



## Análisis Cromatográfico de los Componentes Bioactivos en *Schinus areira* en San Rafael Mendoza – Argentina

Carina Lourdes Llano<sup>1,2\*</sup>, María Silvana Cabeza<sup>1,2</sup>, Irene Carbajal Ramos<sup>1,2</sup>

1. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael, Mendoza, 5600 Argentina
2. ICAI (CONICET – UNCuyo), Instituto de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria, Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael, Mendoza, 5600 Argentina

\*E-mail: [cllano@fcai.uncu.edu.ar](mailto:cllano@fcai.uncu.edu.ar)

### PALABRAS CLAVES

Aguaribay  
Aceite esencial  
Geolocalización  
Limoneno  
 $\delta$ -cadineno

### RESUMEN

*Schinus areira* L. es conocido popularmente como "aguaribay, falso pimiento, pimiento rosa, molle" es una planta potencialmente utilizada tanto por las poblaciones humanas pasadas y actuales con diferentes fines en las industrias farmacéutica, sanitaria, cosmética, agrícola y alimentaria. El objetivo de este trabajo es extraer el aceite esencial de aguaribay recolectado en San Rafael, Mendoza y cuantificar los componentes bioactivos detectados. Se extrajo el aceite esencial de las hojas por medio de la destilación por arrastre de vapor y se analizaron mediante cromatografía gaseosa acoplada a un detector de ionización de llama (CG/FID). Se identificaron un total de 15 principios activos. Los monoterpenos hidrocarbonados fueron los más abundantes con 83,07% siendo el limoneno el más representativo (30,78 %), luego le siguieron los hidrocarburos sesquiterpénicos (5,21%) con  $\delta$ -cadineno como el componente principal. Estos resultados preliminares muestran la importancia de realizar análisis locales de los componentes bioactivos en especies locales para poder identificar y proponer posibles aplicaciones del mismo. Así, los componentes bioactivos de *Schinus areira* encontrados son promisorios para ser aplicados en líneas de investigación vinculadas a su uso como conservante y/o pesticida.

## Chromatographic Analysis of Bioactive Components in *Schinus areira* in San Rafael Mendoza - Argentina

### KEYWORDS

Aguaribay  
Essential oil  
Geolocation,  
Limoneno  
 $\delta$ -cadineno

### ABSTRACT

*Schinus areira* L., popularly known as "aguaribay, false pepper, pink pepper, molle," is a plant potentially utilized by both past and present human populations for various purposes in the pharmaceutical, health, cosmetic, agricultural, and food industries. This work aims to extract the essential oil from aguaribay collected in San Rafael, Mendoza, and quantify the detected bioactive components. The essential oil was extracted from the leaves through steam distillation and analyzed using gas chromatography coupled with a flame ionization detector (GC/FID). A total of 15 active compounds were identified. Hydrocarbon monoterpenes were the most abundant at 83.07%, with limonene being the most representative (30.78%), followed by sesquiterpene hydrocarbons (5.21%) with  $\delta$ -cadinene as the main component. These preliminary results highlight the importance of conducting local analyses of bioactive components in local species to identify and propose possible applications. Thus, the bioactive components found in *Schinus areira* are promising for application in research lines related to its use as a preservative and/or pesticide.

### 1. Introducción

Los estudios etnobotánicos y arqueobotánicos constituyen una importante base de conocimiento para comprender no solo las posibles prácticas

realizadas en el pasado por los grupos humanos sino también para identificar y documentar las especies nativas utilizadas por los pobladores actuales (Llano et al., 2021; Llano et al., 2019). Las plantas son una fuente invaluable de diversos productos bioactivos, entre los cuales destacan los aceites esenciales (de

aquí en adelante AE) por la amplitud de sus aplicaciones bactericidas, viricidas, fungicidas, antiparasitarias, insecticidas, medicinales y cosméticas, utilizados las industrias farmacéutica, sanitaria, cosmética, agrícola y alimentaria (Cutro et al., 2019; Al-Maqtari et al., 2021; Assadpour et al., 2023; Gupta et al., 2023).

