

TERPENOS DE *SCHINUS* SPP. COMO UM ARSENAL NATURAL CONTRA VETORES E DOENÇAS CRÔNICAS

Mariela Maldonado^{1,2}, Juan Ignacio González Pacheco¹, Mirta Posetto³, Paola Yacanto³,
Silvia Miro Erdmann³, Rerisson do Nascimento Alves⁴

¹Laboratório de Tratamento de Alimentos e Esgoto (LATE), Departamento de Engenharia
Química, UTN FRM, Mendoza, Argentina (marielabeatriz1972@yahoo.com.ar)

²Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica (CONICET), Argentina

³Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis,
Villa Mercedes, San Luis, Argentina

⁴Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso 882, Campina Grande,
PB, Brasil

Resumo: O gênero *Schinus* (Anacardiaceae) constitui uma fonte subaproveitada de óleos essenciais ricos em terpenos, com atividades antimicrobiana, antioxidante, inseticida-repelente e antitumoral documentadas. Este trabalho revisa e sintetiza as propriedades bioinseticidas e bioativas de *S. molle*, *S. areira* e *S. terebinthifolia*, enfatizando sua eficácia como repelentes de mosquitos vetores (*Aedes aegypti*, *Culex pipiens*) e seu potencial para prevenção de doenças crônicas como câncer e doenças neurodegenerativas. Os resultados evidenciam que os terpenos majoritários, α -pineno, limoneno, β -cariofileno e germacreno D, exercem efeitos sinérgicos que posicionam o *Schinus* como alternativa sustentável aos inseticidas sintéticos e como recurso nutracêutico de grande valor.

Palavras-chave: *Schinus*; terpenos; repelente de mosquitos; atividade inseticida; bioativos naturais

INTRODUÇÃO

O gênero *Schinus*, pertencente à família Anacardiaceae, compreende cerca de 40 espécies nativas da América do Sul, entre as quais se destacam *Schinus molle* L. (pimenta-rosa ou aguaribay), *Schinus areira* L. e *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira-da-praia) (Zapater et al., 2018). Estas espécies apresentam notável resiliência ecológica, prosperando em ambientes áridos, semiáridos e submetidos a condições climáticas extremas como secas prolongadas, altas temperaturas e solos empobrecidos, o que as torna recursos de particular interesse em um contexto de mudanças climáticas (Belhoussaine et al., 2022). Sua ampla distribuição geográfica, abrangendo Europa mediterrânea, América do Norte temperada, África, Ásia e Oceania, reflete uma plasticidade ecofisiológica sem precedentes entre as Anacardiaceas sul-americanas (Scalvenzi et al., 2024).

Os óleos essenciais (OEs) extraídos de folhas, frutos e cascas do *Schinus* são reconhecidos pela U.S. Food and Drug Administration (FDA) como aditivos alimentares naturais (GRAS), o que representa um importante aval regulatório para suas aplicações nutracêuticas e farmacológicas (Osés et al., 2025).

Do ponto de vista fitoquímico, esses OEs são compostos predominantemente por monoterpenos (C₁₀) como α -pineno, limoneno e α -felandreno, e sesquiterpenos (C₁₅) como β -cariofileno, germacreno D e espatulenol, cujas concentrações variam segundo a espécie, o órgão vegetal, a origem geográfica e a estação de colheita (Guimarães; Serafini; Quintans-Júnior, 2014; Sampietro et al., 2014). Esta diversidade química confere ao gênero um amplo espectro de atividades biológicas, que incluem propriedades antimicrobiana, antifúngica, antioxidante, inseticida, repelente, antiviral, antitumoral e neuroprotetora.

Em um cenário de crescente resistência de vetores aos inseticidas sintéticos e de busca por alternativas sustentáveis no manejo integrado de pragas, os produtos naturais derivados de *Schinus* spp. emergem como candidatos estratégicos (De Oliveira Barbosa Bitencourt et al., 2022). Paralelamente, a crescente incidência de doenças transmitidas por vetores como dengue, zika e chikungunya, vinculadas à expansão do *Aedes aegypti*, exige soluções eficazes e ambientalmente compatíveis (Herrera-Calderon et al., 2022). O presente trabalho tem como objetivos: (i) revisar e sistematizar as evidências científicas sobre a atividade bioinseticida e repelente de *Schinus* spp. contra mosquitos e outros insetos vetores; (ii)

analisar o potencial bioativo de seus terpenos frente a doenças crônicas de relevância global; e (iii) discutir perspectivas de valorização biotecnológica desta espécie como recurso natural sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo constitui uma revisão narrativa e sistemática da literatura científica publicada nos últimos quinze anos (2010-2025) sobre as propriedades biológicas de espécies do gênero *Schinus*. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Web of Science, Scopus, PubMed e SciELO, utilizando os descritores: "*Schinus molle*", "*Schinus terebinthifolia*", "*Schinus areira*", "essential oil", "insecticidal", "repellent", "mosquito", "terpenes", "anticancer", "neuroprotection", "antioxidant", combinados com operadores booleanos (AND, OR).

