

POTENCIALIDADES DEL ACEITE ESENCIAL DE *SCHINUS MOLLE L.*

Mariela Beatriz Maldonado^{1,2}, Gastón Gusmerini³, Diana Labuckas⁴, Juan Ignacio González Pacheco¹, Ariel Fernando Márquez¹, Oriana Ortega¹, Juan Manuel Alfano¹, Carla Zaragoza¹, Leonel Lisanti¹, Ramiro Meier¹, Walter Piran¹, Marcelo Mercaú¹.

¹ Laboratorio de Alimentos y Tratamiento de Efluentes (LATE), Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, C. Rodríguez 273, Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina
marielabeatriz1972@yahoo.com.ar

³ Investigador independiente, Córdoba, Argentina

⁴ Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Universidad Nacional de Córdoba e Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina

Resumen: El aguaribay es originario de la región andina, estando actualmente distribuido en Argentina (desde Jujuy hasta Río Negro). Esta especie era utilizada por los incas por sus numerosas propiedades medicinales y nutraceuticas. En este trabajo se ha caracterizado la composición del aceite esencial (AE) de la drupa de *Schinus molle* L. El AE fue extraído por destilación por arrastre de vapor. Los principales componentes del AE fueron caracterizados mediante Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas (GC-MS). En él se encontraron los siguientes componentes: α -pineno (22%), limoneno (19%), cariofileno (11%), β -pineno (8%), γ -gurjuneno (6%), 7-tetraciclo [6.2.1,0(3,8)0(3,9)] undecanol, 4,4,11,11-tetrametilo (5%), β -cadineno (4,11%), óxido de ledeno (4%), isoleveno y β -elemeno (3%), y finalmente δ -cadineno con 2% y otros. Estos compuestos terpénicos tienen potencial uso como remedio medicinal siendo antiinflamatorio, ansiolítico, antidepresivo, previene problemas renales y hepáticos, antioxidante, inmunoprotector y también utilizado como anticancerígeno, entre otros: También tiene potencial uso agente biocida. Estas propiedades lo hacen muy adecuado tanto para terapia médica como para el posible control de plagas y microorganismos, entre otras aplicaciones.

Palabras claves: *Schinus Molle* L, terpenos, uso medicinal, aditivo alimentario.

INTRODUCCIÓN

Schinus molle L. pertenece a la familia Anacardiaceae. Este árbol es conocido como "Aguaribay", "Molle" o "Falso árbol de pimienta". En Argentina, delimita su hábitat en el centro y norte de Argentina, indicando las provincias biogeográficas de Paranaense y Espinal. Las drupas de este árbol contienen un aceite esencial con un sabor cálido y picante que se utiliza como especia o condimento. En Argentina, se incluyó en la preparación de fernet y otras bebidas como ginebra, y también como condimento para comidas. En este caso la drupa es pequeña, esférico marrón perlada tal muestra la Figura 1.

Figura 1

Drupa de Schinus molle L.



Alonso (2015), informa que el aceite esencial (AE) de las drupas contiene numerosos terpenos como: α -bergamontranseno, bourboneno, α y δ -cadineno, α y γ -calacoreno, calameneno, canfeno, carvacrol, β -cariofileno, γ -copaeno, γ -cubebeno, p-cimeno, α y β -felandreno, α y β -pineno, α -terpineol, γ -terpineno, α y γ -muuroleno, etc. Se han reportado efectos medicinales debido a la presencia de terpenos como antiviral (Adamski & Adamska, 2021), diurético, antiséptico, analgésico, antioxidante y antiinflamatorio. El AE de *S. molle* L es reconocido como sustancia generalmente reconocida como “seguro para el hombre” por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos FDA (*Schinus molle* - ESO, GRAS - 182.20).

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación de especies

Se recolectaron hojas, flores y drupas en febrero de 2023 para su estudio taxonómico. El material fue recogido de árboles ubicados en el Parque Escolar Kumelen, Córdoba Ciudad, GPS -31.42305 - 64.117557. El material botánicamente identificado ha sido depositado en el Herbario MEN (Herbario de Mendoza) de la Facultad de Agricultura, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. La especie fue identificada como *Schinus molle* L. Anacardiaceae, por sus "drupas esféricas, rojizas al principio y finalmente marrones al completar la madurez".