Un AE es una mezcla compleja de compuestos orgánicos volátiles, que se sintetizan en el citoplasma y suelen estar presentes en forma de diminutas gotas entre las células. Casi todas las partes de la planta, como hojas, cortezas, flores, rizomas o raíces, cáscaras, semillas y yemas se reportan como fuente de aceites esenciales (Oliveira, 2022). En la actualidad existen diferentes métodos de extracción de AE agrupados en dos categorías: métodos convencionales y métodos avanzados (Mahawer et al., 2022). Entre los primeros se encuentran los métodos de hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor, extracción en frío, destilación destructiva, hidrodifusión. Mientras que los métodos avanzados son la extracción asistida por microondas, la extracción asistida por ultrasonidos, la extracción de fluidos supercríticos y la extracción de agua subcrítica. Luego de la extracción de AE, se realiza el análisis cromatográfico, el cual permite una caracterización detallada de sus componentes bioactivos, esenciales para evaluar sus aplicaciones terapéuticas, alimentarias y agrícolas. La cromatografía es crucial en la identificación y aislamiento de moléculas bioactivas en extractos de plantas (Vij & Pathania, 2023). La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y a detectores de ionización de llama (FID) permiten una caracterización detallada de los compuestos volátiles presentes en los aceites esenciales (Stashenko & Martínez, 2009). Estos métodos no solo facilitan la identificación de los componentes individuales de una mezcla compleja, sino que también cuantifican su abundancia relativa, lo cual es esencial para evaluar su potencial bioactivo. La importancia de conocer la composición química de los aceites esenciales radica en que la misma se ve afectada por varios factores, como la especie de planta, el origen geográfico, las condiciones ambientales (suelo, clima, luz, temperatura), las prácticas agrícolas y el método de extracción (Bandoni et al., 2009). En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo: a) Extraer el aceite esencial de aguaribay (*Schinus molle* L.) recolectado en San Rafael (Mendoza-Argentina) empleando el

método de destilación por arrastre de vapor; b) Caracterizar el aceite esencial de aguaribay mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría FID y; c) Comparar la composición química del AE de aguaribay con la bibliografía reportada.

*Schinus molle* L. conocido como aguaribay, molle, pimienta rosa o falso pimienta, es una especie vegetal nativa de Sudamérica, que ha sido tradicionalmente utilizada en la medicina popular por sus propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y analgésicas (Alonso, 2007), en la industria alimentaria como conservantes naturales debido a su capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano, antifúngico y prolongar la vida útil de los productos (Rodríguez Saucedo, 2011; Debonne et al., 2018), como biopesticidas en el control de malezas reduciendo así la dependencia de herbicidas sintéticos (Liu et al., 2019), entre otros.

Por otra parte, Al-Maqtari et al., (2021) advierten la necesidad de la industria alimentaria de producir alimentos sin conservantes artificiales debido a sus efectos negativos en la salud humana. Asimismo, destacan que los consumidores prefieren conservantes de origen natural, como los aceites esenciales, por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. No obstante, señalan que los AE tienen problemas de solubilidad en agua, susceptibilidad a la oxidación y volatilidad, lo que limita su uso. Debido a ello, proponen que la encapsulación mejora la estabilidad física, química y microbiológica de los AE, permitiendo su uso efectivo en sistemas alimentarios. De lo anteriormente expuesto, hemos realizado pruebas preliminares encapsulando AE de *Cannabis* en biopolímeros de alginato de calcio (Llano et al., 2024). Particularmente, Debonne y colegas (2018) trabajaron matrices alimentarias específicas como los panificados. En su trabajo se reseñan los avances de la aplicación de aceites esenciales tanto en sistemas in vitro como en pan para reducir el deterioro por hongos. Los autores explican los distintos modos de acción de los aceites esenciales como la citotoxicidad al atravesar la pared celular y membrana citoplasmática, el gran daño a la membrana celular y reducción del ergosterol, la inducción de lisis, entre otras. Los ensayos determinaron el potencial de la actividad antifúngica in vitro (difusión, dilución y alimento envenado).

