

## **Aceites esenciales de *Citrus limon*, *Piper aduncum* y *Mentha spicata*: Propiedades antioxidantes y aplicaciones específicas en la industria**

*Essential oils of Citrus limon, Piper aduncum and Mentha spicata: Antioxidant properties and specific applications in industry*

María Alina Cueva Ríos 

Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, Perú

Elza Berta Aguirre Vargas 

Universidad Nacional del Santa, Perú

### RESUMEN

El presente estudio se enfoca en las propiedades antioxidantes y aplicaciones industriales de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon*), matico (*Piper aduncum*) y menta verde (*Mentha spicata*). El estudio fue descriptivo y se basó en una revisión bibliográfica de investigaciones entre los años 2017 y 2023, utilizando la metodología PRISMA para la selección de estudios. Se encontró que el aceite esencial de *Citrus limon* es destacado por su alta proporción de hidrocarburos monoterpénicos y d-limoneno, efectivos en neutralizar radicales libres y combatir el envejecimiento prematuro de la piel, tiene aplicaciones en aromaterapia, la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. También se encontró que el aceite de *Piper aduncum*, rico en dillapiol, presenta actividad antiinflamatoria, aunque su actividad antioxidante es baja comparada con otros estándares, tiene aplicaciones en medicina alternativa, agricultura sostenible y como biopesticida. Por otro lado, el aceite esencial de *Mentha spicata*, rico en monoterpénicos oxigenados y compuestos fenólicos, protege contra daños oxidativos, es efectivo en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y se utiliza en la industria alimentaria y farmacéutica. Este artículo concluyó destacando la importancia y versatilidad de estos aceites esenciales en diversos sectores, desde la salud y bienestar hasta la industria alimentaria y cosmética, subrayando la relevancia de continuar investigando sus propiedades y aplicaciones.

**Palabras clave:** *Citrus limon*; *Piper aduncum*; *Mentha spicata*; antioxidantes; aceites esenciales.

### ABSTRACT

This study focuses on the antioxidant properties and industrial applications of essential oils from lemon (*Citrus limon*), matico (*Piper aduncum*), and spearmint (*Mentha spicata*). The study was descriptive and based on a literature review of research between 2017 and 2023, using the PRISMA methodology for the selection of studies. It was found that *Citrus limon* essential oil is notable for its high proportion of monoterpene hydrocarbons and d-limonene, effective in neutralizing free radicals and combating premature skin aging, and has applications in aromatherapy, the food industry, cosmetics, and pharmaceuticals. It was also found that *Piper aduncum* oil, rich in dillapiol, exhibits anti-inflammatory activity, although its antioxidant activity is low compared to other standards, it has applications in alternative medicine, sustainable agriculture, and as a biopesticide. On the other hand, *Mentha spicata* essential oil, rich in oxygenated monoterpenes and phenolic compounds, protects against oxidative damage, is effective in the treatment of diseases related to oxidative stress, and is used in the food and pharmaceutical industry. This article concluded by highlighting the importance and versatility of these essential oils in various sectors, from health and wellness to the food and cosmetic industry, underscoring the relevance of continuing to research their properties and applications.

**Keywords:** *Citrus limon*; *Piper aduncum*; *Mentha spicata*; antioxidants; essential oils.

pág. 79

## INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales han capturado la atención de la comunidad científica y del público en general debido a sus múltiples aplicaciones y beneficios para la salud, entre estos, los aceites esenciales de *Citrus limon*, *Piper aduncum* y *Mentha spicata* destacan por sus notables propiedades antioxidantes; estos aceites no solo poseen una rica composición en compuestos bioactivos, sino que también ofrecen aplicaciones terapéuticas y medicinales significativas.