Os critérios de inclusão contemplaram artigos originais, revisões sistemáticas e capítulos de livros publicados em inglês, português ou espanhol, que avaliassem atividades biológicas de extratos, óleos essenciais ou compostos isolados de espécies de *Schinus*. Foram excluídos estudos sem dados de concentração efetiva ou sem identificação química dos compostos. A triagem foi realizada em duas etapas: análise de títulos e resumos, seguida de leitura completa dos textos selecionados. A síntese dos dados foi organizada segundo as categorias de atividade biológica: (i) inseticida e repelente, (ii) antimicrobiana e antifúngica, (iii) antioxidante, (iv) antiviral, (v) antitumoral e (vi) neuroprotetora. A composição química dos OEs foi analisada com base em dados de CG-MS reportados na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Composição Química dos Óleos Essenciais de *Schinus* spp.

A composição terpênica dos óleos essenciais de *Schinus* é marcada por notável diversidade inter- e intraespecífica. Em *S. molle*, os monoterpenos dominam o perfil volátil, com α -pineno (20–44,9%), β -pineno (10–36,3%) e limoneno como constituintes majoritários, enquanto os sesquiterpenos cubenol (27,1%), óxido de cariofileno (15,3%) e espatulenol (12,4%) conferem ao óleo características farmacológicas de amplo espectro (Dos Santos Cavalcanti et al., 2015; Malca-García et al., 2017). O óleo essencial de sementes de *S. molle* (SMEO) identificado por (Oses et al., 2025) revelou 25 compostos distintos, representando 98,4% da composição total, com α -felandreno (34%), β -mirceno (23%), limoneno (13%) e β -felandreno (7%) como principais constituintes (Tabela 1).

Em *S. terebinthifolia*, os monoterpenos representam 80,65% em frutos imaturos, dominados por limoneno (37,49%), δ -3-careno (19,79%) e silvestreno

(13,83%), enquanto nos frutos maduros o δ -3-careno (46,67%) e o α -pineno (14,98%) se tornam preponderantes (Jeribi et al., 2014; Nenaah et al., 2022). Em *S. areira*, α -felandreno (18,8–31,83%), limoneno (9,6–30,78%) e β -mirceno (4,4–19,32%) constituem os monoterpenos dominantes, com considerável variação quimiotípica entre populações argentinas de diferentes províncias (Sampietro et al., 2014). Fatores como estação do ano, altitude, composição edáfica e contaminação por metais pesados modulam significativamente a biossíntese terpênica, afetando tanto o rendimento quanto a atividade biológica dos óleos obtidos (Guimarães; Serafini; Quintans-Júnior, 2014; Ribeiro et al., 2019).

Tabela 1. Composição terpênica e atividades biológicas principais de *Schinus* spp.

Espécie	Parte vegetal	Terpenos majoritários	Atividade destacada
<i>S. molle</i>	Folhas/Frutos	α -pineno, limoneno, β -pineno, espatulenol	Repelente, inseticida, antitumoral, neuroprotetora
	Sementes	α -felandreno (34%), β -mirceno (23%), limoneno (13%)	Antibacteriana, antioxidante, antitumoral
<i>S. terebinthifolia</i>	Frutos	Limoneno, δ -3-careno, α -pineno	Larvicida contra <i>Culex pipiens</i> , antiviral
<i>S. areira</i>	Folhas/Frutos	α -felandreno, limoneno, β -mirceno, β -cariofileno	Repelente, inseticida, antioxidante
<i>S. weinmannifolius</i>	Folhas	Linalool (primavera), γ -elemeno (inverno)	Antifúngica, antimicrobiana

2. Atividade Inseticida e Repelente contra Mosquitos e Outros Vetores

A atividade inseticida e repelente dos óleos essenciais de *Schinus* spp. é uma das propriedades mais extensamente documentadas. *S. molle* apresenta repelência de até 85% frente a *Tribolium castaneum* e *Trogoderma granarium* a 1000 μ L/mL, com taxa de mortalidade superior a 80% (Abdel-Sattar et al., 2010). Em estudos comparativos recentes, Baccari et

al. (2024) confirmaram repelência de até 96% com óleos e resinas de *S. molle*, atingindo níveis comparáveis aos de inseticidas sintéticos de referência. A inibição in vitro da acetilcolinesterase (AChE), suportada por análises de ancoramento molecular (docking) e Teoria do Funcional da Densidade (DFT), elucidou as interações entre germacreno D e eudesmol com o sítio ativo da enzima, explicando a neurotoxicidade dos compostos.