Los biopesticidas también han ganado interés en las investigaciones ya que como plantean Gupta y colaboradores (2023), el uso excesivo de pesticidas sintéticos ha causado degradación ambiental, resistencia de plagas y son peligrosos para especies que no forman parte del objetivo. En consonancia con Al-Maqtari y colegas (2021) advierten los desafíos que enfrentan los AE como la volatilidad y los costos de producción, proponiendo la nanoencapsulación como innovación que podría mejorar su estabilidad y disponibilidad.

Por todo lo expuesto, y a pesar de su uso popular, pocos estudios científicos han analizado en profundidad la composición química de sus extractos buscando diferencias y similitudes en función de su geolocalización para discutir la potencialidad sin sobrevalorar o subestimar su funcionalidad.

## 2. Materiales y métodos

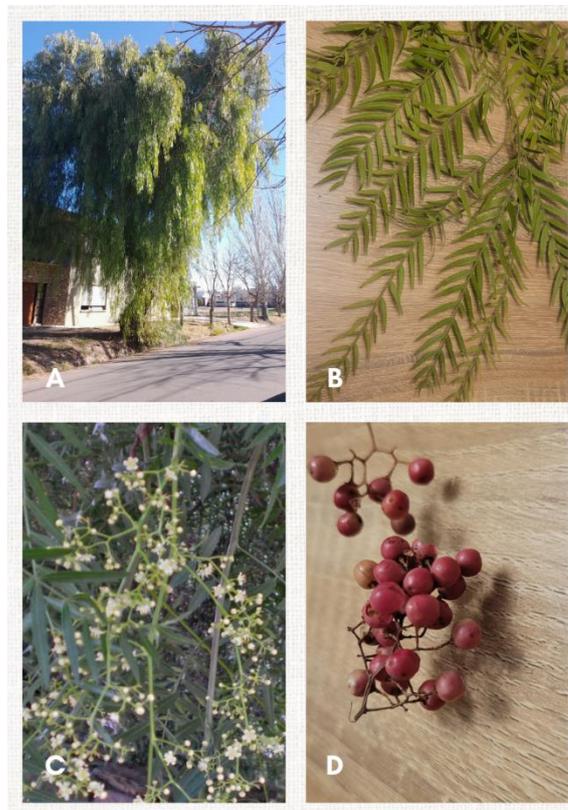
### *Identidad taxonómica y descripción botánica*

En la provincia de Mendoza la familia Anacardiaceae está representada por el género *Schinus* (Martínez Carretero, 2009), con siete especies distribuidas en dos de las cinco provincias fitogeográficas de Mendoza. *Schinus areira* [L. Linneo, C., 1753. Sp. pl. 1: 389] es una especie de amplia distribución en la zona árida y semiárida del oasis mendocino, que es cultivada comúnmente como arbolado urbano y de rutas. Es conocido en la jerga popular como aguaribay, molle, árbol de pimienta, pimienta, falso pimienta, entre otros (Tortorelli, 2009). Para este estudio, la morfología del aguaribay utilizado para la elaboración del AE fueron árboles de 8-10 metros de alto, ramas delgadas, péndulas, no espiniformes, con hojas compuestas, imparipinadas, de 2-25 pares de folíolos, la mayoría parcialmente alternos, de 20-60 mm long. x 3-8 mm lat., drupa esférica amarillenta, rojiza o violácea de 5-6 mm diámetro (Figura 1).

