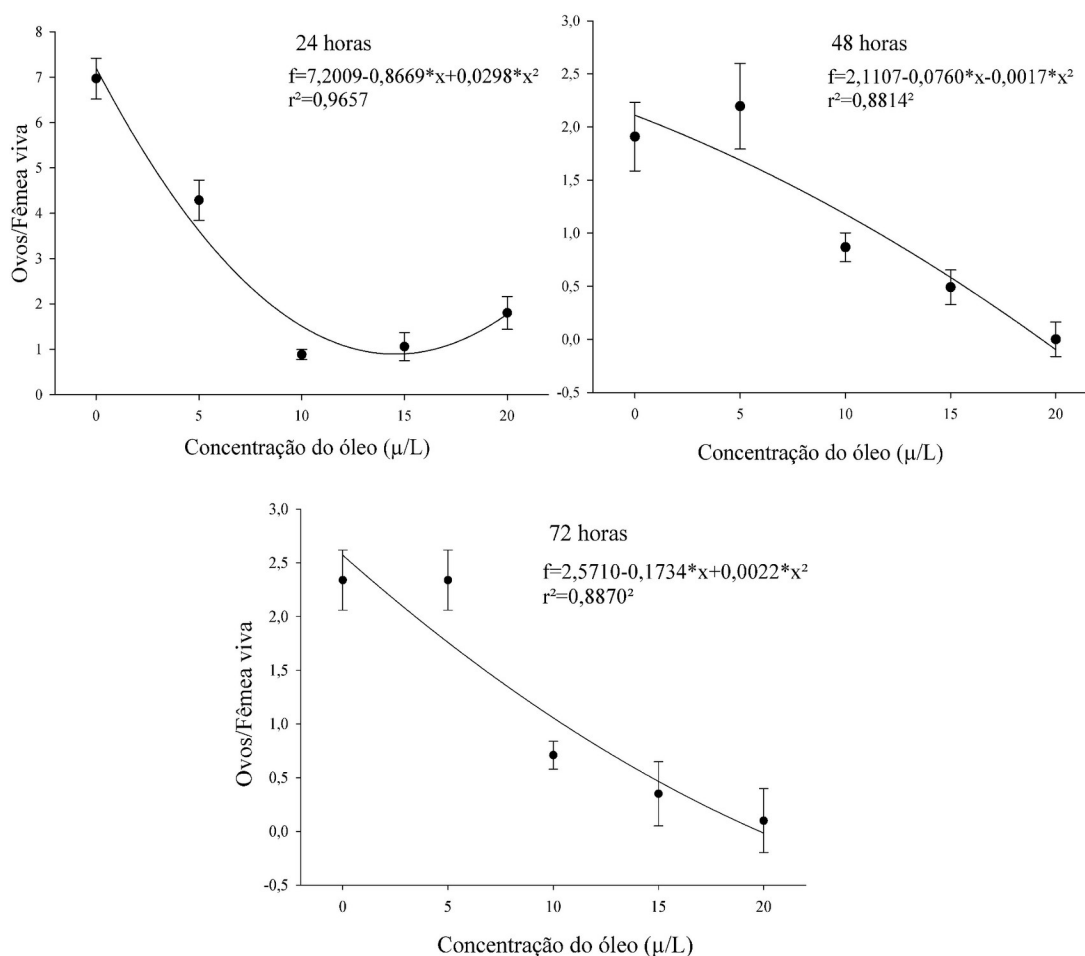
Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio da cromatografia do óleo essencial foi possível verificar que este é uma mistura complexa de terpenóides. Levando em conta que a resistência do sítio-alvo é um problema importante para o controle de ácaros, é mais provável que os ácaros desenvolvam mais rapidamente resistência a um acaricida baseado em um único ingrediente ativo do que a um acaricida formado por uma mistura de diferentes compostos ativos (Miresmailli; Bradbury; Isman, 2006).

Com relação a composição química do óleo essencial de alecrim, ao fazer uma comparação dos resultados encontrados neste trabalho com os de outros autores (Tabela 2), observou-se uma variação na porcentagem dos compostos presentes no óleo essencial. Esta variação pode estar relacionada às diferenças entre metodologias empregadas em cada trabalho, como o tempo de extração (Mattana *et al.*, 2015), o horário de coleta (Júnior *et al.*, 2022; Ehlert *et al.*, 2013), tipo de solo (De Avila *et al.*, 2023) e pela época em que foi feita a colheita do material vegetal, que influenciará no estágio vegetativo da planta, pela região e pelo clima onde o estudo está sendo realizado (Castro *et al.*, 2008).