El aceite de *Citrus limon*, contiene una alta proporción de hidrocarburos monoterpénicos y d-limoneno, con un contenido que oscila entre el 70-95%. Estos componentes son eficaces en la neutralización de radicales libres y combaten efectos como el envejecimiento prematuro de la piel. Autores como Agarwal et al. (2022), resalta la amplia utilización del aceite de limón en aromaterapia, sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Ben et al. (2017), subraya la capacidad del aceite de limón para eliminar radicales libres y su habilidad para inhibir la peroxidación lipídica, crucial en la conservación de alimentos. Bhuvanewari et al. (2020), menciona que el aceite derivado de plantas tetraploides de limón presenta una mayor capacidad antioxidante.

Las investigaciones concuerdan que estos compuestos son eficaces en la neutralización de radicales libres y tienen aplicaciones en la prevención del envejecimiento prematuro de la piel, así como en la industria alimentaria y cosmética.

Por otro lado, el aceite esencial de *Piper aduncum*, rico en dillapiole, presenta actividad antiinflamatoria y otros beneficios. Aunque su actividad antioxidante es considerada baja en comparación con estándares como Trolox, su composición química es variada y contribuye a sus propiedades medicinales. Carneiro et al. (2022), explora la utilización de nanoemulsiones para la entrega de dillapiole. Durofil et al. (2021), analiza el potencial del aceite como biopesticida y su variabilidad en la composición debido a diferentes condiciones de crecimiento. Herrera et al. (2019), estudia los efectos citoprotectores y antioxidantes del extracto metanólico de las hojas de *Piper aduncum*.

Los tres autores mencionan que estos componentes juegan un papel crucial en la protección contra el estrés oxidativo y pueden tener aplicaciones potenciales en tratamientos de salud y conservación de

alimentos. Finalmente, el aceite esencial de *Mentha spicata*, es rico en monoterpénicos oxigenados y compuestos fenólicos, los cuales son fundamentales para su actividad antioxidante, estos compuestos protegen contra el daño oxidativo y tienen una variabilidad en función del ambiente de crecimiento. Ali et al. (2019), resalta la inhibición de enzimas clave asociadas a enfermedades como el Alzheimer y la obesidad. Bardaweel et al. (2018), enfatiza la capacidad del aceite de menta verde para neutralizar radicales libres y su eficacia contra bacterias Gram-positivas. Brahmi et al. (2022), menciona el impacto de las condiciones de crecimiento en los contenidos fenólicos y la actividad antioxidante.

Los autores narran que estos elementos le otorgan una fuerte actividad antioxidante, útil en diversas aplicaciones terapéuticas y en la industria de alimentos y cosméticos.

Cada uno de estos aceites esenciales tiene propiedades únicas y aplicaciones variadas, desde la industria alimentaria hasta la farmacéutica y cosmética, resaltando su importancia en la salud y bienestar humanos. Además, la integración de estos aceites esenciales en diversos campos refleja su importancia y versatilidad, destacando la relevancia de continuar investigando sus propiedades y aplicaciones.