### *Recolección de Muestras*

Se recolectaron hojas y frutos durante el estadio fenológico de fructificación (noviembre 2023 a marzo de 2024) en diferentes geolocalizaciones de la ciudad de San Rafael, Mendoza (Argentina). En todos los casos, la cosecha se hizo durante las primeras horas de la mañana, después de que el rocío se hubiera evaporado, pero antes del mediodía solar. Este momento del día asegura que los niveles de AE en las plantas sean más altos. Posteriormente, las

muestras fueron pesadas en fresco y oreadas a temperatura ambiente durante 24 y 48 h. Finalmente, la materia prima fue nuevamente pesada para comenzar el proceso de destilación.

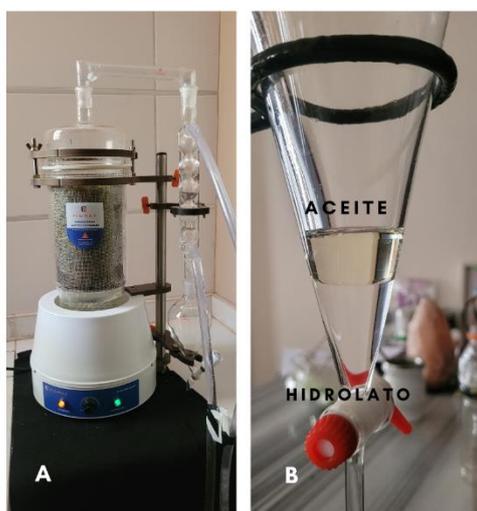


**Figura 1.** *Schinus areira*. A- Hábito. B- Rama florífera. C- Flor. D- Panícula con drupas.

### *Destilación por arrastre de vapor*

Para la destilación se usó un equipo de arrastre de vapor Figmay (escala semi laboratorio) (Figura 2). Inicialmente, el material vegetal oreado se colocó en la cámara de extracción de vidrio borosilicato marca Schott Duran, cuyo volumen total es de 3 litros. El vapor es generado por un sistema de calefacción por velas de cuarzo. El vapor caliente atraviesa el material vegetal, causando la volatilización de los aceites esenciales y otros compuestos aromáticos presentes en la matriz vegetal. La mezcla de vapor y compuestos volátiles es luego dirigida a un condensador, donde se enfría y se condensa en una mezcla líquida (Figura 2A y 2C). Finalmente, esta mezcla líquida se recoge en un recipiente de recolección, donde los AE se separan del hidrolato debido a su inmiscibilidad (Figura 2B). El resultado en este equipo de extracción es el aceite esencial y el

hidrolato o agua aromática. En resumen, a partir de este método, la materia prima únicamente entra en contacto con vapor de agua, sin la necesidad de agregar solventes químicos, lo que asegura un AE de alta calidad y pureza. El tiempo de destilación fue en promedio de dos horas.



**Figura 2.** A- Equipo de destilación por arrastre de vapor. B- Resultado de la extracción: Aceite esencial e hidrolato. C- Esquema del procesamiento de la materia prima vegetal

#### Análisis por Cromatografía gaseosa

El análisis fitoquímico de los principales constituyentes del AE de *S. areira* se realizó en un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de ionización de llama (FID) (CG/FID CHROMPACK CP 9003) en la Unidad de Extracción de Aceites Esenciales – INBIES (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco).

El procedimiento se describe de la siguiente manera: inicialmente, la muestra es inyectada en el sistema de cromatografía de gases, donde es vaporizada en el puerto de inyección. Luego, la muestra gaseosa es transportada a través de una columna capilar por una corriente de gas portador inerte, generalmente helio o nitrógeno (para este caso se utilizó nitrógeno). A medida que los componentes de la muestra viajan a lo largo de la columna, se separan en función de sus interacciones con el material de la columna y sus propiedades volátiles. Los compuestos separados salen de la columna en diferentes tiempos de retención y son dirigidos hacia el detector de ionización de llama (FID). En el FID, los compuestos son quemados en una llama de hidrógeno/aire, produciendo iones que generan una corriente eléctrica. Esta corriente es proporcional a la cantidad de carbono presente en los compuestos, permitiendo la cuantificación precisa de los componentes de la muestra. El FID es altamente sensible y adecuado para la detección de hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles. La columna específica del equipo es CP-SIL 5 CB-MS FS 60x32(1.0). Es una columna capilar de 60 metros de largo con un diámetro interno de 0.32 mm y un espesor de película de 1.0  $\mu\text{m}$ , recubierta con una fase estacionaria de polidimetilsiloxano.