Figura 3 – Diminuição da fecundidade de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em diferentes concentrações de óleo essencial de alecrim (*Salvia rosmarinus*).



Fonte: Elaborada pelos autores.

As altas taxas de mortalidade, acima de 89%, e a redução do número de ovos encontradas neste estudo podem ser atribuídas a ação fumigante do óleo essencial de alecrim. Fato que pode ser atrelado aos diferentes metabólitos secundários presentes, que podem ter diferentes graus de toxicidade, em função dos diferentes tempos de exposição e pela composição química (Kordali *et al.*, 2006). Observou-se que, conforme aumentava a concentração e o tempo de exposição das fêmeas do ácaro ao óleo (72 horas), maior foi a mortalidade desses indivíduos.

Os resultados deste trabalho e de outros autores confirmam que as atividades inseticidas dos óleos podem ser atribuídas aos monoterpenos, que são compostos voláteis e bastante lipofílicos que penetram na cutícula do inseto e interferem nas funções fisiológicas (Bakkali *et al.*, 2008). Além da penetração do óleo pela cutícula, ela também pode ocorrer através dos espiráculos, onde o óleo, na forma gasosa, percorre o sistema respiratório do inseto ou ácaro e posteriormente alcança os demais tecidos até chegar ao sítio de ação (Santos, 2017). Particularmente, o efeito acaricida do óleo essencial de alecrim pode ser atribuído aos monoterpenos que compõem majoritariamente esse óleo e que promovem inibição da enzima acetilcolinesterase,



citocromo P450 monooxigenase, (Oliveira; Pinto; Paumgartten, 1997; Ryan; Byrne, 1988), GST, enzimas digestivas, crescimento e neurotoxicidade (Park; Tak, 2016).

Tabela 2 – Porcentagem relativa dos compostos presentes no óleo essencial de alecrim em comparação com valores dos mesmos compostos encontrados na literatura.

Compostos	Porcentagem relativa			
	Óleo estudado	Ribeiro et al., 2012	Cutrim et al., 2010	Boix et al., 2012
cânfora	35,2	3,8	37,0	33,2
1,8-cineol	14,6	22,2	11,3	14,0
α -pineno	7,4	19,8	-	9,5
β -mirceno	6,8	24,2	4,7	9,5
limoneno	4,5	-	2,1	-
Composição total	68,5	70	55,1	66,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em uma investigação sobre toxicidade e atividade sinérgica de compostos de óleos essenciais e seu efeito sobre enzimas de desintoxicação contra cochonilha-farinheira *Planococcus lilacinus* (C.) (Hemiptera: Pseudococcidae), quase todos os compostos testados apresentaram atividade inseticida contra *P. lilacinus*. Entretanto, o alto potencial inseticida foi observado nos monoterpenos de ocimeno e β -mirceno. Outro resultado apontado pelo estudo é de que todas as concentrações testadas de β -mirceno inibiram a atividade da enzima acetilcolinesterase (Arokiyaraj; Bhattacharyya; Reddy, 2022).

Miresmailli, Bradbury e Isman (2006), avaliaram a toxicidade do óleo essencial de alecrim e de seus componentes ao ácaro-rajado. Os bioensaios de constituintes individuais revelaram que o 1,8-cineol e o α -pineno foram significativamente tóxicos na concentração testada ($P < 0,05$). Para verificar o papel de toxicidade dos componentes individuais do óleo essencial de alecrim, os mesmos autores prepararam uma mistura sintética similar ao óleo de alecrim, porém, sem a presença de cada constituinte individual. Com isso, descobriram que a ausência de 1,8-cineol ou α -pineno na mistura sintética levou a grande diminuição na mortalidade (84 e 80%), sendo possível então atribuir a esses constituintes o maior potencial de toxicidade provocada pelo óleo.

Explorando a atividade comparativa e sinérgica dos constituintes do óleo essencial de constituintes do óleo essencial de alecrim contra larvas de lagarta-medideira *Trichoplusia ni* (H.) (Lepidoptera: Noctuidae), os compostos mais abundantes presentes no óleo de alecrim foram 1,8-cineol, cânfora, α -pineno e canfeno. O ensaio de eliminação de compostos revelou que 1,8-cineol e cânfora foram significativamente mais ativos do que todos os outros constituintes ($P < 0,05$), sendo os principais constituintes inseticidas do óleo via fumigação. Este achado pode ser justificado pelas



concentrações desses componentes no óleo essencial de alecrim (57,8% combinados) e principalmente em função da sua interação sinérgica (Tak; Jovel; Isman, 2016).

