

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LAMIACEAS, ASTERACEAS, VERVENACEAS: UNA REVISIÓN

CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS FROM LAMIACEAS, ASTERACEAS, VERVENACEAS: A REVIEW

Cristina Mena P.¹, Bolívar Silva L.¹ & Andrés Medina¹

Recibido: 16 de julio 2020 / Aceptado: 23 de octubre 2020
DOI: 10.26807/ia.vi.177

Palabras claves: Aceites esenciales, Asteraceae, Lamiaceae, Verbenaceae.
Keywords: Asteraceae, essential oils, Lamiaceae, Verbenaceae.

RESUMEN

Desde tiempos muy remotos, las plantas y los aceites esenciales extraídos de ellas han cumplido un papel muy importante en el área terapéutica gracias a sus propiedades biológicas, tales como la acción larvicida, analgésica, antiinflamatoria, antioxidante, fungicida, entre otras. Se ha comprobado que los aceites esenciales exhiben actividad biológica, lo cual es extremadamente

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador (cemena@puce.edu.ec; bsilva290@puce.edu.ec; amedina@puce.edu.ec)

importante en el campo de la ciencia y la industria. Por esta razón, en las últimas décadas ha ido tomando mayor importancia el estudio y desarrollo de técnicas analíticas que permitan la determinación e identificación de la composición química de los aceites esenciales ya que son una alternativa potencial a los compuestos sintéticos, debido a la resistencia que éstos han desarrollado frente a microorganismos patógenos. En este artículo se hace un análisis de la composición química de los aceites esenciales de algunas especies que pertenecen a las familias Lamiaceas, Asteraceas y Vervenaceas y de la relación con su actividad biológica. Se concluye que la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales depende de su composición química y de la cantidad de los componentes individuales.

ABSTRACT

Since ancient times, both plants and essential oils extracted from them have had an important role in the therapy field because of their biological properties, such as larvicide, analgesic, anti-inflammatory, antioxidant and fungicide action, among others. It has been proved that essential oils have biological activity, which is extremely important in fields like science and industry. Therefore, in the last decades the importance of studying and developing new techniques for analysis, that would allow us to identify the chemical composition of essential oils, has taken a significantly priority. This is because essential oils have become a potential alternative to synthetic compounds due to high resistance to pathogenic microorganisms developed by the last ones. In this review it is analyzed the chemical composition of essential oils of some species that belong to families: Lamiaceas, Asteraceas and Vervenaceas and its relationship with its biological activity. It is concluded that the antimicrobial activity of essential oils depends on their chemical composition and the quantity of the individual components.

INTRODUCCIÓN

Extensa es la lista de enfermedades infecciosas causadas por microorganismos, desde el período neolítico pasando por la Edad Media y la época colonial europea hasta llegar a la era de la globalización actual: tuberculosis, malaria, disentería, lepra, fiebre amarilla, fiebre tifoidea, sífilis, viruela, VIH, ébola, SARS y ahora el COVID-19. Diversos factores han sido determinantes en la transmisión de estas infecciones: asentamientos humanos, enfrentamientos militares, la migración de poblaciones, la explosión demográfica, la deforestación, el cambio climático, entre otros, han sido causantes de la caída en la economía mundial con graves consecuencias en la sociedad (Franco Paredes & Rodríguez Morales, 2020; Serrano Cumplido et al., 2020).

Los investigadores han buscado sustancias que eliminen parcial o totalmente infecciones causadas por microorganismos; el uso de antisépticos y desinfectantes ha dado buenos resultados, considerando que los primeros pueden ser aplicados directamente sobre tejidos sin afectarlos y los otros sobre superficies inanima-

das ya que son considerados tóxicos (Luque Gómez & Mareca Doñate, 2019; del Río-Carabajo & Vidal-Cortés, 2019).

Muchas de las sustancias y medicamentos usados para inhibir a microorganismos han encontrado diferentes mecanismos de defensa y resistencia, provocando graves infecciones y contagios masivos que impiden controlar y combatir enfermedades en forma eficaz, con la amenaza de que estos agentes antimicrobianos se vuelvan inactivos, incrementándose la mortalidad en la población (Calderón & Aguilar, 2016). Según reporte de WHO (2014), se ha observado resistencia de bacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, que causan infección en intestino, tracto urinario, heridas, torrente sanguíneo y pulmones. Se conoce que en el caso de las cepas de *Staphylococcus aureus* apenas del 5 al 10 % son sensibles y en relación con la *Escherichia coli* y *Klebsiella* son resistentes el 13 % y 16 % respectivamente (Alós, 2015; Saldarriaga Quintero et al., 2015; Blanco et al., 2016;

Barbut et al., 2007; Osorio Fortich et al., 2017).

Un sinnúmero de investigaciones busca alternativas que permitan reemplazar los compuestos químicos y fármacos, usados como agentes antimicrobianos y calificados como resistentes, por otros de origen natural que al cumplir igual función, sean seguros y eficaces para su uso y consumo y eviten sobre todo efectos secundarios (Argote-Vega et al., 2017; Acero-Godoy et al., 2019).