Caracterización física de las drupas

Se caracterizó físicamente una pequeña muestra de 25 frutos. Se pesó con una balanza analítica OHAUS, y se midió el diámetro con un calibre de 1:20 mm. En base a esto, se calculó el área, el volumen, la densidad aparente y la esfericidad.

Obtención del aceite esencial

Se cosechó manualmente un lote de 37013 unidades de drupas de color marrón rojizo, provenientes de ocho árboles situados en el Parque Escolar Kumelen. De dicho lote se registró un peso de mil diez gramos, con un contenido de humedad entre el 20,78% α 0,28. Posteriormente, se molió el fruto para obtener un polvo fino de aproximadamente 25 micrones con molinillo coloidal. Se obtuvieron 45 ml de aceite esencial en 4 horas por hidrodestilación, y el AE resultante se separó mediante

un embudo separador y se almacenó en el congelador a una temperatura de $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el análisis cromatográfico.

Procesamiento de la muestra

La muestra se diluyó 1:600 con hexano PA y se colocó en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC-MS) [Clarus 580-SQ8, Perkin Elmer número de serie 648N7021501]. Se utilizó una columna: DB-5 [30 m, diámetro interno de 0,25 mm, grosor de película de 0,25 μm], marca Agilent. Las condiciones programadas en el GC-MS fueron: Gas portador: Helio a un flujo de 1 mL/min. Inyector: 250°C. Programa: Temperatura inicial 60°C (5 min), Ramp: 5°C/min hasta 240°C (10 min). La muestra se inyectó en modo Split con una relación de 1:20. Condiciones de masa: $m/z = 50$ a $m/z = 480$ (tiempo de escaneo: 0,2 s, tiempo entre escaneos: 0,1 s), con un retardo de disolvente de 5 min. Los datos se adquirieron utilizando el programa Turbo Mass 6.1. Los compuestos separados se identificaron comparando el TR y las masas con las de la base de datos.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La Tabla 1 muestra las medidas principales de los frutos. Los compuestos identificados se presentan en la Tabla 2. Se separaron 26 compuestos, de los cuales se identificaron 11 componentes, entre los que destacan (51%) α pineno, limoneno y cariofileno (21,88%; 19,80% y 10,63%, respectivamente). Entre los minoritarios (aproximadamente 36%) β pineno, γ -gurjuneno, β -cadineno, Tetracyclo [6.2.1.0(3.8)0(3.9)] undecanol, 4,4,11,11-tetrametil, ledeno, isoledeno. Los 15 restantes no pudieron ser identificados (y presentaron áreas menores al 2%). El detalle del cromatograma se presenta en el material suplementario.

Tabla 1*Características físicas de la drupa de Schinus Molle L*

Muestra	Promedio ± Desviación
Diámetro Eje A (mm)	4,59±0,25
Diámetro Eje B (mm)	4,24±0,27
Diámetro Eje C (mm)	4,29±0,27
Masa (g)	0,027±0,01
Área calculada (mm ²)	60,29±6,48
Volumen calculado (mm ³)	44,20±7,14
Esfericidad (De Sneed & Folk)	0,89±0,07
Esfericidad (De Wadell)	1,00±0,00
Densidad Aparente	0,0006±0,00

Tabla 2*Composición química del aceite esencial de Schinus Molle L*

N°	TR	Área %	Identificación
1	6,904	21,88	α -pineno
2	8,215	0,31	
3	8,315	8,09	β -pineno
4	8,82	1,11	
5	9,925	0,74	
6	10,095	19,80	Limoneno
7	13,662	0,51	
8	13,847	0,25	
9	15,408	0,59	
10	19,544	1,27	
11	20,6	0,68	
12	21,01	2,81	β -elemeno
13	21,75	10,63	Cariofileno
14	21,985	0,51	
15	22,25	1,38	
16	22,606	1,15	
17	22,801	1,26	
18	23,171	1,07	
19	23,296	4,11	β -cadineno
20	23,686	6,39	γ -gurjuneno
21	24,091	2,02	δ -cadineno
22	24,301	1,85	7-Tetracyclo 6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol
23	25,612	4,80	4,4,11,11- tetramethyl-
24	25,747	3,82	Óxido de ledeno
25	26,477	0,35	
26	27,047	2,62	isoledeno

