





ARTÍCULO ORIGINAL

**ACEITES ESENCIALES: INTERÉS AGROINDUSTRIAL POR LOS COMPUESTOS
BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PLANTAS AROMÁTICAS**

**ESSENTIAL OILS: AGROINDUSTRIAL INTEREST IN THE BIOACTIVE COMPOUNDS
AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF AROMATIC PLANTS**

Paucarchuco, Soto Joselin ¹  Torres Gutiérrez, Elmer Robert ¹  Javier Ninahuaman, Henry Juan ¹ 
Vilchez De la Cruz, Jamir Ever ¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Tarma, Perú.

Para citar este artículo:

Paucarchuco, J., Torres, E., Javier, H., & Vilvez, J. (2023). Aceites esenciales: Interés agroindustrial por los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas aromáticas. *Advances in Science and Innovation*, 2 (2).

RESUMEN

Actualmente la agroindustria está desarrollando productos más saludables y con prolongada vida útil. Es allí donde la aplicación de los aceites esenciales (AE) obtenidos de hierbas aromáticas toma mayor fuerza, ya que estos productos pueden ser aprovechados como recubrimientos comestibles, agentes antimicrobianos, antioxidantes en alimentos, saborizantes y aromatizantes. La presente revisión sistemática tiene como objetivo recopilar información acerca del interés agroindustrial por los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de las plantas aromáticas, para poder ampliar el panorama de los lectores acerca del uso de aceites esenciales en la Agroindustria. Por lo que se revisó literatura científica de 3 bases de datos: Scielo, Scopus y Sciencedirect, asimismo se definieron palabras claves como: “aceite esencial”; “hierbas aromáticas”; “compuestos bioactivos”, “capacidad antioxidante” y “monoterpenos fenólicos”, también se identificó el idioma (inglés y español) y los años de publicación (2018 a 2023). La metodología empleada fue el sistema PRISMA, la cual ayudó a desarrollar una lista de comprobación y un diagrama de flujo, el mismo que permitió seleccionar los artículos con información resaltante, exquisita, filtrada y precisa. Por lo que al final de la selección de literatura solo se escogieron 25 artículos, los cuales aportan información relevante y actual. En cuanto al tema de revisión se concluye que los AE reciben constante vigilancia por poseer diferentes compuestos bioactivos, actividad antimicrobiana y capacidad antioxidante, las cuales hacen que sean muy codiciadas en el sector Agroindustrial.

Palabras Claves: *Monoterpenoides fenólicos, aceite esencial, capacidad antioxidante, hierbas aromáticas.*

ABSTRACT

Currently, the agribusiness is developing healthier products with a long shelf life. This is where the application of essential oils (EO) obtained from aromatic herbs gains greater strength, since these products can be used as edible coatings, antimicrobial agents, antioxidants in foods, flavorings and flavorings. The objective of this systematic review is to collect information about the agroindustrial interest in bioactive compounds and the antioxidant capacity of aromatic plants, in order to expand the readers' panorama about the use of essential oils in Agroindustry. Therefore, scientific literature from 3 databases was re-

viewed: Scielo, Scopus and Sciencedirect, and key words were defined such as: “essential oil”; “aromatic herbs”; “bioactive compounds”, “antioxidant capacity” and “phenolic monoterpenes”, the language (English and Spanish) and the years of publication (2018 to 2023) were also identified. The methodology used was the PRISMA system, which helped develop a checklist and a flow diagram, which allowed selecting articles with outstanding, exquisite, filtered and precise information. Therefore, at the end of the literature selection, only 25 articles were chosen, which provide relevant and current information. Regarding the subject of review, it is concluded that EO receive constant surveillance for possessing different bioactive compounds, antimicrobial activity and antioxidant capacity, which make them highly coveted in the Agroindustrial sector.

Keywords: *Phenolic monoterpenoids; essential oil; antioxidant capacity; aromatic herbs.*

INTRODUCCIÓN

El avance de la ciencia de los alimentos y la nutrición, acompañado de la introducción de formulaciones diversas e innovadoras, ha cautivado el interés de los consumidores en elegir alimentos saludables y funcionales sin aditivos ilegales (Cruz & Huamaní, 2021). Garantizar la seguridad alimentaria es un principio fundamental en la producción de alimentos, ya que impacta directamente en la salud del consumidor. Por lo tanto, las autoridades de seguridad alimentaria deben supervisar rigurosamente las medidas de seguridad alimentaria. Los mohos y sus toxinas plantean un riesgo importante y contribuyen a la contaminación en diversas etapas de la cadena de suministro de alimentos, desde la cosecha y el transporte hasta el almacenamiento. Además de los problemas de salud, el crecimiento de hongos afecta negativamente a la calidad y comerciabilidad de los productos alimenticios (Łyczko et al., 2023).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los mohos transmitidos por los alimentos y sus subproductos tóxicos son responsables de aproximadamente el 25 % de las pérdidas de alimentos agrícolas en todo el mundo. Ciertos géneros de hongos, incluidos *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Alternaria*, son capaces de producir metabolitos secundarios conocidos como micotoxinas (Cavalcante et al., 2023).