## METODOLOGÍA

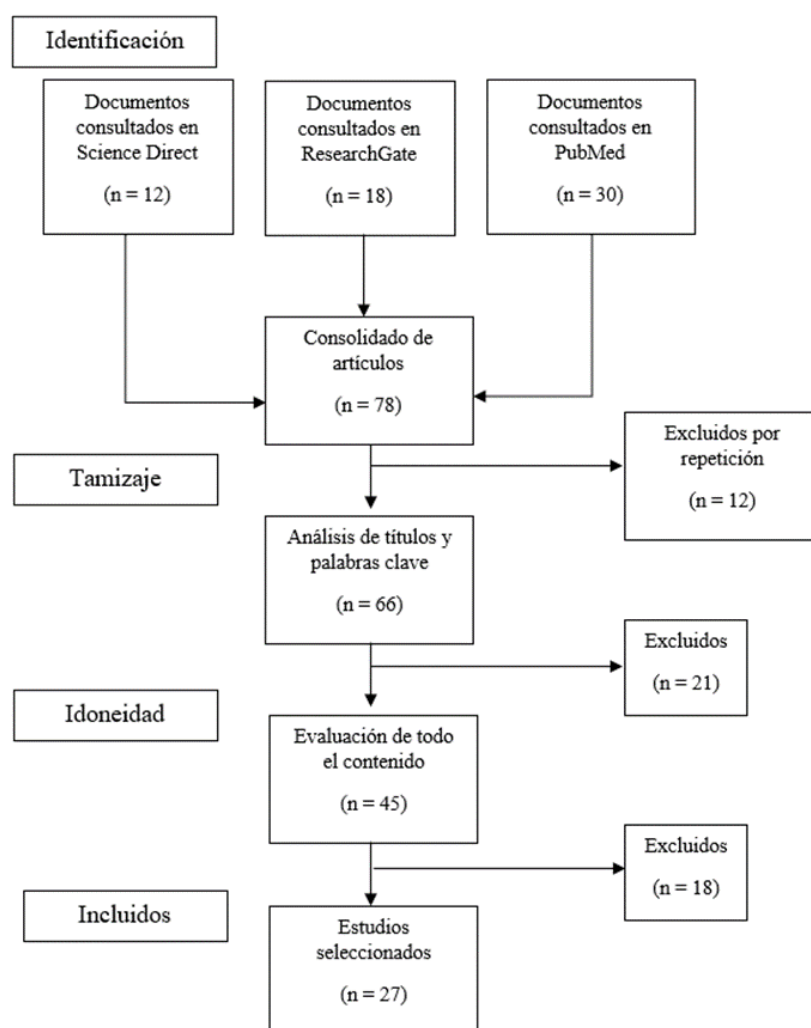
Este estudio es de tipo básico, descriptivo y diseño no experimental. La presente investigación es de tipo básico, descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Para ello se basó en la revisión bibliográfica mediante la revisión de literatura de diversas investigaciones recopilados en diversas bases de datos, como SciELO, ScienceDirect y PubMed, todo con un rango de tiempo de publicación del periodo 2017-2023. Se recopilaron diferentes artículos científicos en diferentes idiomas y se tradujeron aquellos que están publicados en idiomas diferentes al de los autores.

Luego se evaluaron la calidad de los artículos seleccionados y se analizaron la variabilidad, fiabilidad y validez de los artículos. Por último, se revisó, interpretó y analizó la información, con el propósito de elaborar los apartados del artículo y así mismo desarrollar la discusión y conclusión según el objetivo planteado.

Para el filtro de los estudios revisados, se aplicó el método PRISMA (Pérez et al., 2021), comprendido en la Fig. 1.

**Figura 1**

Flujograma de selección de estudios según la metodología PRISMA



## RESULTADOS

La investigación en el campo de los aceites esenciales ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, destacando el interés creciente en el uso de compuestos naturales para diversas aplicaciones, los aceites esenciales de *Citrus limon*, *Piper aduncum* y *Mentha spicata* son ejemplos destacados de esta tendencia, mostrando una variedad de propiedades terapéuticas y aplicaciones prácticas. Entre las aplicaciones del *Citrus limon*, se ha encontrado aplicaciones terapéuticas y medicinales, Agarwal et al. (2022) destaca su uso en aromaterapia y en productos para el cuidado de la piel, formulaciones de limpieza y jabones por sus propiedades antimicrobianas y astringentes. Bhuvanewari et al. (2020) señala su valor en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica, especialmente el aceite de plantas tetraploides por su mayor rendimiento y fuertes

propiedades antioxidantes. Othman et al. (2022) y Klimek et al. (2020) abordan su uso en la industria alimentaria, perfumería, cosméticos y farmacéutica, aprovechando sus propiedades terapéuticas y organolépticas. Entre las aplicaciones del *Piper aduncum*, se tiene aplicaciones en salud y biopesticidas, Carneiro et al. (2022) explora el uso de nanoemulsiones para la entrega tópica de dillapiol, destacando su potencial antiinflamatorio. Durofil et al. (2021) resalta su potencial como biopesticida, eficaz contra plagas como *Aedes aegypti*, y su actividad antiparasitaria contra *Leishmania amazonensis*. Monzote et al. (2017) y Santos et al. (2021) indican su uso en quimioterapia antimicrobiana, especialmente contra infecciones protozoarias parasitarias como la malaria. En el caso de las aplicaciones de la *Mentha spicata*, se tienen aplicaciones terapéuticas y en la industria alimentaria. Ali et al. (2019) menciona su efectividad en el tratamiento de enfermedades como