Entre los terpenos en el aceite esencial de *S. molle* L, clasificados según unidades de isopreno (C5), podemos mencionar monoterpenos (C10) entre ellos, los compuestos identificados como α -pineno, β -pineno, limoneno y 7-Tetracyclo [6.2.1.0(3.8)0(3.9)] undecanol, 4,4,11,11-tetrametil, y entre los sesquiterpenos (C15) los compuestos identificados como β -elemeno, cariofileno, β -cadineno, γ -gurjuneno, δ -cadineno, óxido de ledeno e isoledeno.

α y β -Pineno

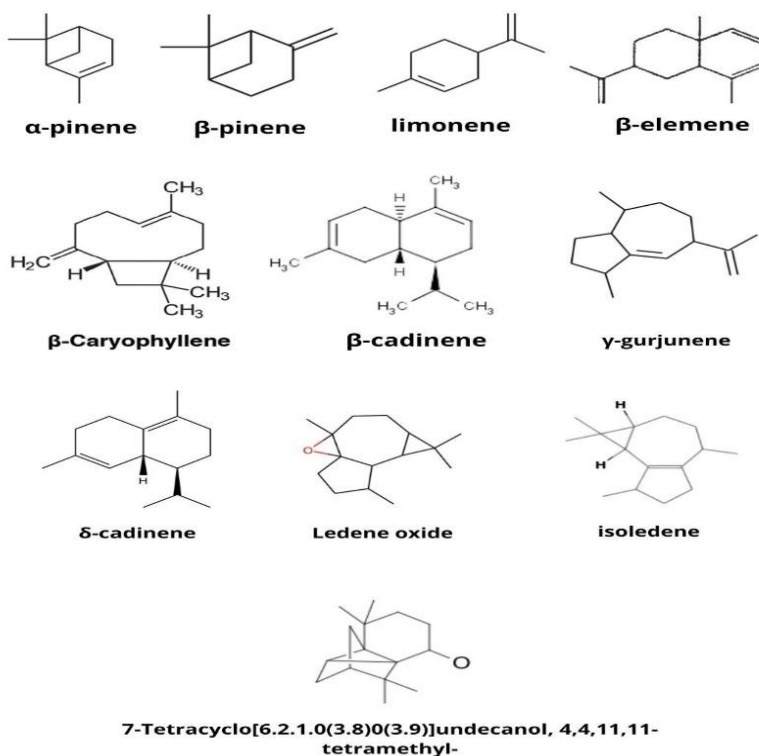
Como se puede ver en la Tabla 2 y la Figura 2, el pineno (C10) se encontró en un 21,88% y β -pineno en un 8,09%, a diferencia de la caracterización realizada por Bigliani et al. (2012), que encontró un 13,80% de α -pineno y un 5,8% de β -pineno. El α -pineno tiene un potencial como antiinflamatorio, broncodilatador, analgésico, ansiolítico, protector de la piel contra los rayos UV (Karthikeyan et al., 2018) y agente antimicrobiano junto con el β -pineno.

Limoneno

Como se ilustra en la Tabla 2 y la Figura 2, el limoneno (C10) se presentó en un porcentaje de del 19,80% del AE en comparación con el reportado por Bigliani et al. (2012), que encontró un 12,81%. En comparación, el aceite esencial analizado por Giuffrida et al. (2020) descubrió un 16,98%. El limoneno tiene propiedades quimiopreventivas y quimioterapéuticas para el cáncer de mama, piel, pulmón y estómago. El limoneno tiene la capacidad de mitigar la migraña disminuyendo la hiperalgia asociada con ella (Eddin et al., 2021).