Históricamente, la aplicación de fungicidas sintéticos ha sido un método frecuente para combatir la contaminación de los alimentos por hongos. Sin embargo, los compuestos antifúngicos sintéticos no están exentos de efec-

tos adversos sobre la salud del consumidor. En consecuencia, para mitigar el daño potencial causado por los compuestos sintéticos, numerosos estudios han buscado desarrollar alternativas naturales capaces de inhibir el crecimiento de hongos con inconvenientes mínimos (Zaccardelli et al., 2021).

En comparación con otros conservantes sintéticos, los aceites esenciales (AE) están ganando cada vez más popularidad debido a su alineación con las tendencias contemporáneas de aditivos alimentarios “verdes”, “seguros” y “saludables” (Abdi-Moghadam et al., 2023). Los AE son metabolitos secundarios extraídos de plantas aromáticas, principalmente de naturaleza incolora, lipófila y volátil (Daba et al., 2022).

Aceites esenciales de plantas aromáticas

Los AE consisten en una mezcla de compuestos, que incluyen terpenos y compuestos aromáticos como fenoles, hidrocarburos, aldehídos, alcoholes, derivados metoxi y compuestos metilendioxi. Los compuestos oxigenados, en particular, son responsables de su olor característico. Estos compuestos bioactivos pueden exhibir actividades biológicas potenciales, como propiedades antibacterianas y antifúngicas. Los diversos grupos fenólicos dentro de sus estructuras los hacen adecuados para su uso como agentes funcionales, aromatizantes y conservantes en alimentos (Castro-Alayo et al., 2019).

Los mecanismos precisos por los cuales los AE inhiben el crecimiento de hongos siguen sin estar claros. Algunos estudios sugieren que ciertos aceites esenciales influyen directa e indirectamente en los micelios de los hon-

gos al permear el medio de crecimiento y difundirse en las células. Investigaciones anteriores también han confirmado que la actividad antifúngica más eficaz se logra cuando los AE se aplican mediante una combinación de métodos directos e indirectos (Achimón et al., 2021).

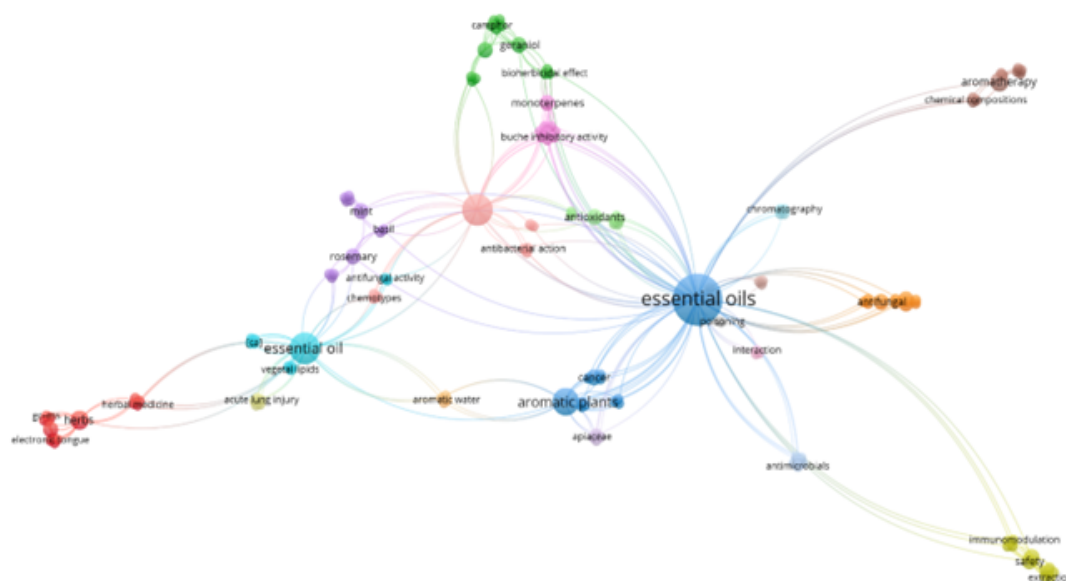
En cuanto al mecanismo de acción de estos agentes, se ha demostrado que los AE se absorben preferentemente en la superficie lipófila del micelio, y el grado de inhibición aumenta con la superficie del micelio. Se plantea la hipótesis de que los AE forman enlaces cruzados irreversibles con componentes de la membrana celular fúngica, lo que provoca la

fuga de contenidos intracelulares (Yamaguchi et al., 2020).