Según estudios cromatográficos, los aceites esenciales contendrían de 200 a 300 sustancias químicas diferentes, lo que ha permitido establecer su actividad biológica bactericida, antimicótica, antiparasitaria, antiviral, insecticida y antioxidante, siendo utilizados en diferentes aplicaciones: conservación de alimentos, medicina, agricultura, cosméticos, perfumes, etc. (Stashenko et al., 2014; Alzamora

et al., 2001; Rojas et al., 2012; Osorio Fortich et al., 2017).

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos volátiles producidos por organismos que se extraen de una planta completa o una parte de ella y que son importantes en la industria cosmética, farmacéutica y de alimentos. Los compuestos químicos principales derivan de tres vías biosintéticas: la vía del mevalonato que conduce a sesquiterpenos, la vía del metil-eritrol que lleva a mono y diterpenos y la vía del ácido shikímico que lleva hacia fenilpropanoides (Schmidt, 2015).

Si bien es cierto que existen incontables estudios sobre las familias Lamiaceas, Asteraceas y Verbenaceas, en la presente revisión se identifica la influencia de los componentes químicos de los aceites esenciales de ciertas especies en la inhibición del desarrollo de microorganismos.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva de artículos científicos relacionados con las propiedades

de los aceites esenciales de Lamiáceas, Verbenáceas y Asteráceas y su actividad biológica. Se amplió la re-

visión en artículos que profundizaban con información sobre la composición química de los aceites esenciales de estas familias, así como también en aquellos en donde se describían las bacterias más sensibles a la acción de dichos aceites.

Toda la información disponible se recopiló a partir de bases de datos electrónicas como Academic Journals, Ethnobotany, Google Scholar, Science Direct, Web of Science y búsquedas en bibliotecas. Los artículos se seleccionaron en base a revistas indexadas y reconocidas.

RESULTADOS

Distribución en el reino vegetal

Existen innumerables especies vegetales con propiedades aromáticas, desde plantas superiores hasta algas (Benfares et al., 2013) o líquenes. Algunas familias botánicas son tradicionalmente fuentes de productos aromáticos, como las Pináceas, Verbenáceas, Mirtáceas, Lamiáceas, Rutáceas, Lauráceas, Piperáceas, Apiáceas y Asteráceas (Arnoldo L. Bandoni, 2003).

Lamiaceae (*Labiatae*)

La familia Lamiaceae incluye hierbas, arbustos y árboles, de tallos cuadrangulares y un olor característico a menta. Esta familia es de distribución cosmopolita, pero su centro de diver-

sidad está en las zonas templadas. En el Ecuador se han registrado aproximadamente 27 géneros y 219 especies, de las cuales 29 equivalen al 13,24 % y son endémicas. La mayor parte de las especies crecen en los bosques andinos, páramos y valles interandinos secos, sobre los 1000 metros de altitud, con menor frecuencia en los bosques secos de la Costa, Galápagos y Amazonía (León Yáñez et al., 2011).

Las Lamiáceas constituyen una gran familia de plantas con un alto contenido de aceites esenciales, poder antimicrobiano, antioxidante y valor medicinal (Sahu et al., 2019; Domínguez-Vázquez & Castro-Ramírez, 2002).

El orégano, la menta, la albahaca, el tomillo, la lavanda, el romero, son algunos ejemplos de esta familia (García et al., 2018). En esta revisión se han tomado los datos de cinco plantas muy utilizadas en nuestro país tanto por sus propiedades culinarias como medicinales.

El orégano, (*Origanum vulgare*) planta nativa europea, es utilizada en todo el mundo en la industria de alimentos y también es usada sobre todo en medicina tradicional (Arcila-Lozano et al., 2004). Diversos estudios señalan que su aceite esencial contiene un número significativo de componentes químicos entre los que destacan el carvacrol y el timol, no obstante, su contenido puede variar por ciertos factores como el origen geográfico, el clima y la especie (Arcila-Lozano et al., 2004).

Su actividad biológica no solamente se verifica en relación a su poder antioxidante que hace que los metabolitos secundarios favorezcan la protección celular debido a la presencia de fenoles (timol, carvacrol) sino también a su capacidad de disminuir el desarrollo de microorganismos que, a su vez, está asociado a su compo-

sición química; además, dan seguridad al momento de usarlos, no producen efectos secundarios y está confirmado que no provocan resistencia como lo hacen productos químicos frente a distintos microbios (Carhuallanqui Pérez et al., 2020; Arcila-Lozano et al., 2004).

En varias publicaciones se ha determinado que los aceites esenciales de orégano presentan actividad inhibitoria frente a bacterias Gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Listeria monocytogenes* y Gram negativas como *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Campylobacter*. (Argote-Vega et al., 2017; García-Díez et al., 2017).

Según ciertos autores, son varios los mecanismos que utilizan los aceites esenciales para eliminar bacterias: destrucción de enzimas que interrumpen la producción de energía, ruptura de la membrana bacteriana, destrucción del material genético de la bacteria (Torrenegra Alarcón et al., 2017; Gallegos-Flores et al., 2019; Hernández-Hernández et al., 2014; Tariq et al., 2019).