No contexto de controle de mosquitos vetores de doenças, o óleo essencial de *S. terebinthifolia* em nanoemulsão (30 µL/L) induziu 100% de mortalidade larval de *Culex pipiens* em 24 horas (Nenaah et al., 2022). Herrera-Calderon et al. (2022) demonstraram, mediante GC-MS e estudos in silico com proteína ligante de hormônio juvenil de mosquito (mJHBP) de *Aedes aegypti*, que os componentes voláteis de *S. molle*, particularmente α -pineno e limoneno, apresentam afinidade de ligação significativa ao receptor hormonal do mosquito, sugerindo um mecanismo de ação disruptivo do desenvolvimento larval. De Castro Oliveira et al. (2022) reportaram eficácia de *S. molle* no manejo de larvas de *Culex quinquefasciatus*, vetor da filariose linfática. De Oliveira Barbosa Bitencourt et al. (2022) demonstraram que a combinação do OE de *S. molle* com fungos entomopatogênicos produz efeito sinérgico sobre larvas de *Aedes aegypti*, abrindo perspectivas para o Manejo Integrado de Vetores (Figura 1).

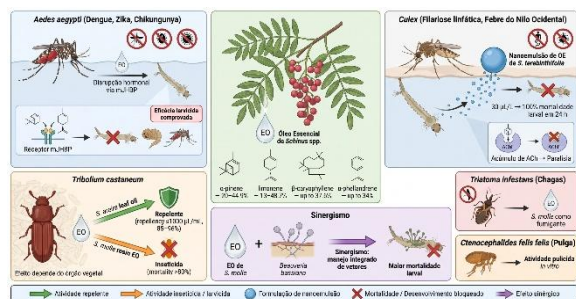


Figura 1. Atividade bioinseticida e repelente dos óleos essenciais de *Schinus* spp. contra vetores de doenças e pragas de armazenamento. Os terpenos majoritários (α -pineno, limoneno, β -cariofileno, α -felandreno) atuam mediante inibição de acetilcolinesterase (AChE), disruptão do hormônio juvenil (mJHBP) e sinergismo com agentes entomopatogênicos, com eficácia larvicida de 100% em nanoemulsão (30 µL/L/24 h) contra *Culex* spp. e repelência de até 96% contra *Tribolium castaneum*.

Setas verdes: atividade repelente; setas laranjas: atividade inseticida/larvicida; esfera azul: nanoemulsão; X vermelho: mortalidade; seta roxa: efeito sinérgico.

Para *S. areira*, o óleo essencial de folhas (rico em α -felandreno, 28,5%) exerceu efeito repelente sobre larvas de *T. castaneum*, ao passo que o óleo de frutos atuou como atraente na mesma concentração, evidenciando que o órgão vegetal determina o tipo de resposta comportamental induzida no inseto (Abdel-Sattar et al., 2010; Baccari et al., 2024; Descamps; Sánchez Chopa; Ferrero, 2011; Descamps et al., 2019). A Tabela 2 sintetiza as principais espécies-alvo e os valores de eficácia reportados na literatura.

Tabela 2. Atividade inseticida e repelente de *Schinus* spp. contra insetos de importância sanitária e agrícola.

Espécie <i>Schinus</i>	Espécie-alvo	Atividade	Eficácia reportada	Referência
<i>S. molle</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	Inseticida/Repelente	Mortalidade >80%; repelência 85-96%	(Abdel-Sattar et al., 2010; Baccari et al., 2024)
	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Larvicida	CL ₅₀ µg/mL (folhas, α -pineno)	(De Castro Oliveira et al., 2022)
	<i>Aedes aegypti</i>	Larvicida + disruptor JH	Ligação mJHBP in silico	(Herrera-Calderon et al., 2022)
<i>S. molle</i> + fungo entomopatogênico	<i>Aedes aegypti</i> larvas	Sinergismo biológico	Redução larval significativa	(De Oliveira Barbosa Bitencourt et al., 2022)
<i>S. terebinthifolia</i>	<i>Culex pipiens</i>	Larvicida (nanoemulsão)	100% mortalidade a 30 µL/L em 24 h	(Nenaah et al., 2022)
	<i>Bemisia tabaci</i>	Inseticida	Alta eficácia in vitro	
<i>S. molle</i>	<i>Ctenocephalides felis felis</i>	Pulicida	Eficácia comprovada in vitro	(De Batista et al., 2016)