### 3. Resultados y Discusión

#### Extracción

Se realizaron seis extracciones de aceite esencial, con una duración promedio de destilación de 127 minutos, procesando una masa de materia prima de 561 gramos/promedio. El AE de *S. areira* tiene un aroma fuerte, fresco y penetrante, con un distintivo olor cítrico-amaderado, el color del AE es transparente o ligeramente amarillo pálido y poco viscoso.

#### Análisis fitoquímico

La Tabla 2 muestra la identificación de quince componentes para el AE de *S. areira*; los monoterpenos hidrocarbonados fueron los más abundantes con 83,07% y entre sus componentes mayoritarios se encuentran el limoneno (30,78%),  $\alpha$ -felandreno (26,75%), canfeno (7,75%),  $\alpha$ -pineno (6,13%), los hidrocarburos sesquiterpénicos fueron los segundos en abundancia (5,21%) con  $\delta$ -cadineno como el componente principal.

**Tabla 1.** Resultados de las extracciones del aceite esencial de *S. areira*

| Ensayo          | Recolección de materia prima | Tiempo de oreado (hr) | Peso de materia prima (g) | Tiempo de destilación (min) | Aceite esencial (ml) |
|-----------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1               | 23/11/2023                   | 24                    | 668                       | 120                         | 7,2                  |
| 2               | 8/12/2023                    | 24                    | 540                       | 145                         | 5,9                  |
| 3               | 12/1/2024                    | 24                    | 560                       | 135                         | 7,5                  |
| 4               | 24/2/2024                    | 24                    | 490                       | 120                         | 5,6                  |
| 5               | 4/3/2024                     | 24                    | 630                       | 120                         | 4,9                  |
| 6               | 28/3/2024                    | 48                    | 480                       | 120                         | 5,4                  |
| <b>Promedio</b> |                              |                       | 561                       | 127                         | <b>6,1</b>           |

**Tabla 2.** Análisis fitoquímico del aceite esencial de *S. areira*. TR: tiempo de retención. % área relativa del AE.

| Nombre del Compuesto                          | TR    | % AE  |
|---|-------|-------|
| <b>Monoterpenos Hidrocarbonados (83,07%)</b>  |       |       |
| Triciclono                                    | 22,26 | 1,11  |
| $\alpha$ -pineno                              | 22,65 | 6,13  |
| Canfeno                                       | 23,48 | 7,75  |
| Sabineno                                      | 24,19 | 0,89  |
| $\beta$ -mirceno                              | 24,36 | 4,16  |
| $\beta$ -pineno                               | 24,70 | 3,48  |
| $\alpha$ -felandreno                          | 25,65 | 26,75 |
| p-cimeno                                      | 26,26 | 1,60  |
| Limoneno                                      | 26,79 | 30,78 |
| $\beta$ -felandreno                           | 38,28 | 0,42  |
| <b>Monoterpenos Oxigenados (0,45%)</b>        |       |       |
| Acetato de geranilo                           | 39,54 | 0,45  |
| <b>Sesquiterpenos Hidrocarbonados (5,21%)</b> |       |       |
| $\beta$ -cariofileno                          | 43,98 | 1,21  |
| $\alpha$ -humuleno                            | 45,18 | 0,85  |
| germacreno D                                  | 45,87 | 0,57  |
| $\delta$ -cadineno                            | 47,01 | 2,58  |