Otra especie importante de la familia de las Lamiáceas es el romero (*Rosmarinus officinalis*), usado tanto en la medicina como en la cocina tradicional de varios países. Esta planta, por poseer compuestos bioactivos y gracias a su composición química, presenta propiedades antioxidantes antibacterianas, antifúngicas e incluso antivirales (Gachkar et al., 2007; García et al., 2018).

Romeu et al. (2007), en su estudio de caracterización fitoquímica, determina que el aceite esencial ejerce control efectivo sobre el ácaro del plátano *Tetranychus tumidus*, provocando su muerte.

Según García et al., (2018) varios autores a lo largo de 30 años han realizado estudios de *Rosmarinus officinalis*, sobre todo de sus aceites esenciales y compuestos fenólicos a los que se les atribuye propiedades farmacológicas anticancerígenas, antioxidantes, antiinfecciosas, antidiabéticas, antiinflamatorias, antitumorales, antidepresivas, previene lesiones gástricas e interviene en la conservación de alimentos.

Según Barrera & Acosta, (2013) el aceite esencial de romero actúa satisfactoriamente frente a *Staphylococcus aureus* inhibiéndolo en un 60 %, *Enterococcus faecalis* en un 42 % aproximadamente y frente a *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* en un 28 %.

La albahaca (*Ocimum basilicum*), gracias a sus propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antisépticas es una planta muy utilizada en la elaboración de productos farmacéuticos y cosméticos, pero también alimenticios como condimento (Rivas et al., 2015; Sam et al., 2002). Sus principios activos están presentes en la mayor parte de la planta: hojas, flores, tallos, raíces, y se sabe que sus aceites esenciales poseen actividad inhibitoria frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* a más de poseer propiedades antioxidantes y antifúngicas (Beltrán et al., 2013).

El tomillo (*Thymus vulgaris*), por los componentes de su aceite esencial, es usado en el tratamiento de resfriados, afecciones respiratorias, expulsión de secreciones bronquiales y reducción de la tos (López Luengo,

2008). Según varios estudios realizados, presenta actividad antioxidante y antimicrobiana frente al proceso de descomposición de alimentos y sobre la cepa de *Staphylococcus aureus*, respectivamente (Cardona Henao & Mejía G., 2009; Montero Recalde et al., 2018).

La lavanda (*Lavandula angustifolia*) es una planta arbustiva cultivada en diferentes regiones del mundo, desde países europeos, africanos y asiáticos hasta países americanos. Su uso es conocido desde siglos atrás sobre todo en medicina popular (Sallie

Stoltz Denner, 2009). En infusión alivia dolores de cabeza e insomnio. Por su poder antibacteriano disminuye problemas inflamatorios como laringitis, faringitis, bronquitis y resfriado común. Según estudios, el aceite esencial de esta planta presenta actividad antifúngica y antibacteriana (D'Auria et al., 2005; Cavanagh & Wilkinson, 2005).

En la Tabla 1 se presentan los principales componentes químicos de los aceites esenciales de plantas seleccionadas de la familia Lamiaceae.

Tabla 1. Componentes químicos mayoritarios de los aceites esenciales de Orégano, Romero, Albahaca, Tomillo, Lavanda de la familia Lamiaceae

Nombre Botánico	Compuestos mayoritarios	Referencias
Origanum vulgare	Pulegona	(Adam et al., 1998)
	Carvacrol	(Camiletti & Asensio, 2014)
	Cymenol	(Nardoni et al., 2015)
	Timol	(Bozin et al., 2006)
	<i>o</i> -Cymeno	(Rosato et al., 2009)
	Terpinen-4-ol	(Jeršek et al., 2014)
	β -Terpineol	
	<i>p</i> -Cymeno	
	γ -Terpineno	
	Borneol	
	α -Pino	
	Mentona	
	Linalol	
	β -Bisaboleno	
	Cariofileno	

<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,8 cineol	(Romeu et al., 2007)
	Alcanfor	
	α -pineno	(Garcia et al., 2018)
	Linanol	
<i>Ocimum basilicum</i>	Limoneno	(Barrera & Acosta, 2013)
	Piperitona	
	Isoestragol	(Rivas et al., 2015)
	Humuleno	
<i>Thymus vulgaris</i>	Eucaliptol	(Rojas et al., 2012)
	β -linalol	
	cis- β -ocimeno	(Beltrán et al., 2013)
	Alcanfor	
<i>Lavandula angustifolia</i>	Eugenol	
	1,8-cineol	(Barrera & Acosta, 2013)
	<i>o</i> -cimeno	
	α -pineno	(El-nekeety et al., 2011)
	Carvacrol	
	Timol	
	β -Felandreno	
	Linalol	
	Humulina	
	α -Felandreno	
Mirceno		
<i>Lavandula angustifolia</i>	1,5-dimetil-1-vinil-butirato	(Hui et al., 2010)
	4-hexenil	
	1,3,7octatrieno-3,7-dimetil	(Smigielski et al., 2009)
	Eucaliptol	
	Cariofileno	
	Alcanfor	
	Linalol	
	Acetato de linalilo	
	Geraniol	
	β cariofileno	
Acetato de lavandulilo		

Asteráceas (*Asteraceae*)

Las Asteráceas son una de las especies con mayor diversidad a nivel mundial. Representan del 8 al 10 % de la flora global con 1620 géneros, incluyendo algunos de los más numerosos como *Senecio* (c. 1250 especies), *Hieracium* (c. 1000) y *Helichrysum* (c. 600) (Del Vitto, Luis y Peternatti, 2009).