Espécie <i>Schinus</i>	Espécie-alvo	Atividade	Eficácia reportada	Referência
<i>S. areira</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	Repelente (folhas)	Comportamento repelente larval	(Descamps; Sánchez Chopa; Ferrero, 2011)
<i>S. molle</i>	<i>Triatoma infestans</i>	Fumigante	Atividade biológica comprovada	(Ferrero; Werding; González; Sánchez Chopa, 2006)

3. Atividades Antimicrobiana e Antifúngica

A atividade antimicrobiana dos extratos e óleos essenciais de *Schinus* é consistentemente reportada como uma das propriedades mais robustas do gênero. O OE de sementes de *S. molle* demonstrou notável atividade antibacteriana com Concentração Inibitória Mínima (CIM) de 2 µg/mL frente a *Bacillus cereus*, e de 32,5 µg/mL contra *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis* e *S. Typhimurium* (Oses et al., 2025). Extratos etanólicos de *S. terebinthifolia* foram ativos contra *Escherichia coli* com CIM de 78 µg/mL, enquanto o OE desta espécie exibiu atividade fungistática promissora contra diversas espécies de *Candida* (Da Silva Luz, 2017; Da Silva et al., 2017; Patočka; De Almeida, 2017). O extrato aquoso foliar de *S. weinmannifolius* mostrou forte atividade antifúngica contra *Candida albicans* com CIM de 1,95 µg/mL (Andrade et al., 2025; Hernandez et al., 2014). Os mecanismos envolvem disrupção de membranas celulares, inibição de enzimas virulência, supressão de biofilmes e inibição de até 95% do crescimento in vitro de fungos fitopatogênicos como *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.* e *Colletotrichum gloeosporioides* (Leite et al., 2026).

4. Atividade Antioxidante e Neuroprotetora

Os óleos essenciais de *S. molle* exibem potente capacidade antirradical e quelante de metais, com IC₅₀ de 28 µg/mL no ensaio DPPH e atividade comprovada nos ensaios ABTS e quelação de Fe/Cu (Martins et al., 2014; Oses et al., 2025). Uma alta razão α/β-pineno correlaciona-se com maior atividade antioxidante (IC₅₀ 42 µg/mL em DPPH), indicando o potencial desses compostos como marcadores de qualidade botânica. Em nível celular, extratos ricos em terpenos de *S. molle* ativam a via Nrf2/ARE, promovendo a regulação positiva de enzimas citoprotetoras como heme oxigenase-1 (HO-

1), superóxido dismutase (SOD) e NQO1, com redução dos biomarcadores oxidativos MDA e 8-OHdG, mecanismo relevante para a neuroproteção (Ardizzone et al., 2024; Kim et al., 2021).

No campo da neuroproteção, α-pineno e limoneno atenuaram significativamente a morte celular induzida pela neurotoxina MPP⁺ em células SH-SY5Y (modelo de Parkinson in vitro), enquanto β-cariofileno, como agonista seletivo CB2, melhorou a coordenação motora e reduziu a perda de neurônios dopaminérgicos da substância negra em modelo murino de Parkinsonismo induzido por MPTP, com taxas de melhora superiores a 40% nos testes rotarod e pole test (Belhoussaine et al., 2022; García-Gutiérrez et al., 2025). A inibição da acetilcolinesterase por frações resinosas de *S. molle* reforça o potencial colinérgico do óleo, com implicações para memória e atenção sustentada (Baccari et al., 2024) (Figura 2).