Una revisión exhaustiva de la literatura existente indica que el uso de AE en la industria del embalaje ha ayudado a abordar desafíos prácticos como la estabilidad ambiental limitada y la resistencia al calor (Al-Zereini et al., 2021). Además, los AE de orégano han mostrado reducciones significativas en las esporas de *Aspergillus terreus* y *Penicillium expansum*, mientras que los AE de lavanda han reducido de manera similar las esporas de *Fusarium oxysporum* y *P. expansum* (Talebi et al., 2020)

Figura 1

Visualización de red por palabras claves



INTRODUCCIÓN

Tipo de Investigación

El presente estudio está diseñado como una revisión bibliográfica sistemática y está orientado en la búsqueda de información acerca del interés agroindustrial por los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas aromáticas aplicadas en la industria de los alimentos.

Diseño de Investigación

Las principales fuentes y base de datos utilizadas en la investigación fueron: Scopus, Scielo y Science Direct, utilizando palabras claves como “aceite esencial”; “hierbas aromáticas”; “compuestos bioactivos”, “capacidad antioxidante” y “monoterpenos fenólicos”, también se identificó el idioma (inglés y español) y los años de publicación (2018 a 2023).

Método de Análisis

En la presente investigación se aplicó el método PRISMA, el que consistió en una lista de comprobación y un diagrama de flujo, el mismo que permitió seleccionar los distintos artículos, así como revisiones sistemáticas de otros tipos de investigación para la optimización en la clasificación de la información.

Población y tamaño de la muestra

En esta investigación se revisó información de

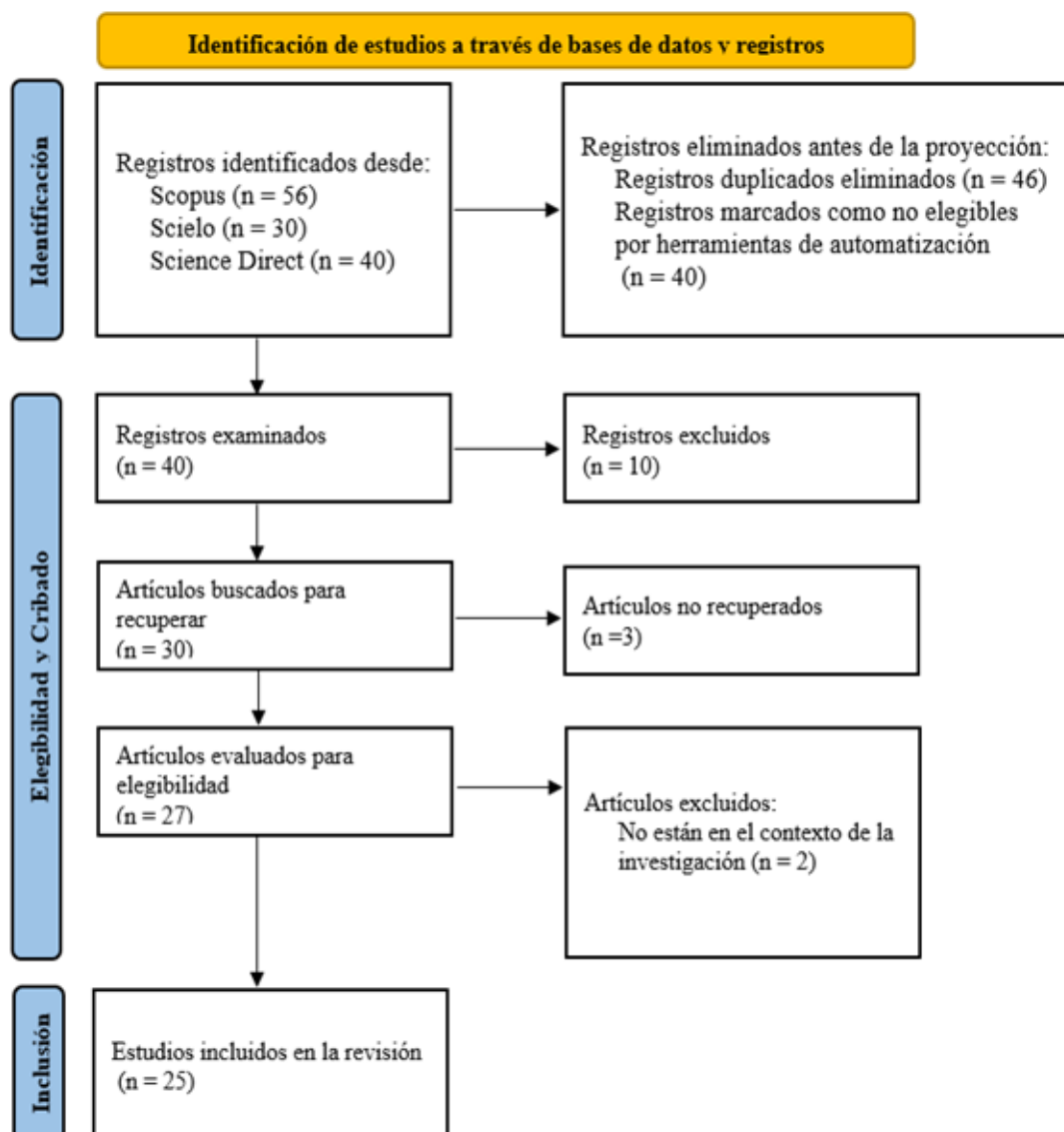
25 artículos científicos encontrados en la base de datos, las cuales contribuyeron a la fundamentación teórica.