En el Ecuador, después de las orquídeas, la familia Asteraceae ocupa el segundo lugar en número de especies endémicas en las que arbustos y hierbas son los más comunes. Principalmente habitan en los Andes, aunque existen especies en la Costa, Amazonía y Galápagos (León Yáñez et al., 2011; O'Leary et al., 2012).

Esta familia, debido a su amplia distribución, se ha convertido en una fuente de recursos alternativos y renovables para la humanidad particularmente por su uso en industria, agricultura, comercio, medicina, entre otros.

Los aceites esenciales de este grupo están caracterizados por la presencia de terpenoides (Del Vitto, Luis y Pe-

ternatti, 2009). La importancia de algunas especies de esta familia como antibacterial y antiséptico serán revisadas a continuación.

En el estudio químico y actividad biológica del género *Libanothamnus* realizado por Aparicio-Zambrano et al., (2019) se caracterizó el aceite esencial obtenido de las hojas de la especie *Libanothamnus neriifolius* conocido como frailejón o tabacote y se evaluó su actividad antimicrobiana por el método de difusión en agar con discos frente a bacterias y hongos de referencia internacional. En el estudio realizado se demostró la acción antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Este resultado revela que el aceite esencial de esta especie vegetal posee buena actividad contra este microorganismo; su efecto se puede atribuir a los componentes α -pineno (13,57 %) y β -pineno (3,50 %). Al respecto, se determinó que los compuestos α -pineno, β -pineno y limoneno presentan actividad antibacteriana al ejercer efectos tóxicos sobre la membrana, debido a la interrupción del transporte de iones y la respiración contra este tipo de microorganismos (Aparicio-Zambrano et al., 2019).

En la investigación realizada por Araujo Baptista et al., (2020) se evaluó la composición química y la actividad antimicrobiana de la especie *Lasiocephalus ovatus*, nombre común “Arquitectura”, usada en la medicina tradicional ecuatoriana. La determinación de los componentes químicos, que complementa la información publicada hasta el momento, revela que el alcanfor es el compuesto mayoritario. Se logró determinar que este aceite posee actividad antibacteriana considerable frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. El aceite de esta especie podría constituir una fuente natural de antibacterianos que sea aprovechada en el desarrollo de fármacos anti infecciosos (Araujo Baptista et al., 2020).

Kahrman et al., (2011) en su estudio de la composición química y actividad antimicrobiana de los aceites

esenciales de la flores, hojas y tallo de *Senecio pandurifolius*, revelaron la presencia de los hidrocarburos sesquiterpénicos (flor: 42,4 %, hoja: 43,4 %, tallo: 52,3 %). Los componentes más importantes de los aceites esenciales propios de *Senecio pandurifolius* fueron α -cuprenene (30,7 %) en flor, α -zingiberene (16,1 %) en hoja y γ curcumene (14,9 %) en tallo. En relación con la acción antimicrobiana mostraron actividad contra bacterias Gram positivas, micobacterias y hongos, pero no bacterias Gram negativas. Se concluyó que el aceite esencial extraído de la hoja expresó alta actividad antimicótica y bacteriana (Blanco-Olano et al., 2020).

En la Tabla 2 se presentan los principales componentes químicos de los aceites esenciales de plantas seleccionadas de la familia Asteraceae.

Tabla 2. Componentes químicos mayoritarios de los aceites esenciales del género *Libanothamnus*, *Lasiocephalus*, *Seneci*, *Tanacetum* y *Achillea* de la familia Asteraceae.

Nombre Botánico	Compuestos mayoritarios	Referencias
<i>Achillea holosericea</i> ,	Alcanfor Borneol 1,8-cineol	(Magiatis et al., 2002)

<i>Achillea taygetea</i>	Alcanfor Borneol 1,8-cineol	(Magiatis et al., 2002)
<i>Achillea fraasii</i>	Alcanfor Borneol 1,8-cineol	(Magiatis et al., 2002)
<i>Libanothamnus neriifolius</i>	α -pineno β -pineno limoneno	(Aparicio-Zambrano et al., 2019)
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Alcanfor	(Araujo Baptista et al., 2020)
<i>Senecio pandurifolius</i>	α -cupreneno α -zingibereno γ - curcumeno	(Kahriman et al., 2011)
<i>Tanacetum cilicicum</i>	Eucaliptol Linalol Alcanfor Hidrato de esquisabineno	(Ulukanli et al., 2017)
<i>Tanacetum vulgare</i>	Alcanfor β -cariofileno	(Coté et al., 2017)

Verbenaceas (*Verbenaceae*)

La familia Verbenaceae incluye 2600 especies agrupadas en 100 géneros con distribución pantropical. El número más significativo de especies se encuentra en las regiones cálidas y tropicales de América, donde están distribuidas en una amplia gama de ecosistemas. Esta familia involucra hierbas, arbustos y algunos árboles (O'Leary et al., 2012).