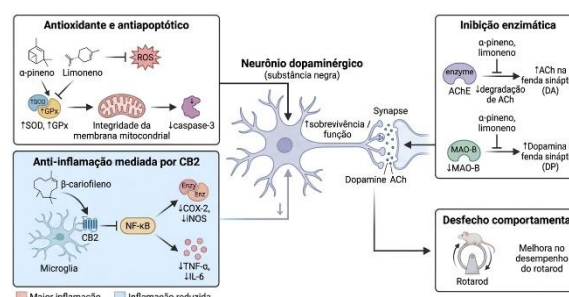


Figura 2. Mecanismos neuroprotetores dos terpenos de *Schinus* spp. no neurônio dopaminérgico da substância negra. (Superior esquerdo) α-pineno e limoneno exercem ação antioxidante e antiapoptótica mediante ativação de SOD e GPx, preservação da integridade da membrana mitocondrial e redução da ativação de caspase-3. (Inferior esquerdo) β-cariofileno atua como agonista do receptor canabinóide CB2 na microglia, inibindo NF-κB e suprimindo a expressão de mediadores inflamatórios (COX-2, iNOS, TNF-α, IL-6). (Superior direito) α-pineno e limoneno inibem acetilcolinesterase (AChE) e monoaminoxidase B (MAO-B), elevando os níveis sinápticos de acetilcolina (ACh) e dopamina (DA), respectivamente. (Inferior direito) O conjunto dessas ações se traduz em melhora do desempenho motor no teste rotarod em modelos murinos de parkinsonismo. As cores indicam o estado inflamatório, rosa: maior inflamação; azul: inflamação reduzida.

5. Atividade Antitumoral

Os terpenos de *Schinus* demonstraram atividade antitumoral mediante múltiplos mecanismos. α-Pineno, presente em *S. molle*, contribui para a atividade citotóxica contra células MCF-7 (adenocarcinoma de mama) com IC₅₀ do óleo integral variando entre 25-50 µg/mL (Belhoussaine et al.,



2022; Sánchez-Mendoza et al., 2022). Limoneno exibe atividade notável contra células de carcinoma de cólon (HCT-116) e adenocarcinoma cervical (HeLa) via bloqueio do ciclo celular na fase G₁/S (Keshari et al., 2025; Vignini; Alghamdi, 2025). β-Cariofileno e óxido de cariofileno induzem apoptose pela via mitocondrial intrínseca, com despolarização de membrana mitocondrial, liberação de citocromo c e ativação de caspase-3/7, e inibem a translocação nuclear do NF-κB, suprimindo genes antiapoptóticos e pró-inflamatórios (Mansour et al., 2022; Oses et al., 2025). Em modelo murino de câncer de mama, o OE de *S. molle* inibiu significativamente o crescimento tumoral sem sinais de toxicidade aguda (Lamboro; Mengistu; Hordofa, 2020). β-Cariofileno demonstrou ainda efeito sinérgico com 5-fluorouracil (5-FU), sensibilizando células de câncer de cólon ao quimioterápico (Ezez et al., 2025).

6. Atividade Antiviral e Outras Bioatividades

S. terebinthifolia demonstrou atividade antiviral frente ao vírus Influenza A/PR/8/34 com IC₅₀ de 2,21 µg/mL, valor superior ao da ácido gálico isolado (IC₅₀ = 4,35 µg/mL) (Nopkuesuk et al., 2025). Frente ao herpes simplex vírus tipo 1 (HSV-1), extratos desta espécie inibiram a replicação viral em cepas sensíveis e resistentes ao aciclovir, com EC₅₀ de 2,00-14,20 µg/mL a concentrações não citotóxicas (Nocchi et al., 2017). O OE de *S. molle* apresentou IC₅₀ de 48,06 µg/mL contra HSV-1 (Romeilah; Fayed; Mahmoud, 2016). Extratos de *S. terebinthifolia* também exibiram potencial inibitório sobre o vírus Zika in vitro (Oliveira et al., 2020), reforçando o potencial antiviral do gênero contra arboviroses emergentes. Adicionalmente, terpenos de *Schinus* exercem atividade antidiabética mediante inibição da α-glicosidase, efeito cardioprotetor por redução do estresse oxidativo miocárdico, e atividade antiulcerogênica, constituindo um arsenal metabólico de excepcional amplitude terapêutica.