Em um estudo sobre a toxicidade de óleos essenciais isolados de três espécies de artemisia e alguns de seus principais componentes ao caruncho-do-trigo *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), foram analisados em 3, 6 e 12 horas os seguintes componentes: 1,8-cineol, cânfora, terpinen-4-ol, terpineol, borneol e acetato de bornila. Após as análises, os resultados apontaram que os compostos estudados apresentam vários graus de mortalidade de *S. granarius*, sendo que quanto maior a dose e o tempo de exposição maior foi a mortalidade. A mortalidade total dos adultos *S. granarius* foi alcançada em dose de 1 µL/L de acetato de bornila, cânfora e terpineol (Kordali *et al.*, 2006).

Em testes de fumigação com a utilização de óleo essencial de jatobá *Hymenaea courbaril* (L.) (Fabaceae) foi identificada a sua toxicidade sobre *T. urticae*, causando respostas fisiológicas e comportamentais, pois ocorreu aumento na mortalidade devido ao aumento da concentração do óleo, logo, houve diminuição na oviposição. Nas concentrações de 10 µL/mL ocorreu redução de 40% na fecundidade, já nas concentrações de 20 e 25 µL/mL houve redução na fecundidade de 26,8 e 18,4%, respectivamente (Mercês *et al.*, 2018).

Avaliando o efeito do óleo essencial de erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* (L.) (Chenopodiaceae) em fêmeas de até 24 horas de idade de *T. urticae*, houve redução no número de ovos depositados em função do aumento da concentração de óleo essencial. A média de oviposição verificada na testemunha foi de 58 ovos, enquanto na concentração de 10% do óleo verificou-se um total de 18 ovos, representando uma redução de 69%. Na maior concentração do óleo essencial foram observados menos ovos, isso ocorreu devido a menor quantidade de fêmeas vivas nesta concentração. Entretanto, a ação tóxica do óleo pode ter tido efeito de deterrência de oviposição sobre os ácaros que sobreviveram, fazendo com que ocorra redução populacional da praga na próxima geração (Paes *et al.*, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos majoritários encontrados no óleo essencial de alecrim foram cânfora, 1,8-cineol, α -pineno e β -mirceno. O óleo essencial de alecrim apresentou atividade acaricida no teste de fumigação. As maiores taxas de mortalidade e de redução de fecundidade das fêmeas de ácaro-rajado foram nas concentrações de 15 e 20 µL/L, com pico de mortalidade em 72 horas.

5. REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured, 2007.

AGROFIT. **Agricultura**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2024. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 23 mai. 2024.



ALONSO-ESTEBANAN, J. I. *et al.* Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) seeds. **Industrial Crops & Products**, v. 134, p. 154-159, 2019.

APROLÚPULO. **Nosso personagem principal**: o lúpulo. Lages: Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo, 2023. Disponível em: <https://www.aprolupulo.com.br/cultivo>. Acesso em: 29 jun. 2023.

AROKIYARAJ, C.; BHATTACHARYYA, K.; REDDY, S. G. E. Toxicity and synergistic activity of compounds from essential oils and their effect on detoxification enzymes against *Planococcus lilacinus*. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1-14, 2022.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BOIX, Y. F. *et al.* Volatile compounds from *Rosmarinus officinalis* L. and *Baccharis dracunculifolia* DC. Growing in southeast coast of Brazil. **Química Nova**, v. 33, n. 2, p. 255-257, 2010.

BORN, F. de S. *et al.* Atividade acaricida do óleo essencial de folhas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009. p. 1-3.

BRITO, H. M. *et al.* Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius alatus* de leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 4, p. 500-505, 2006.

CASTRO, N. E. A. *et al.* Avaliação de rendimento e dos constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook colhidas em diferentes municípios de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 1, p. 70-75, 2008.

CHOI, W. I. *et al.* Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 553-558, 2004.

CUTRIM, E. S. M. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais e extratos hidroalcoólicos de *Zingiber officinale* (Gengibre) e *Rosmarinus officinalis* (Alecrim). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 60-81, 2019.

DAYAN, F. E.; CANTRELL, C. L.; DUKE, S. O. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 12, p. 4022-4034, 2019.

DE AVILA, L. M. *et al.* Análise da composição química do óleo essencial de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. coletada no verão em dois sítios geomorfológicos distintos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 9, p. 9711-9730, 2023.