El Ecuador cuenta con 141 especies de Verbenaceae dentro de 22 géneros

y un total de 23 especies endémicas (excluidos tres híbridos endémicos). La mitad de las endémicas, que incluyen hierbas, arbustos y árboles, pertenecen a los géneros *Aegiphila* (7 especies) y *Citharexylum* (5) (León Yáñez et al., 2011).

La Verbenáceas comprenden varias especies con usos medicinales y ornamentales y son conocidas en medicina popular por sus propiedades digestivas, carminativas, antipiréticas, antitusivas y antisépticas (Pérez Zamora et al., 2018).

En la Tabla 3 se presentan los principales componentes químicos de los aceites esenciales de plantas seleccionadas de la familia Verbenaceae.

Tabla 3. Componentes químicos mayoritarios de los aceites esenciales del género *Aloysia*, *Lantana* y *Lippia* de la familia Verbenaceae

Nombre Botánico	Compuestos mayoritarios	Referencias
<i>Aloysia gratissima</i>	1,8-cineol Germacreno-D β -cariofileno β -pineno	(Santos et al., 2015)
<i>Aloysia sellowii</i>	1,8-cineol, β -pineno, Sabineno β -(Z)-santalol	(Simionatto et al., 2005)
<i>Lantana caatingensis</i>	β -cariofileno spatuleno, biciclogermacreno	(Nogueira de Aguiar et al., 2015)
<i>Lantana montevidensis</i>	β -cariofileno, germacreno, biciclogermacreno	(Sousa et al., 2012)
<i>Lippia turbinata</i>	Carvona Limoneno β -cariofileno 1,8-cineol	(Pérez Zamora et al., 2016)
<i>Lippia gracillis</i>	Timol, Metil timol, β -cariofileno, Carvacrol, <i>p</i> -cymeno, γ -terpineno	(Oliveira de Melo et al., 2013)

Los aceites esenciales de plantas de la familia Verbenaceae contienen como sus principales componentes monoterpenos y sesquiterpenos, tales

como timol, β -cariofileno, citral, 1,8-cineol, carvona y limoneno. La presencia de estos compuestos, que aumentan o alteran la permeabilidad

de membranas bacterianas, podrían explicar su acción antimicrobiana y

su efecto sinérgico con antibióticos (Pérez Zamora et al., 2018).

CONCLUSIÓN

Los aceites esenciales son mezclas heterogéneas que pueden contener muchos compuestos químicos a diferentes concentraciones, que son los que determinan sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Los estudios realizados demuestran que los aceites esenciales inhiben el crecimiento de gran variedad de microorganismos y, lo más importante, no provocan efectos secundarios, lo que sugeriría su uso con fines médicos como coadyuvantes antibióticos y antivirales.

La actividad antioxidante y antibacteriana de los aceites esenciales se debe fundamentalmente a la presencia de terpenos fenólicos como: alcanfor, limoneno, eucaliptol, α -pineno, linalool, carvacrol, borneol y β -pineno que trabajan sinérgicamente entre sí para producir mecanismos de defensa frente a radicales libres o microorganismos patógenos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Acero-Godoy, J., Guzmán-Hernández, T., & Muñoz-Ruíz, C. (2019). Revisión documental de uso de los aceites esenciales obtenidos de *Lippia alba* (Verbenaceae), como alternativa antibacteriana y antifúngica. *Revista Tecnología En Marcha*, 32, 3–11. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i1.4114>
- Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Ietswaart, L., & Mentha, L. (1998). *Antifungal Activities of Origanum vulgare subsp. hirtum, Mentha spicata, Lavandula angustifolia, and Salvia fruticosa Essential Oils against Human Pathogenic Fungi*. 8561(97).
- Alós, J. I. (2015). Antibiotic resistance: A global crisis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10), 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2014.10.004>
- Alzamora, L., Morales, L., & Fernández, G. (2001). Medicina tradicional en el Perú: Actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas. *Anales de La Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 62, 156–161. <https://doi.org/1609-9419>
- Aparicio-Zambrano, R., Rojas-Fermín, L., Velasco, J., Usabillaga, A., Sosa, M., & Rojas, J. (2019). Caracterización química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de *Libanothamnus neriifolius* (Asteraceae). *Revista Peruana de Biología*, 26(1), 095–100. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15912>
- Araujo Baptista, L. M., Vimos-Sisa, K., Cruz-Tenempaguay, R., Falconí-Ontaneda, F., Rojas-Fermín, L., & González-Romero, A. C. (2020). Componentes químicos y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Lasiocephalus ovatus* (Asteraceae) que crece en Ecuador. *Acta Biológica Colombiana*, 25(1), 22–28. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75728>
- Arcila-Lozano, C. C., Loarca-Piña, G., Lecona-Uribe, S., & González, E. (2004). *El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes*. 12.
- Argote-Vega, F. E., Suarez-montenegro, Z. J., Tobar-delgado, M. E., Perez-alvarez, J. A., Hurtado-benavides, A. M., & Delgado-ospina, J. (2017). *Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en Staphylococcus aureus y Escherichia coli*. 2, 52–60.