7. Inovações Biotecnológicas: Nanoformulações e Sistemas de Liberação Controlada

Uma das limitações históricas dos óleos essenciais para aplicação prática reside em sua alta volatilidade, instabilidade frente à luz e calor, e curta persistência in situ. Avanços recentes em nanotecnologia verde têm superado essas barreiras mediante o desenvolvimento de nanoemulsões, microcápsulas biodegradáveis e nanocompósitos poliméricos à base de quitosana ou amido (Sarmah et al., 2025; Wei et al., 2025). Nenaah et al. (2022) demonstraram que a nanoemulsão de OE de *S. terebinthifolia* a 30 µL/L induziu 100% de mortalidade larval de *Culex pipiens* em 24 horas, desempenho amplamente superior ao do óleo não formulado. López et al. (2014) relataram que a microencapsulação do OE de *S. molle* com maltodextrina e goma arábica prolongou

significativamente a estabilidade e a atividade inseticida. Chávez-Magdaleno et al. (2018) incorporaram o OE de *S. molle* em nanocompósitos de quitosana para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em abacate pós-colheita, reduzindo significativamente as taxas de infecção e a perda de firmeza do fruto. Estes avanços posicionam os OEs de *Schinus* como ingredientes de alto potencial para biopesticidas de nova geração, com aplicações compatíveis com os programas de Manejo Integrado de Pragas e os marcos regulatórios emergentes da FAO, EPA e EFSA.

CONCLUSÃO

O gênero *Schinus* representa uma fonte fitobioquímica estratégica e subutilizada, cujos óleos essenciais e terpenos constituem um arsenal bioativo de amplo espectro com relevância para a saúde pública, a agricultura sustentável e a indústria farmacêutica. A atividade inseticida e repelente documentada contra mosquitos vetores de dengue, zika, chikungunya e malária, especialmente *Aedes aegypti* e *Culex* spp., posiciona *Schinus* como alternativa ecologicamente compatível e tecnicamente viável aos inseticidas sintéticos. A convergência entre atividades antioxidante, antitumoral, neuroprotetora, antiviral e antimicrobiana de seus terpenos majoritários (α-pineno, limoneno, β-cariofileno, germacreno D) revela o potencial desta espécie como recurso nutracêutico e medicinal ainda amplamente inexplorado. O desenvolvimento de nanoformulações à base de OEs de *Schinus* representa uma via promissora para superar limitações de estabilidade e biodisponibilidade, abrindo caminho para produtos de nova geração no manejo integrado de vetores e no tratamento complementar de doenças crônicas. Estudos futuros devem priorizar a padronização de protocolos de extração, a caracterização molecular de sintases terpênicas, ensaios clínicos de fase I/II e a harmonização regulatória internacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) e à Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza (UTN FRM) pelo apoio institucional e financeiro.

REFERÊNCIAS

ABDEL-SATTAR, Essam *et al.* Chemical composition, insecticidal and insect repellent activity of *Schinus molle* L. leaf and fruit essential oils against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*. **Natural Product Research**, v. 24, n. 3, p. 226–235, fev. 2010.

ANDRADE, João *et al.* Chemical Composition, Biocompatibility, and Anti-Candida albicans Activity



of *Schinus weinmanniifolia* Mart. ex Engl.

Pathogens **2025**, Vol. **14**, Page **799**, v. 14, n. 8, p. 799, 9 ago. 2025.

ARDIZZONE, Alessio *et al.* Rebalancing NOX2/Nrf2 to limit inflammation and oxidative stress across gut-brain axis in migraine. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 213, p. 65–78, 1 mar. 2024.

BACCARI, Wiem *et al.* *Schinus molle* Resin Essential Oil as Potent Bioinsecticide Against *Tribolium castaneum*: Chemical Profile, In Vitro Acetylcholinesterase Inhibition, DFT Calculation and Molecular Docking Analysis. **Biomolecules** **2024**, Vol. **14**, Page **1464**, v. 14, n. 11, p. 1464, 18 nov. 2024.

BELHOUSSEINE, Oumayma *et al.* Chemical Composition, Antioxidant, Insecticidal Activity, and Comparative Analysis of Essential Oils of Leaves and Fruits of *Schinus molle* and *Schinus terebinthifolius*. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, 2022.

CHÁVEZ-MAGDALENO, Mireya Esbeiddy *et al.* Effect of pepper tree (*Schinus molle*) essential oil-loaded chitosan bio-nanocomposites on postharvest control of *Colletotrichum gloeosporioides* and quality evaluations in avocado (*Persea americana*) cv. Hass. **Food science and biotechnology**, v. 27, n. 6, p. 1871–1875, 1 dez. 2018.

DA SILVA LUZ, Cintia Luiza. Filogenia e sistemática de *Schinus* L. (Anacardiaceae), com revisão de um clado endêmico das matas nebulares andinas. 3 jul. 2017.

DA SILVA, Marciane M. *et al.* *Schinus terebinthifolius*: phenolic constituents and in vitro antioxidant, antiproliferative and in vivo anti-inflammatory activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 4, p. 445–452, 2017.