obesidad, Alzheimer, infecciones resistentes a medicamentos y dermatofitosis, destacando su actividad antibacteriana y antidermatofítica. Bardaweel et al. (2018) y Brahmi et al. (2022) subrayan su potencial en el tratamiento y prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y su actividad antiproliferativa contra células de cáncer. Ouedrhiri et al. (2021) y Zubair et al. (2022) exploran su uso en la industria alimentaria, específicamente en el envasado de alimentos para mejorar la conservación y la calidad de los productos alimenticios. Es así que el aceite esencial de *Citrus limon* es conocido por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y terapéuticas, su composición rica en hidrocarburos monoterpenos y *d-limoneno* lo convierte en un ingrediente valioso en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. El *Piper aduncum*, por otro lado, ha capturado la atención por sus propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y su potencial como biopesticida, las investigaciones han explorado su uso en diversas áreas, incluyendo la medicina alternativa y la agricultura sostenible. La *Mentha spicata* se destaca por sus compuestos fenólicos y monoterpenos, ofreciendo beneficios significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, además, su aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica ha sido objeto de numerosos estudios, resaltando su versatilidad y eficacia. En la Tabla 1, se presenta un resumen de las investigaciones realizadas entre 2017 y 2023, destacando los autores principales y las aplicaciones específicas de estos tres aceites esenciales, esta información subraya la importancia y el potencial de los aceites esenciales en diferentes sectores, reflejando su valor en la salud y bienestar humanos, así como en aplicaciones industriales. Estos aceites esenciales muestran una amplia gama de

aplicaciones, desde la mejora de la salud y el bienestar hasta el uso en la industria alimentaria y agrícola, resaltando su importancia y versatilidad.

En la búsqueda exhaustiva a través de la literatura científica, hemos explorado detalladamente las propiedades antioxidantes y las diversas aplicaciones de los aceites esenciales de *Citrus limon* (limonero), *Piper aduncum* (matico) y *Mentha spicata* (menta verde). Comencemos con el aceite esencial de *Citrus limon*, el cual es ampliamente reconocido por su capacidad para actuar como un escudo antioxidante eficaz. Los autores han coincidido en destacar su potencial en distintos ámbitos: Agarwal et al. (2022), señala su relevancia en aromaterapia y en productos de cuidado de la piel, aprovechando sus propiedades antimicrobianas y astringentes. Ben et al. (2017) y Bhuvanewari et al. (2020), enfatizan sus aplicaciones en la industria alimentaria, destacando especialmente el aceite de plantas tetraploides por su mayor capacidad antioxidante. Othman et al. (2022) y Klimek et al. (2020), resaltan su versatilidad en la industria alimentaria, perfumería, cosméticos y farmacéutica, aprovechando sus beneficios terapéuticos y su contribución a las características organolépticas de los productos. Por otro lado, el aceite esencial de *Piper aduncum* presenta propiedades antioxidantes, aunque su composición química diversa y su acción antiinflamatoria son aspectos destacados por los autores: Carneiro et al. (2022), explora su potencial en nanoemulsiones para la entrega tópica de dillapiol, enfatizando su efecto antiinflamatorio. Durofil et al. (2021), destaca su aplicación como biopesticida, especialmente en el control de plagas como *Aedes aegypti*, y su actividad antiparasitaria contra *Leishmania amazonensis*.