- Arnoldo L. Bandoni. (2003). Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. In *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica*.
- Barbut, F., Maury, E., Goldwirt, L., Boëlle, P.-Y., Neyme, D., Aman, R., Rossi, B., & Offenstadt, G. (2007). Comparison of the antibacterial efficacy and acceptability of an alcohol-based hand rinse with two alcohol-based hand gels during routine patient care. *Journal of Hospital Infection*, 66(2), 167–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhin.2007.03.021>
- Beltrán, M., Cantillo, M., & Vivas, A. (2013). *Actividad antibacteriana de los aceites obtenidos de Ocimum basilicum L. var. cinammom, O. album, O. thyriflorum, para uso potencial en fitocosmética*. 15(27), 798–810.
- Benfares, R., Kord, A., Boudjema, K., Bouarab, M., Benrabah, S., Boudjemaa, K., & Švarc-Gajić, J. (2013). *CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ESSENTIAL OILS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF Dictyota dichotoma AND Dictyopteris membranacea*. 24(1), 164–170.
- Blanco-Olano, C., Olascuaga-Castillo, K., Rubio-Guevara, S., & Valdiviezo-Campos, J. E. (2020). Senecio tephrosioides turcz. (asteraceae): Una revisión de etnobotánica, fitoquímica y farmacología. *Ethnobotany Research and Applications*, 19. <https://doi.org/10.32859/era.19.14.1-14>
- Blanco, V. M., Maya, J. J., Correa, A., Perenguez, M., Muñoz, J. S., Motoa, G., Pallares, C. J., Rosso, F., Matta, L., Celis, Y., Garzon, M., & Villegas, M. V. (2016). Prevalencia y factores de riesgo para infecciones del tracto urinario de inicio en la comunidad causadas por Escherichia coli productor de betalactamasas de espectro extendido en Colombia. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 34(9), 559–565. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2015.11.017>
- Bozin, Bi., Duric, N., Simin, N., & Anackov, Go. (2006). *Characterization of the Volatile Composition of Essential Oils of Some Lamiaceae Spices and the Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Entire Oils*. 1822–1828.
- Calderón, G., & Aguilar, L. (2016). Infectología Resistencia Antimicrobiana : Microorganismos Más Resistentes Y Antibióticos. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXIII*, 621, 757–763.

- Camiletti, B. X., & Asensio, C. M. (2014). *Natural Control of Corn Postharvest Fungi Aspergillus flavus and Penicillium sp. Using Essential Oils from Plants Grown in Argentina*. 83. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12700>
- Cardona Henao, L. E., & Mejía G., L. F. (2009). Evaluación del efecto antioxidante de aceites esenciales y extractos de *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare* Y *Thymus vulgaris*. *Biosalud*, 8(1), 58–70.
- Carhuallanqui Pérez, A., Salazar Salvatierra, M. E., & Ramos Delgado, D. (2020). *Efecto antimicrobiano del aceite esencial de Orégano frente a Listeria monocytogenes y Staphylococcus aureus*. 22(1), 25–33.
- Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2005). Lavender essential oil: a review. *Australian Infection Control*, 10(1), 35–37. <https://doi.org/10.1071/hi05035>
- Coté, H., Boucher, M.-A., Pichette, A., & Legault, J. (2017). Anti-Inflammatory, Antioxidant, Antibiotic, and Cytotoxic Activities of *Tanacetum vulgare* L. Essential Oil and Its Constituents. *Medicines*, 4(2), 34. <https://doi.org/10.3390/medicines4020034>
- Coy Barrera, C. C. A., & Eunice Acosta, G. (2013). Actividad antibacteriana y determinación de la composición química de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) de Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(2), 237–246.
- D'Auria, F. D., Tecca, M., Strippoli, V., Salvatore, G., Battinelli, L., & Mazzanti, G. (2005). Antifungal activity of *Lavandula angustifolia* essential oil against *Candida albicans* yeast and mycelial form. *Medical Mycology*, 43(5), 391–396. <https://doi.org/10.1080/13693780400004810>
- Del Río-Carbajo, L., & Vidal-Cortés, P. (2019). Tipos de antisépticos, presentaciones y normas de uso. *Medicina Intensiva*, 43(xx), 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.09.013>
- Domínguez-Vázquez, G., & Castro-Ramírez, A. (2002). Usos Medicinales de la Familia Labiatae en Chiapas, México. *Etnobiología*, 2(1), 19–31.