Figura 2

Estructuras químicas identificadas mediante GC-MS



Cariofileno o β -Cariofileno

Como se muestra en la Tabla 2 y la Figura 2, el cariofileno (C15) o β -cariofileno alcanzó una concentración del 10,63%, similar al 11,88% de la caracterización de Bigliani et al. (2012). A nivel terapéutico, estimula los receptores CB2 del cuerpo, que han sido relacionados con la regulación de la secreción de dopamina, por lo que están estrechamente relacionados con el manejo de la adicción (Gertsch et al., 2008). Además, tiene propiedades para ser un antidepresivo y para ser utilizado para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. Tiene una fuerte acción anestésica local. Tanto el β -cariofileno como el óxido de

β -cariofileno pueden ser utilizados para tratamientos contra diferentes tipos de cáncer y dolor crónico (Fidyt et al., 2016). Esta sustancia también es útil para tratamientos de diabetes teniendo un potencial prometedor para la secreción y sensibilidad a la insulina (De Fronzo et al., 2015). Se ha demostrado que tiene un efecto farmacológico contra el accidente cerebrovascular isquémico (Hu et al., 2022).

Elemeno

Como se puede ver en la Tabla 2 y la Figura 2, el elemeno (C20) es encontrado en un 2,81% en el AE estudiado. Esto fue mayor que los valores: 0,39%, reportados por Bigliani et al. (2012). El β -elemeno se ha encontrado que tiene un amplio espectro de actividad antitumoral, alta eficacia y baja toxicidad, y puede cruzar la barrera hematoencefálica. En comparación con los fármacos quimioterapéuticos tradicionales, además de su efecto antitumoral, también puede tener un efecto inmunoprotector (Zhang et al., 2021). El β -elemeno tiene propiedades sensibilizadoras, y efectos antiinflamatorios y antioxidantes. Se ha utilizado ampliamente para tratar diferentes tipos de cáncer debido a su excelente actividad antitumoral, inhibición de la migración de células tumorales y efectos adversos relativamente menores (Chen et al., 2023).

Isoledeno

Como se evidencia en la Tabla 2 y la Figura 2, el Isoledeno (C15) está presente en el AE de *S. molle* L. en un 2,6%, pero no fue encontrado por Bigliani et al. (2012), ni por Giuffrida et al. (2020). En el sector agroindustrial, es parte de los aceites esenciales utilizados como pesticidas vegetales biodegradables contra la *Drosophila melanogaster*.

Óxido de Ledeno

Como se muestra en la Tabla 2 y la Figura 2, la molécula de óxido de Ledeno-(I) se encontró en un 3,82% del AE de *S. molle* L, y no fue reportado por otros autores como Bigliani et al. (2012) y Giuffrida et al. (2020). Este aceite tiene actividad antidiabética y propiedades antiinflamatorias, además de propiedades antioxidantes.

β y δ -Cadineno

Como se ilustra en la Tabla 2 y la Figura 2, el δ -cadineno (C15) está presente en el AE de *S. molle* L en un 2,02% en comparación con el 1,53% encontrado por Bigliani et al. (2012), quienes también encontraron la presencia de γ -cadineno en un 0,22%. El sesquiterpeno

β -cadineno, presente en el aceite esencial de *S. molle* L en un 4,11%, no fue reportado por autores como Bigliani et al. (2012) y Giuffrida et al. (2020). El β -cadineno es un sesquiterpeno bicíclico. Entre sus posibles aplicaciones, se estudió como un posible tratamiento para infecciones bacterianas y fúngicas encontrándolo como el compuesto principal de *Acorus calamus*.

γ -Gurjuneno

Como se muestra en la Tabla 2 y la Figura 2, el γ -Gurjuneno (C15) se encontró en el AE en un 6,39% mayor que el encontrado por Bigliani et al. (2012), en el mismo tipo de aceite, pero estuvo ausente en las investigaciones de Giuffrida et al. (2020). Se encuentra en *Lantana camara* y tiene propiedades insecticidas. Finalmente, el AE de *S. molle* L y sus terpenos merecen ser estudiados en profundidad, por su valor agregado que podría convertir bebidas o alimentos en alimentos funcionales con características beneficiosas para la salud.