**Tabla 1**

*Aplicaciones específicas de los aceites esenciales de Citrus limon, Piper aduncum y Mentha spicata*

Año de la investigación	<i>Citrus limon</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Mentha spicata</i>
2017	-	Quimioterapia antimicrobiana (Monzote et al., 2017).	Aplicaciones antibacterianas y en la conservación de alimentos (Chrysargyris et al., 2017).
2018	-	-	Aplicaciones antimicrobianas y antiproliferativas (Bardaweel et al., 2018).
2019	-	Actividad citoprotectora y antioxidante (Herrera-Calderon et al., 2019).	Tratamiento de enfermedades como obesidad y Alzheimer (Ali-Shtayeh et al., 2019).

		Efecto larvicida (Scalvenzi et al., 2019).	
2020	Aplicaciones en industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Bhuvanewari et al., 2020). Seguridad alimentaria, empaquetado y conservación de alimentos (Bora et al., 2020). Industria alimentaria y cosmetología (Klimek-Szczykutowicz et al., 2020).	-	-
2021	Revestimiento comestible para carne (Noshad et al., 2021).	Biopesticida y actividades antiparasitarias (Durofil et al., 2021). Bioinsecticidas (Santos et al., 2021). Propiedades antimicrobianas y cicatrizantes (Ore Areche et al., 2021).	Industria alimentaria y farmacéutica (Ouedrhiri et al., 2021).
2022	Aromaterapia y cuidado de la piel), Ben (Conservación de alimentos (Agarwal et al., 2022). Industria alimentaria, perfumería, cosméticos, farmacéutica (Othman et al., 2022). Nanopartículas de plata antioxidantes (Khane et al., 2022).	Entrega tópica de dillapiole (Carneiro et al., 2022).	Embalaje de alimentos biopolímeros (Zubair et al., 2022). Tratamiento y prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo (Brahmi et al., 2022). Formulaciones de nanogel (Rasti et al., 2022).
2023	Actividad antimicrobiana y citotoxicidad (Petretto et al., 2023). Aplicaciones en acuicultura y seguridad alimentaria (Harmansa y Yavuzcan, 2023).	-	Usos en industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria (Rasekh et al., 2023).

Monzote et al. (2017) y Santos et al. (2021), mencionan su utilidad en quimioterapia antimicrobiana, especialmente en la lucha contra infecciones protozoarias parasitarias como la malaria.

En cuanto al aceite esencial de *Mentha spicata*, se caracteriza por su rica composición en monoterpenos oxigenados y compuestos fenólicos, lo que le confiere una destacada actividad antioxidante.

Los autores han explorado su uso en aplicaciones terapéuticas y en la industria alimentaria:

Ali et al. (2019), resalta su eficacia en el tratamiento de diversas enfermedades, como la obesidad, el Alzheimer y las infecciones resistentes a

medicamentos, subrayando su actividad antibacteriana y antidermatofítica. Bardaweel et al. (2018) y Brahmi et al. (2022), hacen hincapié en su potencial en la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, así como en su capacidad antiproliferativa contra células cancerosas. Ouedrhiri et al. (2021) y Zubair et al. (2022), exploran su uso en la industria alimentaria, especialmente en el envasado de alimentos para mejorar la conservación y la calidad de los productos alimenticios.

En resumen, los aceites esenciales estudiados exhiben propiedades antioxidantes significativas y una amplia gama de aplicaciones en diversos campos, incluyendo la salud, la industria alimentaria y la agricultura;



mientras que *Citrus limon* se destaca por su poderoso potencial antioxidante y su aplicación en aromaterapia y cuidado de la piel, *Piper aduncum* muestra un interesante potencial como biopesticida. *Mentha spicata* se presenta como un aliado crucial en la lucha contra el estrés oxidativo y encuentra su lugar en la industria alimentaria, estos aceites esenciales continúan siendo el foco de investigaciones prometedoras en numerosos campos, subrayando su importancia y versatilidad.