Técnica de recolección de datos

En la figura 2 se detalla el proceso de selección de los artículos, mediante un diagrama de flujo:

Figura 2

Diagrama de flujo. Proceso de selección de estudios



Nota: Diagrama de flujo. Proceso de selección de artículos empleando el método PRISMA.

Técnica de recolección de datos

La ecuación de búsqueda permitió encontrar un total de 126 documentos. Una vez identificadas todas las publicaciones, se realizó una preselección considerando el tema interés agroindustrial por los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas aromáticas.

Figura 3

Visualización de red por autores mas relevantes



HALLAZGOS

Técnica de recolección de datos

Hay aproximadamente 3000 aceites esenciales (AE) derivados de diversas plantas en todo el mundo, y aproximadamente 300 de ellos tienen una importancia comercial significativa. Si bien muchos AE y aromatizantes alimentarios se reconocen generalmente como seguros (GRAS), se ha informado de la toxicidad de algunos en altas concentraciones (Achimón et al., 2021).

Las propiedades antibacterianas y antifúngicas de los AE están estrechamente relacionadas con la funcionalidad de sus componentes

El análisis de los autores más relevantes permitió establecer las áreas temáticas de las investigaciones (Figura 3). Con ello fue posible identificar las colaboraciones que existe entre los autores sobre el tema de los aceites esenciales obtenidos de hierbas aromáticas aplicados en la industria alimentaria.

de aceites esenciales, como los monoterpenos y sesquiterpenos. Por ejemplo, se ha confirmado que el geraniol, un monoterpeno activo que se encuentra en el aceite de menta, inhibe el crecimiento de *A. flavus* y *A. ochraceus* hasta en un 98%. Neral, otro componente importante de los AE obtenidos de hojas y cáscaras específicas de *Zambetakis*, ha demostrado la capacidad de impedir el crecimiento de *A. ochraceus*. Además, el aceite de citronela, derivado de la planta *Cymbopogon nardus*, puede inhibir el crecimiento de *A. ochraceus* en un 83% (Boom et al., 2018).

Se observaron los efectos inhibidores de los aceites esenciales (AE) de menta, salvia, tomillo, anís y pimienta roja sobre el crecimiento

to de cepas de *Aspergillus* y la producción. Los resultados de esta revisión demuestran que los AE poseen importantes propiedades antifúngicas, lo que los hace adecuados para aplicaciones alimentarias. Sin embargo, se debe tener en cuenta su potente aroma, ya que puede provocar una aceptabilidad general reducida o efectos organolépticos indeseables en los alimentos (Alonso-Miguel et al., 2020).