EHLERT, P. A. D. *et al.* Influência do horário de colheita sobre o rendimento e composição do óleo essencial de erva-cidreira brasileira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 72-77, 2013.

EZEQUIÉL, T. T. **Desenvolvimento do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) influenciado por adubação potássica e kali muriaticum em Pedras Grandes/SC**. 2022. 54 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2022.



- FERNANDEZ, P. S. C. **Ácaro e insetos associados a variedades de lúpulo em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro**. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.
- FORTUNA, C. G. **Desempenho agrônômico e fitoquímico de variedades de lúpulo produzidas em condições tropicais sob manejo orgânico e convencional**. 2021, 89 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita Filho”, Botucatu, 2021.
- GENT, H. G. *et al.* **Field guide for integrated pest management in hops**. 2. ed. Oregon State University, University of Idaho, USDA Agricultural Research Service, Washington State University, 2010. p. 1-90.
- GUIMARÃES, B. P.; EVARISTO, R. B. W.; GHESTI, G. F. Prospecção tecnológica de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) e suas aplicações com ênfase no mercado cervejeiro brasileiro. **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 3, p. 858-872, 2021.
- JÚNIOR, M. M. DA S. *et al.* Condições ambientais e horário da coleta influenciam na produção do óleo essencial das folhas de *Lippia sidoides* no litoral cearense. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. 1-8, 2022.
- KORDALI, S. *et al.* Toxicity of essential oils isolated from three Artemisia species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Industrial Crops and Products**, v. 23, n. 2, p. 162-170, 2006.
- MAPA. **Lúpulo no Brasil: perspectivas e realidades**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arquivos/livro_lupulo-no-brasil-perspectivas-e-realidade_baixa_semamarcacao.pdf. Acesso em: 27 jun. 2023.
- MATTANA, R. S. *et al.* Efeitos de diferentes tempos de extração no teor e composição química do óleo essencial de folhas de pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 150-156, 2015.
- MERCÊS, P. F. F. das. *et al.* Caracterização fitoquímica e avaliação do potencial acaricida e inseticida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. var. courbaril sobre o ácaro-rajado e o gorgulho do milho. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 4, p. 417-428, 2018.
- MIRESMAILLI, S.; BRADBURY, R.; ISMAN, M. B. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. **Pest Management Science**, v. 62, n. 4, p. 366-371, 2006.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. **Holos**, n. 1, p. 1-288. 2008.
- MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4050- S4063, 2009.
- OLIVEIRA, A. C. de.; PINTO, L. F. R.; PAUMGARTTEN, J. R. P. Inibição in vitro da CYP2B1 monooxigenase por β -mirceno e outros compostos monoterpênicos. **Toxicology Letters**, v. 92, n. 1, p. 39-46, 1997.



- OUSSALAH, M. *et al.* Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 414-420, 2007.
- 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 Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 346-354, 2015.
- PARK, Y. L.; TAK, J. H. Chapter 6 - Essential Oils for Arthropod Pest Management in Agricultural Production Systems. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, **Academic Press**, v. 1, p. 61-70. 2016.
- PINTO, A. R. J. *et al.* The study of behavioral response and control effectiveness of the *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera: Curculionidae) and different concentrations of essential oils. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: Abrapós, 2006. p. 829-8249.
- RIBEIRO, D. S. *et al.* Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 687-696, 2012.
- RYAN, M. F.; BYRNE, O. Plant insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, n. 10, p. 1965-1975, 1988.
- SANTOS, A. C. C. **Óleo essencial de *Cymbopogon martinii* e seu constituinte majoritário geraniol: influência na mortalidade e comportamento de *Apis mellifera* (apidae)**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- SCHWENGBER, I. **Santa Catarina prevê safra de 10 toneladas de lúpulo**. Florianópolis: EPAGRI, fev. 2022. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/02/25/santa-catarina-preve-safra-de-10-toneladas-de-lupulo/>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- SOUZA, L. P. *et al.* Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 160-166, 2015.
- TAK, J. H.; JOVEL, E.; ISMAN, M. B. Comparative and synergistic activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil constituents against the larvae and an ovarian cell line of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v. 72, n. 3, p. 474-80, 2016.
- WURLIETZER, W. B. *et al.* *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) em cultivo de lúpulo *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil - primeiro relato de ocorrência. **Entomological Communications**, v. 3, p. 1-3, 2021.

Submetido em: **29/10/2023**

Aceito em: **17/06/2024**