## CONCLUSIONES

El estudio de los aceites esenciales de *Citrus limon*, *Piper aduncum* y *Mentha spicata* ha proporcionado una visión sólida de sus propiedades antioxidante y sus diversas aplicaciones, contribuyendo significativamente a la comprensión de estos compuestos naturales.

Los principales aportes y alcances de los objetivos del estudio señalados se resumen de la siguiente manera: Se ha confirmado que el aceite esencial de *Citrus limon* es una fuente destacada de antioxidantes, especialmente hidrocarburos monoterpenos y d-limoneno, estos compuestos tienen un potente efecto antioxidante, lo que respalda su aplicación en productos de cuidado de la piel y en la industria alimentaria.

Además, se ha destacado su relevancia en la industria alimentaria como un agente mejorador de la calidad y la conservación de los alimentos, lo que representa un hallazgo importante para la formulación de productos alimentarios más saludables y duraderos. Por otro lado, a pesar de no ser ampliamente conocido por sus propiedades antioxidantes, el aceite esencial de *Piper aduncum* ha revelado la presencia de antioxidantes en su composición química, se ha enfocado en su aplicación como biopesticida y su actividad antiinflamatoria.

También se ha resaltado su potencial en la nanoemulsión para la entrega tópica de dillapiole, lo que representa una nueva perspectiva en su uso terapéutico y cosmético. Continuando con el aceite esencial de *Mentha spicata* se ha destacado por su rica composición en monoterpenos oxigenados y compuestos fenólicos, lo que le confiere una potente capacidad antioxidante, se ha subrayado su uso en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, su aplicación en la industria alimentaria para mejorar la conservación y calidad de

los productos alimenticios ha sido enfatizada como un nuevo campo de investigación y desarrollo de productos.

En conjunto, esta revisión bibliográfica ha aportado una comprensión más profunda de los antioxidantes presentes en los aceites esenciales estudiados, así como sus diversas aplicaciones en campos que van desde la salud y la cosmética hasta la industria alimentaria, estos hallazgos enriquecen el conocimiento científico sobre estos compuestos naturales y abren nuevas oportunidades para su utilización en beneficio de la sociedad y la industria.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se realizó en el marco de estudios de Doctorado en Ingeniería Agroindustrial de la Escuela de Posgrado (EPG) de la Universidad Nacional del Santa (UNS) – Chimbote.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agarwal, P., Sebghatollahi, Z., Kamal, M., Dhyani, A., Shrivastava, A., Singh, K. K., Sinha, M., Mahato, N., Mishra, A. K., & Baek, K.-H. (2022). Citrus Essential Oils in Aromatherapy: Therapeutic Effects and Mechanisms. *Antioxidants*, 11(12), 2374. <https://doi.org/10.3390/antiox11122374>
- [2] Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Abu-Zaitoun, S. Y., Khasati, A. I., & Kalbouneh, S. R. (2019). Biological Properties and Bioactive Components of *Mentha spicata* L. Essential Oil: Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity, Alzheimer's Disease, Dermatophytosis, and Drug-Resistant Infections. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2019, 3834265. <https://doi.org/10.1155/2019/3834265>
- [3] Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., & Flamini, G. (2018). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2274-x>
- [4] Ben Hsouna, A., Ben Halima, N., Smaoui, S., & Hamdi, N. (2017). Citrus lemon essential oil: Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities with its preservative effect against *Listeria monocytogenes* inoculated in minced beef meat. *Lipids in Health and Disease*, 16, 146. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0487-5>
- [5] Bhuvaneshwari, G., Thirugnanasampandan, R., & Gogulramnath, M. (2020). Effect of colchicine induced