Los resultados del análisis de los componentes bioactivos de *Schinus areira* recolectado en San Rafael, Mendoza, revelan un perfil químico prometedor que subraya la importancia de estudios regionales específicos. En esta investigación, se identificaron 15 compuestos volátiles, destacándose el limoneno y  $\alpha$ -felandreno como compuestos más abundantes. Además, los sesquiterpenos, representados principalmente por  $\delta$ -cadineno, también aportan a la bioactividad del aceite esencial. Estos resultados no solo confirman el potencial del aguaribay como una fuente valiosa de compuestos

bioactivos, sino que también enfatizan la necesidad de realizar estudios locales para evaluar con precisión sus aplicaciones. En este sentido, coincidimos con Bandoni (2009) en la importancia de la caracterización química para justificar sus posibles virtudes y aplicaciones, ya que la composición de los aceites esenciales puede variar significativamente debido a factores genéticos y ambientales, lo que afecta su calidad y funcionalidad.

La comparación de los resultados con otras investigaciones evidencia la necesidad de realizar

análisis específicos según la geolocalización. Por ejemplo, en la investigación de Cutro y colaboradores (2019), la composición química del aceite esencial de *Schinus areira* recolectado en Santiago del Estero (Argentina) contiene principalmente 1-epi-cadinol, d-cadineno, aloaromadendreno,  $\beta$ -pineno,  $\beta$ -cariofileno y c-cadineno. Estos resultados difieren ligeramente con los presentados en este estudio, lo que hace razonable realizar aceites con especies locales, seguido del análisis de los compuestos bioactivos, para finalmente, aplicar en alimentos y malezas que son las dos investigaciones que están en curso. Por su parte, el aceite esencial de *Aloysia gratissima*, especie nativa que contiene algunos compuestos como  $\beta$ -pineno,  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -pineno igual que *S. areira* (Ávila et al., 2023) dan cuenta de los usos de los compuestos mencionados. Los resultados obtenidos por Ávila y colaboradores (2023) muestran que el AE de esta especie tiene potencial para su uso como fitomedicamentos y bioinsumos agrícolas debido a sus actividades antifúngicas, antibacterianas, analgésicas y repelentes.

Por último, el perfil químico obtenido de *S. areira* es significativo ya que el limoneno, en menor medida el  $\alpha$ -felandreno, los monoterpenos y los sesquiterpenos han mostrado propiedades antimicrobianas y antioxidantes en estudios previos (Bakkali et al. 2018). En este caso, los hallazgos apoyan su uso como conservante natural en productos panificados y como biopesticida, contribuyendo así a prácticas amigables con el ambiente en la industria alimentaria y agrícola.

El uso sostenible de plantas nativas es una estrategia para conservar la biodiversidad. Por lo tanto, al vincular la investigación y el requisito estratégico de valorar la socio-biodiversidad local, sustentan nuestros resultados preliminares, los cuales servirán como punto de partida de futuras investigaciones.

#### 4. Conclusiones

Este estudio proporciona una caracterización preliminar de los principales componentes bioactivos detectados en *Schinus areira* en una geolocalización específica. Los resultados obtenidos mediante CG-FID indican que esta planta contiene una rica variedad de compuestos con posibles aplicaciones en la industria alimenticia y fitosanitaria. Futuros estudios serán enfocados en la

bioactividad específica de estos compuestos y su mecanismo de acción.

#### 5. Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Oscar Troncoso y la Ing. Juliana López de Armentia quienes nos recibieron en la Unidad de Extracción de Aceites Esenciales perteneciente al Instituto de Biotecnología de Esquel (Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia) para realizar capacitaciones en la obtención y análisis de aceites esenciales. Esta investigación recibió el apoyo del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), ICAI (Instituto de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria) y FCAI (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo).