- El-nekeety, A. A., Mohamed, S. R., Hathout, A. S., Hassan, N. S., Aly, S. E., & Abdelwahhab, M. A. (2011). Toxicon Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against a fl atoxin- induce oxidative stress in male rats. *Toxicon*, 57(7–8), 984–991. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2011.03.021>
- Franco Paredes, C., & Rodriguez Morales, A. J. (2020). El comodín de la historia universal : las enfermedades infecciosas. *Revista Pediatrica HNRC*, 62(March), 15–21.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Bagher, M., & Taghizadeh, M. (2007). *Chemical and biological characteristics of Cuminum cyminum and Rosmarinus officinalis essential oils*. 102, 898–904. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.035>
- Gallegos-Flores, P. I., Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Meza-López, C., & Echavarría-Cháirez, F. (2019). Actividad Antibacteriana De Cinco Compuestos Terpenoides: Carvacrol, Limoneno, Linalool, A-Terpineno Y Timol. *Tropical and Sub-tropical Agroecosystems*, 22, 241–248.
- García-Díez, J., Alheiro, J., Pinto, A. L., Soares, L., Falco, V., Fraqueza, M. J., & Patarata, L. (2017). Influence of Food Characteristics and Food Additives on the Antimicrobial Effect of Garlic and Oregano Essential Oils. *Foods*, 6(6), 44. <https://doi.org/10.3390/foods6060044>
- Garcia, C., Ladeiras, D., & Reis, C. P. (2018). *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Future Science*, 4.
- Hernández-Hernández, E., Regalado-González, C., Vázquez-Landaverde, P., Guerrero-Legarreta, I., & García-Almendárez, B. E. (2014). *Microencapsulation, Chemical Characterization, and Antimicrobial Activity of Mexican (Lippia graveolens H.B.K.) and European (Origanum vulgare L.) Oregano Essential Oils*. 2014.
- Hui, L., He, L., Huan, L., Xiaolan, L., & Aiguo, Z. (2010). *Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis-related bacteria*. 4(July 2006), 309–313.
- Jeršek, B., Ulrih, N. P., Skrt, M., Gavarič, N., Božin, B., & Možina, S. S. (2014). *Effects of selected essential oils on the growth and production of ochratoxin A by Penicillium verrucosum*. 8, 199–208. <https://doi.org/10.2478/10004-1254-65-2014-2486>

- Kahriman, N., Tosun, G., Terzioğlu, S., Karaoğlu, A., & Yayli, N. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from the flower, leaf, and stem of *Senecio pandurifolius*. *Records of Natural Products*, 5(2), 82–91.
- León Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa-Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador*.
- López Luengo, T. M. (2008). El romero. Planta aromática con efectos antioxidantes. *Of-farm*, 27(7), 60–63.
- Luque Gómez, P., & Mareca Doñate, R. (2019). Conceptos básicos sobre antisepsia y antisépticos. *Medicina Intensiva*, 43(xx), 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.11.003>
- Magiatis, P., Skaltsounis, A. L., Chinou, I., & Haroutounian, S. A. (2002). Chemical composition and in-vitro antimicrobial activity of the essential oils of three Greek *Achillea* species. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 57(3–4), 287–290. <https://doi.org/10.1515/znc-2002-3-415>
- Montero Recalde, M., Mira, J. C., Avilés Esquivel, D., Pazmiño Miranda, P., & Erazo Gutiérrez, R. (2018). Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre una cepa de *Staphylococcus aureus*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 588. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14520>
- Nardoni, S., Giovanelli, S., Pistelli, L., Mugnaini, L., Profili, G., Pisseri, F., & Mancianti, F. (2015). *In Vitro Activity of Twenty Commercially Available, Plant-Derived Essential Oils against Selected Dermatophyte Species*. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501000840>
- Nogueira de Aguiar, U., De Lima, S. G., Rocha, M. dos S., Lopes Citó, A. M. das G., Pereira Sousa, A. J., Silva, R. M., Alcantara Silva, I. S., & Martinsda Costa, J. G. M. (2015). Chemical composition and modulation of antibiotic activity of essential oil of *Lantana caatingensis* M. (Verbenaceae). *Industrial Crops and Products*, 74, 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.011>
- Oliveira de Melo, J. O., Bitencourt, T. A., Fachin, A. L., Cruz, E. M. O., Ramos de Jesus, H. C., Barreto, Alves, P., Arrigoni-Blank, M. de F., De Castro Franca, S., Belebony,