DE BATISTA, Lilian C. S. O. *et al.* In vitro efficacy of essential oils and extracts of *Schinus molle* L. against *Ctenocephalides felis felis*. **Parasitology**, v. 143, n. 5, p. 627–638, 1 abr. 2016.

DE CASTRO OLIVEIRA, Júlia Assunção *et al.* E ugenia uniflora, *Melaleuca armillaris*, and *Schinus molle* essential oils to manage larvae of the filarial vector *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 23, p. 34749–34758, 1 maio 2022.

DE OLIVEIRA BARBOSA BITENCOURT, Ricardo *et al.* Entomopathogenic fungi and *Schinus molle*

essential oil: The combination of two eco-friendly agents against *Aedes aegypti* larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 194, p. 107827, 1 out. 2022.

DESCAMPS, Lilian R.; SÁNCHEZ CHOPA, Carolina; FERRERO, Adriana A. Activity of *Schinus areira* (Anacardiaceae) essential oils against the grain storage pest *Tribolium castaneum*. **Natural Product Communications**, v. 6, n. 6, p. 887–891, 1 jun. 2011.

DESCAMPS, Lilian Renée *et al.* Actividad biológica de extractos vegetales de *Schinus molle* var. *Areira* (Anacardiaceae) en *Tribolium castaneum* Herbst. (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae), plaga de grano almacenado. 2019.

DOS SANTOS CAVALCANTI, Adriano *et al.* Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 356–362, 1 jul. 2015.

EZEZ, Dessie *et al.* Phytochemical and bioactivity characterization of *Schinus molle* L. leaf extracts. **International Journal of Food Properties**, v. 28, n. 1, 31 dez. 2025.

FERRERO, A. A.; WERDIN GONZÁLEZ, J. O.; SÁNCHEZ CHOPA, C. Biological activity of *Schinus molle* on *Triatoma infestans*. **Fitoterapia**, v. 77, n. 5, p. 381–383, 1 jul. 2006.

GARCÍA-GUTIÉRREZ, María S. *et al.* A comprehensive review of the multifaceted role of cannabinoid receptor type 2 in neurodegenerative and neuropsychiatric disorders. **Pharmacological Research**, v. 213, 1 mar. 2025.

GUIMARÃES, A. G.; SERAFINI, M. R.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. **Terpenes and derivatives as a new perspective for pain treatment: A patent review. Expert Opinion on Therapeutic Patents**, 2014.

HERNANDES, Camila *et al.* Chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Schinus weinmannifolius* collected in the spring and winter. **Natural Product Communications**, v. 9, n. 9, p. 1383–1386, 1 set. 2014.

HERRERA-CALDERON, Oscar *et al.* GC-MS Profile, Antioxidant Activity, and In Silico Study of the Essential Oil from *Schinus molle* L. Leaves in the Presence of Mosquito Juvenile Hormone-Binding Protein (mJHBP) from *Aedes aegypti*. **BioMed**



Research International, v. 2022, n. 1, p. 5601531, 1 jan. 2022.

JERIBI, Chokri *et al.* Comparative Study of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Schinus terebinthifolius RADDI Fruits and Leaves Essential Oils. **International Journal of Science and Research**, 2014.

KESHARI, Amit K. *et al.* A new frontier: Terpenes in the fight against colon cancer. **ASPET Discovery**, v. 1, p. 100016, 1 jan. 2025.

KIM, Min Jeong *et al.* Analysis of the chemical, antioxidant, and anti-inflammatory properties of pink pepper (Schinus molle L.). **Antioxidants**, v. 10, n. 7, p. 1062, 1 jul. 2021.

LAMBORO, Tesfahun; MENGISTU, Melese; HORDOFA, Teshome Gonfa. Phytochemical Screening, Characterization of Essential Oil and Antimicrobial Activity of Schinus molle (Anacardiaceae) Collected from Eastern Hararghe, Ethiopia. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 3, n. 2, p. 305–305, 25 jul. 2020.

LEITE, Cleison *et al.* Schinus weinmanniifolia as a natural alternative for the control of skin infections: a multifactorial approach against methicillin-resistant Staphylococcus aureus. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 365, p. 121577, 28 jun. 2026.

LÓPEZ, A. *et al.* Insecticidal activity of microencapsulated Schinus molle essential oil. **Industrial Crops and Products**, v. 53, p. 209–216, fev. 2014.

MALCA-GARCÍA, Gonzalo Rodolfo *et al.* Constituents from the bark resin of Schinus molle. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, 2017.