#### 6. Referencias

- Al-Maqtari, Q. A., Rehman, A., Mahdi, A. A., Al-Ansi, W., Wei, M., Yanyu, Z., ... & Yao, W. (2021). Application of essential oils as preservatives in food systems: challenges and future perspectives—a review. *Phytochemistry Reviews*, 1-38.
- Alonso, J. (2007). *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*. Rosario (Argentina): Ed. Corpus, 2004. Páginas 1350. ISBN: 987-20292-3-7.
- Assadpour, E., Can Karaça, A., Fasamanesh, M., Mahdavi, S. A., Shariat-Alavi, M., Feng, J., ... & Jafari, S. M. (2023). Application of essential oils as natural biopesticides; recent advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21.
- Ávila, L. M. de, Trevisan, A. C. D., & Pereira, A. B. (2023). Essential oil composition and biological activities of *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. (Verbenaceae): a systematic review. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais* (RBCIAMB), 58(3), 417–426. <https://doi.org/10.5327/22176-94781603>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2018). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*,

- 46(2), 446-475. DOI: 10.1016/j.fct.2018.10.020.
- Bandoni, A. L.; Retta, D.; Di Leo Lira, P. M.; Baren, C. M. (2009) ¿Son Realmente Útiles Los Aceites Esenciales? *Boletín Latinoam y del Caribe Plantas Med.y Aromáticas*, 8, 317–322.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85611977001> (12/10/2022).
- Cutro, A. C., Castelli, M. V., López, S. N., Rosales, M. A., Hollmann, A., & Rodríguez, S. A. (2019). Chemical composition of *Schinus areira* essential oil and antimicrobial action against *Staphylococcus aureus*. *Natural Product Research*, 35(17), 2931-2936.
- Oliveira, M. S., Andrade, E. H. D. A., & Blumenberg, M. (2022). *Essential oils: advances in extractions and biological applications*. BoD–Books on Demand.
- Debonne, E. Van Bockstaele, F., Samapundo, S., Eeckhout, M. y Devlieghere, F. (2018). The use of essential oils as natural antifungal preservatives in bread products. *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 30 (5), 309-318.
- Gupta, I., Singh, R., Muthusamy, S., Sharma, M., Grewal, K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2023). Plant essential oils as biopesticides: Applications, mechanisms, innovations, and constraints. *Plants*, 12(16), 2916.
- Liu, X., Cao, A., Yan, D., Ouyang, C., Wang, Q., & Li, Y. (2019). Overview of mechanisms and uses of biopesticides. *International Journal of Pest Management*, 67(1), 65–72.  
<https://doi.org/10.1080/09670874.2019.1664789>
- Llano, C., Sosa, P., Sánchez, C., & Barberena, R. (2019). Arqueobotánica de Cueva Huenul 1 (Neuquén, Argentina): selección y procesamiento de especies vegetales. *Intersecciones en antropología*, 20(2), 211-223.
- Llano, C., Durán, V., Gasco, A., Reynals, E., & Zárate, M. S. (2021). Traditional puesteros' perceptions of biodiversity in semi-arid Southern Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 192(1), <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104553>.
- Llano, C. López, O., González, N., Goñi, S., Ninago, M. (2024). Extracción y microencapsulación de aceite esencial de Cannabis sativa en biopolímeros de alginato de calcio. VIII Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus Aceites esenciales. IV Jornadas Nacionales de Plantas Medicinales Nativas.
- Mahawer, S. K., Sushila Arya H., Kumar R., Prakash, O., (2022). *Extractions Methods and Biological Applications of Essential Oils*. En: *Essential oils: advances in extractions and biological applications*. Capítulo 1: 3-27. BoD–Books on Demand.
- Martínez Carretero, E. (2009). Anacardiaceae Lindl. *Multequina*, 18(2), 00-00.
- Rodríguez Saucedo, E. N. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7 (1), 153-170.
- Tortorelli L. A. 2009. *Maderas y bosques argentinos*. Segunda Edición. Orientación Grafica Editora, Buenos Aires.
- Vij, I., & Pathania, A. (2023). An Overview-Advances in Chromatographic Techniques in Phytochemistry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 391, p. 01038). EDP Sciences.
- Stashenko, E., & Martinez, J. (2009). Algunos aspectos de la detección en cromatografía de gases y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Selectividad e identificación. *Scientia Chromatographica*, 3(1), 31-49.