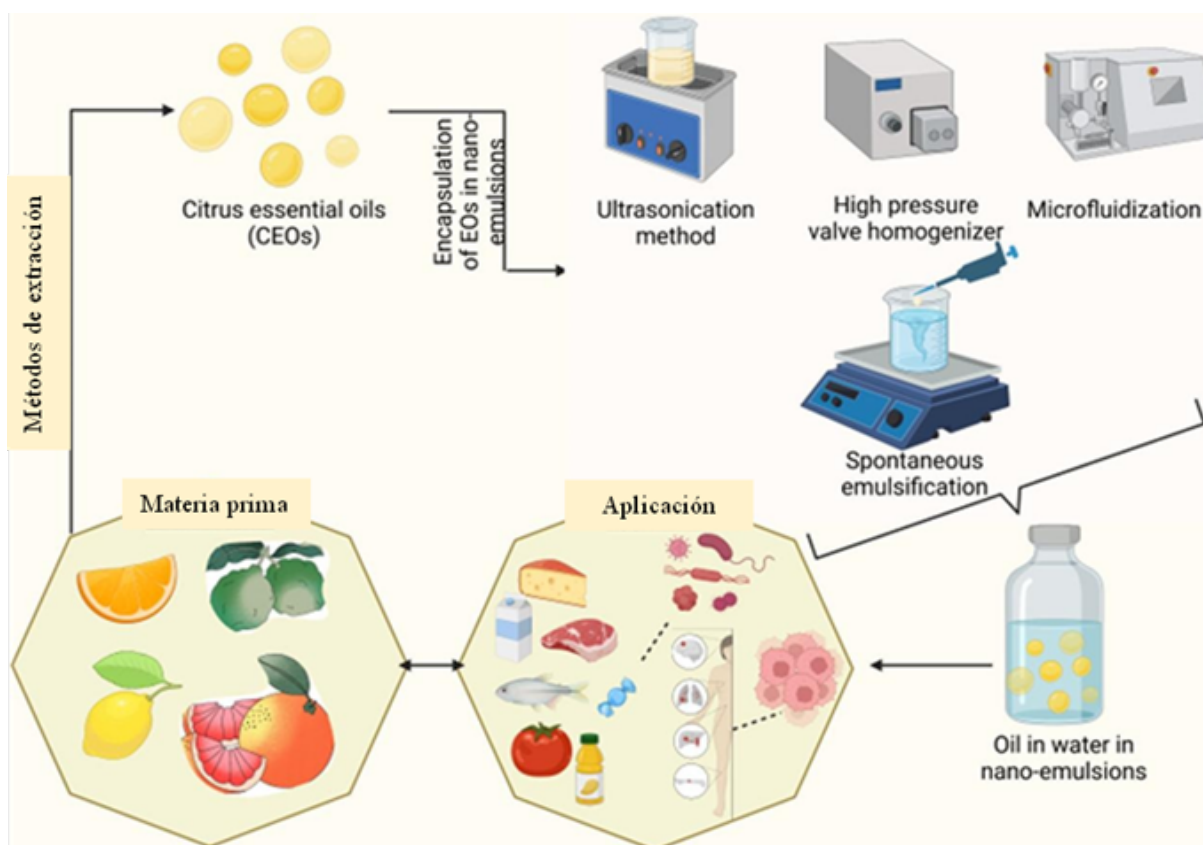
Se han realizado varios esfuerzos para explorar el uso potencial de los AE para inhibir la formación de biopelículas. En un estudio, se utilizaron AE de plantas colombianas para prevenir la formación de biopelículas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Gómez-Sequeda et al., 2020). La composición química de los aceites esenciales incluía 13

hidrocarburos monoterpénicos, 34 monoterpenos oxigenados, 11 hidrocarburos sesquiterpénicos, 10 sesquiterpenos oxigenados, un diterpeno, siete derivados de benceno y 22 componentes no isoprenoides, que comprenden alcoholes, aldehídos y cetonas. El timol y el carvacrol exhibieron la mayor actividad antibacteriana contra *E. coli* O157:H7 (CIM50 = 0,9 y 0,3 mg/ml) y MRSA (CMI50 = 1,2 y 0,6 mg/ml, respectivamente) (Mahanta et al., 2021).

Por otro lado, los AE han demostrado eficacia contra las biopelículas fúngicas. Los estudios han demostrado que los AE como el orégano, tomillo blanco y los cítricos pueden inhibir la formación de biopelículas y destruir las biopelículas maduras de especies de *Candida* (Terán, 2021).

Figura 4

Aceites esenciales de cáscaras de cítricos con énfasis en sus mecanismos de acción y aplicaciones potenciales



Las propiedades antifúngicas de los aceites esenciales (AE) de los artículos seleccionados, junto con sus hallazgos clave, se presentan en la tabla 1. Los resultados revelaron un

rango de valores para la concentración mínima inhibidora (MIC) y la concentración mínima fungicida (MFC).

Figura 4

Principales resultados de las actividades antifúngicas de los AE y sus componentes.