MANSOUR, Rim Ben *et al.* Gastroprotective Effect of Microencapsulated Myrtus communis Essential Oil against Ethanol/HCl-Induced Acute Gastric Lesions. **Molecules** 2022, Vol. 27, v. 27, n. 5, 25 fev. 2022.

MARTINS, Maria Do Rosário *et al.* Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of Schinus molle L. essential oils. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 151, n. 1, p. 485–492, 10 jan. 2014.

NENAAH, Gomah E. *et al.* The essential oil of Schinus terebinthifolius and its nanoemulsion and isolated monoterpenes: investigation of their activity against Culex pipiens with insights into the adverse

effects on non-target organisms. **Pest management science**, v. 78, n. 3, p. 1035–1047, 1 mar. 2022.

NOCCHI, Samara Requena *et al.* Antiviral Activity of Crude Hydroethanolic Extract from Schinus terebinthifolia against Herpes simplex Virus Type 1. **Planta Medica**, v. 234, n. 06, p. 509–518, 1 abr. 2017.

NOPKUESUK, Napapuch *et al.* Hydroethanolic extract of Schinus terebinthifolia as a promising source of anti-influenza agents: Phytochemical profiling, cheminformatics, molecular docking and dynamics simulations. **PLOS ONE**, v. 20, n. 6, p. e0324990, 1 jun. 2025.

OLIVEIRA, Monika B. S. *et al.* Schinus terebinthifolius Raddi extracts: From sunscreen activity toward protection of the placenta to Zika virus infection, new uses for a well-known medicinal plant. **Industrial Crops and Products**, v. 152, 2020.

OSÉS, Rómulo *et al.* Exploring the Bioactive Potential and Chemical Profile of Schinus molle Essential Oil: An Integrated In Silico and In Vitro Evaluation. **Plants** 2025, Vol. 14, Page 2449, v. 14, n. 15, p. 2449, 7 ago. 2025.

PATOČKA, Jiří; DE ALMEIDA, Joyce Diz. Brazilian Pepper Tree: Review of Pharmacology. **Military Medical Science Letters**, v. 86, n. 1, p. 32–41, 10 mar. 2017.

RIBEIRO, Vinícius Erlo *et al.* Enhanced essential oil and leaf anatomy of Schinus molle plants under lead contamination. **Industrial Crops and Products**, v. 132, p. 92–98, 1 jun. 2019.

ROMEILAH, Ramy M.; FAYED, Sayed A.; MAHMOUD, Ghada I. Antioxidant and Antiviral Activities of Essential Oils from Callistemon viminalis and Schinus molle L. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, p. 1982–1993, 2016.

SAMPIETRO, D. A. *et al.* Essential Oils from Schinus Species of Northwest Argentina: Composition and Antifungal Activity. **Natural Product Communications**, v. 9, n. 7, p. 1019–1022, 2014.

SÁNCHEZ-MENDOZA, María Elena *et al.* First Evidence of Gastroprotection by Schinus molle: Roles of Nitric Oxide, Prostaglandins, and Sulfhydryls Groups in Its Mechanism of Action. **Molecules**, v. 27, n. 21, 1 nov. 2022.



SARMAH, Kasturi *et al.* Innovative formulation strategies for botanical- and essential oil-based insecticides. **Journal of Pest Science**, v. 98, n. 1, p. 1–30, 1 jan. 2025.

SCALVENZI, Laura *et al.* Unleashing Nature's Pesticide: A Systematic Review of Schinus molle Essential Oil's Biopesticidal Potential. **Sustainability** 2024, Vol. 16, Page 10444, v. 16, n. 23, p. 10444, 28 nov. 2024.

VIGNINI, Arianna; ALGHAMDI, Abdullah A. A. D-Limonene Exhibits Antiproliferative Activity Against Human Colorectal Adenocarcinoma (Caco-2) Cells via Regulation of Inflammatory and Apoptotic Pathways. **Current Issues in Molecular Biology** 2025, Vol. 47, Page 370, v. 47, n. 5, p. 370, 18 maio 2025.

WEI, Ying *et al.* Nano-Enabled Insecticides for Efficient Pest Management: Definition, Classification, Synergistic Mechanism, and Safety Assessment. **Nanomaterials** 2025, Vol. 15, Page 1050, v. 15, n. 13, p. 1050, 6 jul. 2025.

ZAPATER, Maria A. *et al.* Clarificaciones nomenclaturales y circunscripción taxonómica de Schinus areira (Anacardiaceae) en Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 53, n. 4, p. 653–664, 10 dez. 2018.