- tetraploidy on morphology, cytology, essential oil composition, gene expression and antioxidant activity of *Citrus limon* (L.) Osbeck. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26(2), 271. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00718-9>
- [6] Bora, H., Kamle, M., Mahato, D. K., Tiwari, P., & Kumar, P. (2020). Citrus Essential Oils (CEOs) and Their Applications in Food: An Overview. *Plants*, 9(3), 357. <https://doi.org/10.3390/plants9030357>
- [7] Brahmi, F., Lounis, N., Mebarakou, S., Guendouze, N., Yalaoui-Guellal, D., Madani, K., Boulekbache-Makhlouf, L., & Duez, P. (2022). Impact of Growth Sites on the Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Three Algerian Mentha Species (*M. pulegium* L., *M. rotundifolia* (L.) Huds., and *M. spicata* L.). *Frontiers in Pharmacology*, 13, 886337. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.886337>
- [8] Carneiro, S. B., Kreutz, T., Limberger, R. P., Teixeira, H. F., da Veiga Júnior, V. F., & Koester, L. S. (2022). *Piper aduncum* Essential Oil Rich in Dillapiol: Development of Hydrogel-Thickened Nanoemulsion and Nanostructured Lipid Carrier Intended for Skin Delivery. *Pharmaceutics*, 14(11), 2525. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14112525>
- [9] Chrysargyris, A., Xylia, P., Botsaris, G., & Tzortzakis, N. (2017). Antioxidant and antibacterial activities, mineral and essential oil composition of spearmint (*Mentha spicata* L.) affected by the potassium levels. *Industrial Crops and Products*, 103, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.010>
- [10] Durofil, A., Radice, M., Blanco-Salas, J., & Ruiz-Téllez, T. (2021). *Piper aduncum* essential oil: A promising insecticide, acaricide and antiparasitic. A review. *Parasite*, 28, 42. <https://doi.org/10.1051/parasite/2021040>
- [11] Harmansa Yilmaz, B., & Yavuzcan Yildiz, H. (2023). Anthelmintic effects of peppermint (*Mentha piperita*), lemon (*Citrus limon*), and tea tree (*Melaleuca alternifolia*) essential oils against Monogenean parasite (*Dactylogyrus* sp.) on carp (*Cyprinus carpio*). *Helminthologia*, 60(2), 125-133. <https://doi.org/10.2478/helm-2023-0019>
- [12] Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- [13] Herrera-Calderon, O., Chacaltana-Ramos, L., Yuli-Posadas, R. Á., Pari-Olarte, B., Enciso-Roca, E., Tinco-Jayo, J. A., Rojas-Armas, J. P., Felix-Veliz, L. M. V., & Franco-Quino, C. (2019). Antioxidant and Cytoprotective Effect of *Piper aduncum* L. against Sodium Fluoride (NaF)-Induced Toxicity in Albino Mice. *Toxics*, 7(2), 28. <https://doi.org/10.3390/toxics7020028>
- [14] Khane, Y., Benouis, K., Albukhaty, S., Sulaiman, G. M., Abomughaid, M. M., Al Ali, A., Aouf, D., Fenniche, F., Khane, S., Chaibi, W., Henni, A., Bouras, H. D., & Dizge, N. (2022). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous *Citrus limon* Zest Extract: Characterization and Evaluation of Their Antioxidant and Antimicrobial Properties. *Nanomaterials*, 12(12), 2013. <https://doi.org/10.3390/nano12122013>
- [15] Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). *Citrus limon* (Lemon) Phenomenon—A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties, Applications in the Modern Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies. *Plants*, 9(1), 119. <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
- [16] Luis-Pérez, C., Hernández-Ruiz, Á., Merino-López, C., & Niño-Martín, V. (2021). Factores de riesgo asociados a desnutrición en personas mayores que viven en la comunidad: Una revisión rápida. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 56(3), 166-176. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.02.008>
- [17] Monzote, L., Scull, R., Cos, P., & Setzer, W. N. (2017). Essential Oil from *Piper aduncum*: Chemical Analysis, Antimicrobial Assessment, and Literature Review. *Medicines*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/medicines4030049>
- [18] Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., Rahmati-Joneidabad, M., Hemmati Kaykha, M. E., & Ghodsi Sheikhjan, M. (2021). Utilization of Plantago major seed mucilage containing *Citrus limon* essential oil as an edible coating to improve shelf-life of buffalo meat under refrigeration conditions. *Food Science & Nutrition*, 9(3), 1625-1639. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2137>
- [19] Ore Areche, F., Ruiz Rodríguez, A., Ticsihua Huaman, J., & Corilla Flores, D. D. (2021). *Piper aduncum* L. (matico) utilizado como tratamiento para el daño pulmonar y Covid-19. *Vive Revista de Salud*, 4(12), 100-115. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.111>
- [20] Othman, H. I. A., Alkatib, H. H., Zaid, A., Sasidharan, S., Rahiman, S. S. F., Lee, T. P., Dimitrovski, G., Althakafy, J. T., & Wong, Y. F. (2022). Phytochemical Composition, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Citrus hystrix, *Citrus limon*, Citrus pyriformis, and Citrus microcarpa Leaf Essential Oils against Human Cervical Cancer Cell Line. *Plants*, 12(1), 134. <https://doi.org/10.3390/plants12010134>
- [21] Ouedrhiri, W., Mechchate, H., Moja, S., Mothana, R. A., Noman, O. M., Grafov, A., & Greche, H. (2021).