Aceite esencial	Componentes del aceite esencial	Hongos	Método	MIC/MFC	Referencia
Tomillo, ajedrea, clavo	Aceite de clavo: timol, carvacrol, linalool, cimeno Ajedrea: carvacrol, terpineno, timol Tomillo: eugenol, cariofilina, acetato de eugeilo	<i>A. flavus</i>	Método de dilución en agar	Tomillo: 350 ajedrea: 500 mg/ml aceite de clavo: 500 mg/ml	(Tang et al., 2018)
Cinnamon	Cinnamaldehyde	<i>R. nigricans</i> , <i>A. flavus</i> , <i>P. expansum</i>	Método de dilución en agar	MIC <i>R. nigricans</i> : 0,64 % (v/v) <i>A. flavus</i> : 0,16 % (v/v) <i>P. expansum</i> : 0,16 % (v/v) Limoncillo (µl/0,4 l de espacio aéreo): <i>A. niger</i> CMI: 1/25-10 CMI: 1,25-10 <i>A. flavus</i> CMI: 6/5-26 CMI: 8/5-34 <i>A. fumigatus</i> CMI: 1/5 -6 MLC: 0,62-10	(Desam et al., 2019)
Limoncillo (cymbopogon citratus), menta (mentha piperita)	citral, miraceno; citral, 1,8-cineol, isomentona mentilo, acetato	<i>A. níger</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. fumigatus</i>	Técnica de placa de Petri	Menta (µl/0,4 L de espacio aéreo) <i>A. niger</i> MIC: 3,25-26 MLC: 6,25-50 <i>A. flavus</i> MIC: 4,5-36 MLC: 6,25-50 <i>A. fumigatus</i> MIC: 5,75-46 MLC: 7,5-60	(Galvez et al., 2020)
<i>Allium tuberosum</i> (at), <i>Cinnamomum cassia</i> (cc), <i>Pogostemon cablin</i> (Patchouli, p)	Trisulfuro de dialilo, disulfuro de dialilo, sulfuro de dialilo, metil-2-propenil-3-sulfuro, dialiltetrasulfuro	<i>A. flavus</i> , <i>A. oryzae</i>	Método de dilución en macrocaldo	CIM: 125- >1500 ppm	(Pinto et al., 2017)
Canela, orégano, limoncillo, clavo		<i>Botrytis cinerea</i> <i>Dendryphion penicillatum</i> <i>Helminthosporium solani</i>	Método de volatilización del disco (DVM)	DVM: 32-128 µL/L WAF: 0,25-4 ml/L, 64 a >512 µL/L	(Hu et al., 2019)

Al investigar las aplicaciones de AE en dermocosmética, se evaluó la capacidad de eliminación de radicales libres para determinar la actividad antioxidante, que puede contribuir a la preservación celular, la inhibición de la tirosinasa, que puede actuar como tratamiento dermatológico para la hiperpigmentación, y la inhibición de la elastasa, que ayuda en el manejo de las propiedades físicas de la piel (Filho et al., 2022). Los resultados de estas pruebas son importantes para el uso adecuado del producto final, ya que el seguimiento de su capacidad citotóxica es fundamental para su seguridad general (Gallegos-Flores et al., 2022).

El aceite esencial de limoncillo puede eliminar las biopelículas fúngicas en aproximadamente un 95 %, y su eficacia contra las biopelículas maduras es comparable a la de la nistatina, un agente antifúngico comúnmente utilizado (Ospina et al., 2018). El aceite esencial de *Syzygium aromaticum* exhibe actividad antifúngica contra especies de *Candida* y puede inhibir la formación de biopelículas de múltiples especies (Montibeler et al., 2018).

Retos actuales y futuros

Los AE se han estudiado exhaustivamente para determinar sus posibles aplicaciones como agentes antifúngicos en los alimentos. Han demostrado actividad antimicrobiana contra varios hongos, incluidos los que contaminan los productos alimenticios y producen micotoxinas. El uso de AE como conservantes naturales en la industria alimentaria está ganando interés debido a su naturaleza ecológica y su estatus de Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS) (Sharma et al., 2023). Sin embargo, el uso práctico de los AE en la conservación de alimentos enfrenta desafíos debido a su naturaleza volátil, baja solubilidad y alta inestabilidad. Para superar estos desafíos, se han explorado diferentes estrategias de entrega, como la nanoencapsulación, el envasado activo y el recubrimiento a base de polímeros. La nanoencapsulación, en particular, ha mejorado la bioeficacia y la liberación controlada de los aceites esenciales, potenciando su eficacia en la seguridad alimentaria. En general, los AE tienen el potencial de usarse como agentes antifúngicos naturales en la industria alimentaria, y los avances en los sis-

temas de administración pueden mejorar aún más su eficacia y aplicación (El Hachlafi et al., 2023).

CONCLUSIÓN

Las principales aplicaciones de los AE en la agroindustria son (recubrimientos comestibles, agentes antimicrobianos, antioxidantes en alimentos, saborizantes y aromatizantes). En cuanto a las características fisicoquímicas los AE son productos que poseen un aroma muy fuerte y son considerados como mezclas muy complejas que se obtienen de plantas aromáticas y estos a su vez están formados por terpenoides y terpenos. También un factor importante es el lugar geográfico donde fue cultivada la planta aromática, debido a que afecta notoriamente las propiedades físicas, químicas y actividad antioxidante. En lo que respecta a las tecnologías más eficaces para extracción de aceites, se tomó como referencia a los métodos de extracción por fluidos supercríticos y microondas, ya que son tecnologías que brindan un alto porcentaje de rendimiento y muestras de mayor pureza. Finalmente se concluye que los AE reciben constante vigilancia por su actividad antimicrobiana contra diferentes tipos de bacterias y hongos, ya que, al estar formados por terpenoides, sesquiterpenos, alcoholes, ácidos, ésteres acíclicos, aldehídos y lactonas, son excelentes antimicrobianos y también los compuestos fenólicos presentes en los AE proporcionan sus propiedades antioxidantes.