CONCLUSIONES

El aceite esencial de *Schinus molle* L, recolectado en la ciudad capital de Córdoba, tiene principalmente compuestos de tipo terpeno en diferentes concentraciones: α y β pineno, limoneno y β cariofileno, γ -gurjuneno, β -cadineno, Tetracyclo [6.2.1.0(3.8)0(3.9)] undecanol, 4,4,11,11-tetrametilo, ledeno, isoledeno. Además de los usos tradicionales (condimentos, saborizantes, aderezos) debido a sus propiedades sensoriales y organolépticas, también se atribuyen propiedades medicinales a los componentes del aceite esencial. Su uso potencial en la medicina destaca por ser antiinflamatorio, ansiolítico, antidepresivo, recuperación de la pérdida de memoria, prevención de problemas renales y hepáticos, antioxidante, inmunoprotector y se utiliza como anticancerígeno, antimetastásico, entre otros. Además, tiene un efecto potencial antifúngico, antimicrobiano e insecticida. También se puede incorporar en bebidas o alimentos debido a su fuerte efecto medicinal.

REFERENCIAS

- Adamski, J. y Adamska, A. (2021). The Use of Essential Oils - Alpha and B-Pinene in the Treatment of Covid-19. *Annals of Clinical and Medical Case Reports*, 07(09). <https://doi.org/10.47829/acmcr.2021.7903>
- Alonso, J. (2007). *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos* (1ra ed.). Corpus Editorial.
- Bigliani, M. C., Rossetti, V., Grondona, E., Presti, S. L., Paglini, P. M., Rivero, V., Zunino, M. P. y Ponce, A. A. (2012). Chemical compositions and properties of *Schinus areira* L. essential oil on airway inflammation and cardiovascular system of mice and rabbits. *Food and Chemical Toxicology*, 50(7), 2282-2288. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.04.025>.
- Chen, X., Huang, C., Li, K., Liu, J., Zheng, Y., Feng, Y. y Kai, G.Y. (2023). Recent advances in biosynthesis and pharmacology of elemene. *Phytochemistry Reviews*, 22(1), 169-186. <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09833-0>.
- De Fronzo, R. A., Ferrannini, E., Groop, L., Henry, R. R., Herman, W. H., Holst, J. J., Hu, F. B., Kahn, C. R., Raz, I., Shulman, G. I., Simonson, D. C., Testa, M. A., & Weiss, R. (2015). Type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Disease Primers*, 1, Article Number 15019. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.19>
- Eddin, L. B., Jha, N. K., Meeran, M. F. N., Kesari, K. K., Beiram, R. y Ojha, S. (2021). Neuroprotective Potential of Limonene and Limonene Containing Natural Products. *Molecules*, 26(15), Article number 4535. <https://doi.org/10.3390/molecules26154535>.
- Fidy, K., Fiedorowicz, A., Strzdała, L. y Szumny, A. (2016). β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide—natural compounds of anticancer and analgesic properties. *Cancer Medicine*, 5(10), 3007–3017. <https://doi.org/10.1002/cam4.816>.
- Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., Racz, I., Chen, J.-Z., Xie, X., Altmann, K., Karsak, M. y Zimmer, A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 105(26), 9099–9104. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803601105>.
- Giuffrida, D., Martínez, N., Arrieta-Garay, Y., Fariña, L., Boido, E. y Dellacassa, E. (2020). Valorisation of *Schinus molle* fruit as a source of volatile compounds in foods as flavours and fragrances. *Food Research International*, 133, Article number 109103. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109103>.
- Hu, Q., Zuo, T., Deng, L., Chen, S., Yu, W., Liu, S., Liu, J., Wang, X., Fan, X. y Dong, Z. (2022). β -Caryophyllene suppresses ferroptosis induced by cerebral ischemia reperfusion via activation of the NRF2/HO-1 signaling pathway in MCAO/R rats. *Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 102, Article number 154112. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154112>.

- Karthikeyan, R., Kanimozhi, G., Prasad, N. R., Agilan, B., Ganesan, M. y Srithar, G. (2018). Alpha pinene modulates UVA-induced oxidative stress, DNA damage and apoptosis in human skin epidermal keratinocytes. *Life sciences*, 212, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.10.004>.
- Zhang, X., Chen, Y., Yao, J., Zhang, Y., Li, M., Yu, B. & Wang, K. (2021). β -elemene combined with temozolomide in treatment of brain glioma. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 28, Article Number 101144. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2021.101144>

* * * * *