- Boosted Antioxidant Effect Using a Combinatory Approach with Essential Oils from *Origanum compactum*, *Origanum majorana*, *Thymus serpyllum*, *Mentha spicata*, *Myrtus communis*, and *Artemisia herba-alba*: Mixture Design Optimization. *Plants*, 10(12), 2817. <https://doi.org/10.3390/plants10122817>
- [22] Petretto, G. L., Vacca, G., Addis, R., Pintore, G., Nieddu, M., Piras, F., Sogos, V., Fancello, F., Zara, S., & Rosa, A. (2023). Waste *Citrus limon* Leaves as Source of Essential Oil Rich in *Limonene* and *Citral*: Chemical Characterization, Antimicrobial and Antioxidant Properties, and Effects on Cancer Cell Viability. *Antioxidants*, 12(6), 1238. <https://doi.org/10.3390/antiox12061238>
- [23] Rasekh, M., Karami, H., Kamruzzaman, M., Azizi, V., & Gancarz, M. (2023). Impact of different drying approaches on VOCs and chemical composition of *Mentha spicata* L. essential oil: A combined analysis of GC/MS and E-nose with chemometrics methods. *Industrial Crops and Products*, 206, 117595. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117595>
- [24] Rasti, F., Yousefpoor, Y., Abdollahi, A., Safari, M., Roozitalab, G., & Osanloo, M. (2022). Antioxidative, anticancer, and antibacterial activities of a nanogel containing *Mentha spicata* L. essential oil and electrospun nanofibers of polycaprolactone-hydroxypropyl methylcellulose. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 22, 261. <https://doi.org/10.1186/s12906-022-03741-8>
- [25] Santos, T. S., Vieira, T. E. S., Paula, J. R. de, Neto, J. R. de O., Cunha, L. C. da, Santos, A. H. dos, & Romano, C. A. (2021). Influence of drying on the chemical composition and bioactivity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Research, Society and Development*, 10(8), Article 8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17397>
- [26] Scalvenzi, L., Radice, M., Toma, L., Severini, F., Boccolini, D., Bella, A., Guerrini, A., Tacchini, M., Sacchetti, G., Chiurato, M., Romi, R., & Di Luca, M. (2019). Larvicidal activity of *Ocimum campechianum*, *Ocotea quixos* and *Piper aduncum* essential oils against *Aedes aegypti*. *Parasite*, 26, 23. <https://doi.org/10.1051/parasite/2019024>
- [27] Zubair, M., Shahzad, S., Hussain, A., Pradhan, R. A., Arshad, M., & Ullah, A. (2022). Current Trends in the Utilization of Essential Oils for Polysaccharide- and Protein-Derived Food Packaging Materials. *Polymers*, 14(6), 1146. <https://doi.org/10.3390/polym14061146>