REFERENCIAS

- Abdi-Moghadam, Z., Mazaheri, Y., Rezagholizade-shirvan, A., Mahmoudzadeh, M., Sarafraz, M., Mohtashami, M., Shokri, S., Ghasemi, A., Nickfar, F., Darroudi, M., Hossieni, H., Hadian, Z., Shamloo, E., & Rezaei, Z. (2023). The significance of essential oils and their antifungal properties in the food industry: A systematic review. *Heliyon*, 9(11), e21386. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21386>
- Achimón, F., Brito, V. D., Pizzolitto, R. P., Ramirez Sanchez, A., Gómez, E. A., & Zygadlo, J. A. (2021). Chemical composition and antifungal properties of commercial essential oils against the maize phytopathogenic fungus

- Fusarium verticillioides*. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 292-303. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.12.001>
- Alonso-Miguel, H., Pérez-Alonso, M. J., Soria, A. C., & Martínez, M. B. (2020). Composición de aceites esenciales de diferentes especies de “pimienta” de los géneros *Piper*, *Pimenta*, *Lindera*, *Ruta*, *Schinus* y *Zanthoxylum*. *Botanica Complutensis*, 44, 103-113. <https://doi.org/10.5209/bocm.73020>
- Al-Zereini, W., Al-Trawneh, I., Al-Qudah, M., Tumallah, H., Rawashdeh, H., & Abudayeh, Z. (2021). Essential oils from *Elettaria cardamomum* (L.) Maton grains and *Cinnamomum verum* J. Presl barks: Chemical examination and bioactivity studies. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 10, 173-185. https://doi.org/10.56499/jppres21.1162_10.1.173
- Boom, E. A., Orozco, J. A., Alean, J. D., Rojano, B., Boom, E. A., Orozco, J. A., Alean, J. D., & Rojano, B. (2018). Evaluation of Antioxidant Activity of Eucalyptus Essential Oils Grown in Colombia. *Información tecnológica*, 29(6), 57-66. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057>
- Castro-Alayo, E. M., Chávez-Quintana, S. G., Auquiñivín-Silva, E. A., Fernández-Jeri, A. B., Cruz, O. A.-D. la, Rodríguez-Hamamura, N., Olivas-Orozco, G., & Sepúlveda-Ahumada, D. R. (2019). Aceites esenciales de plantas nativas del Perú: Efecto del lugar de cultivo en las características fisicoquímicas y actividad antioxidante. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), Art. 4. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.04>
- Cavalcante, D. N., Corrêa, R. F., Campelo, P. H., Sanches, E. A., & Bezerra, J. de A. (2023). Essential oils from unconventional food plants (*Murraya* spp., *Ocimum* spp., *Piper* spp.) as alternative food flavorings. *Food Chemistry Advances*, 3, 100481. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100481>
- Cruz, A. M., & Huamaní, W. (2021). Aceites esenciales de plantas medicinales con efecto antifúngico en Sudamérica: Una revisión sistemática. *Repositorio Institucional - UMA*. <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/348>
- Daba, A., Tadesse, M., Habte, G., Negawo, A. T., & Berecha, G. (2022). Phytochemical composition of essential oils from aromatic plants inherited with bioherbicidal activity in arabica coffee production system of Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100368. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100368>
- Desam, N. R., Al-Rajab, A. J., Sharma, M., Mylabathula, M. M., Gowkanapalli, R. R., & Albratty, M. (2019). Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha×Piperita* L. (peppermint) essential oils. *Journal of King Saud University - Science*, 31(4), 528-533. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.07.013>
- El Hachlafi, N., Benkhaira, N., Al-Mijalli, S. H., Mrabti, H. N., Abdnim, R., Abdallah, E. M., Jeddidi, M., Bnouham, M., Lee, L.-H., Ardianto, C., Ming, L. C., Bouyahya, A., & Fikri-Benbrahim, K. (2023). Phytochemical analysis and evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antidiabetic activities of essential oils from Moroccan medicinal plants: *Mentha suaveolens*, *Lavandula stoechas*, and *Ammi visnaga*. *Bio-medicine & Pharmacotherapy*, 164, 114937. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114937>
- Filho, A. C. P. de M., Ventura, M. V. A., Batista-Ventura, H. R. F., Castro, C. F. de S., Teixeira, M. B., & Soares, F. A. L. (2022). Actividad antioxidante de los aceites esenciales de *Cochlospermum regium* (Bixaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 26(3), Art. 3. <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/1261>
- Gallegos-Flores, P. I., Delgadillo-Ruiz, L., Bañuelos-Valenzuela, R., Echavarría-Chairez, F., Valladares-Carranza, B., & Meza-López, C. (2022). INHIBITION OF BACTERIAL MOBILITY BY TERPENOID COMPOUNDS AND PLANT ESSENTIAL OILS. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1), Art. 1. <https://doi.org/10.56369/tsaes.3914>
- Galvez, C. E., Jimenez, C. M., Gomez, A. de los A., Lizarraga, E. F., & Sampietro, D. A. (2020). Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Senecio nutans*, *Senecio viridis*, *Tagetes terniflora* and *Aloysia gratissima* against toxigenic *Aspergillus* and *Fusarium* species. *Natural Product Research*, 34(10), 1442-1445. <https://doi.org/10.1080/1>