- R. O., Fernandes, Roberta Miranda Fernandes, R., Blank, A. F., & Scher, R. (2013). Antidermatophytic and antileishmanial activities of essential oils from *Lippia gracilis* Schauer genotypes. *Acta Tropica*, 128(1), 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.06.024>
- Osorio Fortich, M. D. R., Matiz Melo, G. E., León Méndez, G., López Olivares, D., & Pájaro, N. P. (2017). Evaluación de la acción antiséptica de un jabón líquido utilizando algunos aceites esenciales como agente activo. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 46(2), 176–187. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v46n2.67954>
- Pérez Zamora, C. M., Torres, C. A., Aguado, M. I., Bela, A. J., Nuñez, M. B., & Bregni, C. (2016). *Antibacterial activity of essential oils of Aloysia polystachya and Lippia turbinata (Verbenaceae)*. 15(4), 199–205.
- Pérez Zamora, C. M., Torres, C. A., & Nuñez, M. B. (2018). Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Verbenaceae species growing in South America. *Molecules*, 23(3). <https://doi.org/10.3390/molecules23030544>
- Rivas, K., Rivas, C., & Gamboa, L. (2015). *Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de albahaca (Ocimum basilicum L.)*. 15, 281–289.
- Rojas, M. M., Sánchez, Y., Abreu, Y., Espinosa, I., Correa, T. M., & Pino, O. (2012). Caracterización química y actividad antibacteriana de aceites esenciales de *Ocimum basilicum* L. y *Ocimum basilicum* var. *genovese* L. TT - Chemical characterization and antibacterial activity of essential oils of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum basilicum* va. *Revista de Protección Vegetal*, 27(2), 130–134.
- Romeu, C. R., Botta Ferret, E., & Díaz Finalé, Y. (2007). Caracterización Fitoquímica Del Aceite Esencial De Romero (*Rosmarinus Officinalis* L.) Y Evaluación in Vitro De Su Actividad Acaricida. *Fitosanidad*, 11(2), 75–78.
- Rosato, A., Vitali, C., Piarulli, M., Mazzotta, M., Argentieri, M. P., & Mallamaci, R. (2009). In vitro synergic efficacy of the combination of Nystatin with the essential oils of *Origanum vulgare* and *Pelargonium graveolens* against some *Candida* species. *Phytomedicine*, 16(10), 972–975. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.02.011>

- Sahu, P. K., Chakradhari, S., Patel, K. S., Martín-Gil, J., Towett, E. K., & Martín-Ramos, P. (2019). Nutritional, Spectral and Thermal Characteristic of Lamiaceae Seeds. *European Journal of Medicinal Plants*, 28(3), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ejmp/2019/v28i330133>
- Saldarriaga Quintero, E., Echeverri-Toro, L., & Ospina Ospina, S. (2015). Factores clínicos asociados a multirresistencia bacteriana en un hospital de cuarto nivel. *Infectio*, 19(4), 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.infect.2015.04.003>
- Sallie Stoltz Denner. (2009). *Lavandula Angustifolia* Miller. 17403, 57–64.
- Sam, O., De la Luz, M., & Barroso, L. (2002). Caracterización anatómica de las hojas de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 23(2), 39–42.
- Santos, T. G., Laemmle, J., Rebelo, R. A., Dalmarco, E. M., Cruz, A. B., Schmit, A. P., Cruz, R. C. B., & Zeni, A. L. B. (2015). Chemical composition and antimicrobial activity of *Aloysia gratissima* (Verbenaceae) leaf essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 27(2), 125–130. <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1006737>
- Serrano Cumplido, A., Antón Eguía Ortega, P. ., Ruiz García, A., Olmo Quintana, V., & Segura Frago, A. (2020). COVID-19 . La historia se repite y seguimos tropezando con la misma piedra. *Medicina de Familia*. SEMERGEN. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.06.008>
- Simionatto, E., Porto, C., Da Silva, U. F., Squizani, A. M. C., Dalcol, I. I., & Morel, A. F. (2005). Composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Aloysia sellowii*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(6 B), 1458–1462. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000800028>
- Smigielski, K., Raj, A., Krosowiak, K., & Gruska, R. (2009). Chemical Composition of the Essential Oil of *Lavandula angustifolia* Cultivated in Poland. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 12(3), 338–347. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643729>
- Sousa, E. O., Barreto, F. S., Rodrigues, F. F. G., Campos, A. R., & Costa, J. G. M. (2012). Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana mon-tevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. *Journal*

of Essential Oil Research, 24(5), 447–452. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.703494>

Stashenko, E. E., Martínez, J. R., Durán, D. C., Córdoba, Y., & Caballero, D. (2014). Estudio comparativo de la composición química y la actividad antioxidante de los aceites esenciales de algunas plantas del género *Lippia* (Verbenaceae) cultivadas en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(0), 89. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.156>

Tariq, S., Wani, S., Rasool, W., Shafi, K., Ahmad, M., Prabhakar, A., Hussain, A., & Rather, M. A. (2019). A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 134(June), 103580. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103580>

Torrenegra Alarcón, M. E., Pájaro, N. P., & Méndez, G. L. (2017). *Actividad antibacteriana in vitro de aceites esenciales de diferentes especies del género Citrus*. 46(2), 160–175.

Ulukanli, Z., Demirci, S., & Yilmaztekin, M. (2017). Essential oil constituents of *Tanacetum cilicicum*: Antimicrobial and phytotoxic activities. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6214896>

WHO. (2014). Global Report on Surveillance 2014. *WHO 2014 AMR Report*, 1–72.