4786419.2018.1511555

Gómez-Sequeda, N., Cáceres, M., Stashenko, E. E., Hidalgo, W., & Ortiz, C. (2020). Antimicrobial and Antibiofilm Activities of Essential Oils against *Escherichia coli* O157:H7 and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Antibiotics*, 9(11), Art. 11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110730>

Hu, F., Tu, X.-F., Thakur, K., Hu, F., Li, X.-L., Zhang, Y.-S., Zhang, J.-G., & Wei, Z.-J. (2019). Comparison of antifungal activity of essential oils from different plants against three fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 134, 110821. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110821>

Łyczko, J., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Skrzyński, M., Klisiewicz, K., & Szumny, A. (2023). Chemistry behind quality – The usability of herbs and spices essential oils analysis in light of sensory studies. *Food Chemistry*, 411, 135537. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135537>

Mahanta, B. P., Bora, P. K., Kemprai, P., Borah, G., Lal, M., & Halder, S. (2021). Thermolabile essential oils, aromas and flavours: Degradation pathways, effect of thermal processing and alteration of sensory quality. *Food Research International*, 145, 110404. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110404>

Montibeler, J., Domingos, T. da S., Braga, E. M., Gnatta, J. R., Kurebayashi, L. F. S., & Kurebayashi, A. K. (2018). Efetividade da massagem com aromaterapia no estresse da equipe de enfermagem do centro cirúrgico: Estudo-piloto. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 52, 03348. <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2017038303348>

Ospina, J. D., Grande, C. D., Monsalve, L. V., Advíncula, R. C., Mina, J. H., Valencia, M. E., Fan, J., & Rodrigues, D. (2018). Evaluation of the chitosan films of essential oils from *Origanum vulgare* L (oregano) and *Rosmarinus officinalis* L (rosemary). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(1), Art. 1. <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/655>

Pinto, E., Gonçalves, M.-J., Cavaleiro, C., & Salgueiro, L. (2017). Antifungal Activity of *Thapsia villosa* Essential Oil against *Candida*, *Cryptococcus*, *Malassezia*, *Aspergillus* and *Dermatophyte* Species. *Molecules*, 22(10), Art. 10. <https://doi.org/10.3390/molecules22101595>

Sharma, V., Kumar, D., Dev, K., & Sourirajan, A. (2023). Anticancer activity of essential oils: Cell cycle perspective. *South African Journal of Botany*, 157, 641-647. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.04.031>

Talebi, S. M., Nohooji, M. G., & Yarmohammadi, M. (2020). Essential oil analysis of eight «Nepeta» taxa in Iran. *Mediterranean Botany*, 41(1), Art. 1. <https://doi.org/10.5209/mbot.64567>

Tang, X., Shao, Y.-L., Tang, Y.-J., & Zhou, W.-W. (2018). Antifungal Activity of Essential Oil Compounds (Geraniol and Citral) and Inhibitory Mechanisms on Grain Pathogens (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus*). *Molecules*, 23(9), Art. 9. <https://doi.org/10.3390/molecules23092108>

Terán, S. S. (2021). Edible coatings based on cassava starch, salicylic acid and essential oils for preservation of fresh-cut mango. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 74(1), 9461-9469.

Yamaguchi, K. K., Pedrosa, T. do N., de Vasconcellos, M. C., Lima, E. S., & Veiga-Junior, V. F. (2020). *Ocotea* (Lauraceae) Amazonian essential oils chemical composition and their tyrosinase inhibition to use in cosmetics. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*; Vol. 19 No. 5: September 2020; 519-526. <https://doi.org/10.37360/blacpma.20.19.5.36>

Zaccardelli, M., Roscigno, G., Pane, C., Celano, G., Di Matteo, M., Mainente, M., Vuotto, A., Mencherini, T., Esposito, T., Vitti, A., & De Falco, E. (2021). Essential oils and quality composts sourced by recycling vegetable residues from the aromatic plant supply chain. *Industrial Crops and Products*, 162, 113255. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113255>