

USO DE ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

USE OF ESSENTIAL OILS IN THE PRESERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES

	¹ Aguar Santiago *	saguiar@uea.edu.ec
	¹ Chicaiza Edgar	echicaiza@uea.edu.ec

¹ Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

E-mail: * saguiar@uea.edu.ec

RESUMEN

Los aceites esenciales han sido muy demandados en las últimas décadas debido a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, los cuales protegen los alimentos de su deterioro. El objetivo de la presente investigación fue realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de aceites esenciales en la conservación de frutas y hortalizas en su poscosecha, para ello se llevó a cabo una búsqueda sistemática de información coherentes al tema mediante la metodología prisma. Se usaron bases bibliográficas y motores de búsqueda como Redalyc, SciELO, PubMed, Google académico, tesis de pregrado y posgrado. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos 5 años. Se eligieron un total de 38 estudios de los cuales 22 fueron para aceites esenciales usados en frutas y 16 para hortalizas. Las concentraciones in vitro aplicadas de aceites esenciales en frutas según distintos autores, varían desde 0,08 hasta 1,5% y en hortalizas varías desde 0,1 hasta 0,7%. Los principales microorganismos causantes del deterioro sobre los cuales se han realizadas las investigaciones fueron *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*. Los componentes mayoritarios que más se han encontrado en aceites esenciales son α -pinene terpineol, myrcene y Linalool. El uso de aceites esenciales de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* presentaron un porcentaje de inhibición del 91% en frutas y el aceite esencial de *Cymbopogon winterianus* en hortalizas con una inhibición del 90%. Los aceites esenciales tienen un alto potencial para ser usados como antimicrobianos y representan una alternativa para reemplazar compuestos sintéticos que amenazan al ecosistema y a la salud del consumidor. Por otro lado, la elevada hidrofobicidad y el impacto fuerte de los aceites esenciales sobre las propiedades organolépticas de los alimentos suponen un desafío

considerable para su utilización directa sobre alimentos, lo cual futuras investigaciones podrían centrarse en la búsqueda de alternativas como la encapsulación de estos aceites para dar solución a este problema.

Palabras clave: *Microorganismos, deterioro, vida útil, técnicas de extracción, in vitro.*

ABSTRACT:

Essential oils have been in great demand in recent decades due to their antioxidant and antimicrobial properties, which protect foods from spoilage. The objective of this research was to carry out a literature review on the use of essential oils in the postharvest preservation of fruits and vegetables, for which a systematic search of information consistent with the topic was carried out using the prism methodology. Bibliographic bases and search engines such as Redalyc, SciELO, PubMed, Google Scholar, undergraduate and graduate theses were used. Articles published in the last 5 years were selected. A total of 38 studies were chosen, of which 22 were for essential oils used in fruits and 16 for vegetables. The in vitro concentrations of essential oils applied in fruits, according to different authors, vary from 0.08 to 1.5% and in vegetables from 0.1 to 0.7%. The main spoilage-causing microorganisms investigated were *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* and *Rhizopus*. The major components found in essential oils are α -pinene terpineol, myrcene and Linalool. The use of essential oils of *Lavandula angustifolia* and *Phlomis grandiflora* showed an inhibition percentage of 91% in fruits and the

essential oil of *Cymbopogon winterianus* in vegetables with an inhibition of 90%. Essential oils have a high potential to be used as antimicrobials and represent an alternative to replace synthetic compounds that threaten the ecosystem and consumer health. On the other hand, the high hydrophobicity and the strong impact of essential oils on the organoleptic properties of foods pose a considerable challenge for their direct use on food, so future research could focus on the search for alternatives such as encapsulation of these oils to solve this problem.

Keywords: *Microorganisms, spoilage, shelf life, extraction techniques, in vitro.*

1. INTRODUCCIÓN

La recolección de alimentos, la estabilidad, el uso y, lo más importante, la conservación de los alimentos para evitar una mayor contaminación son actualmente los cuatro pilares de la seguridad alimentaria. Los microorganismos y las toxinas que producen son una de las principales causas del deterioro de los alimentos y de la inseguridad alimentaria, ya que tienen efectos a largo plazo en cadenas y redes alimentarias enteras (1). Por otra parte, las frutas y verduras frescas son altamente perecederas, siendo muy susceptibles a sufrir daños físicos, fisiológicos y bioquímicos, durante el manejo, donde su calidad se ve reducida, lo cual impacta negativamente en su comercialización (1,2). Se ha encontrado que las especies como *Alternaria Alternata* y *Aspergillus* son los principales patógenos fúngicos que producen enfermedades que afecta durante el cultivo y postcosecha; causando enfermedades en hojas, tallos y frutos, como mancha negra, necrosis y antracnosis (3).

Para contrarrestar los efectos de estos fitopatógenos se utilizan fungicidas los cuales tienen impactos negativos al ecosistema y a nivel sanitario como: Mancozeb, Oxicloruro de cobre, Hidróxido de cobre, Difenconazol, Propiconazol, Myclobutani, Carbendazim, Tiofanato de metilo y Benomilo, con la finalidad de prolongar su duración en la etapa de almacenamiento (4). En la actualidad, la industria alimentaria está explorando opciones más amigables con el medio ambiente y la salud en donde para controlar, enfermedades en cultivos y postcosecha donde se presentan alternativas promisorias como los aceites Esenciales (AEs) contra microorganismos fitopatógenos donde su uso es una posible solución a la utilización de compuestos químicos como aditivos alimenticios y fungicidas (5).

Existen estudios de 2500 especies vegetales que presentaron actividades biológicas frente alguna plaga y enfermedad (6). En particular los Aes son de naturaleza biodegradables lo que representan una alternativa amigable y sostenible para la conservación de los alimentos, sirviendo, como un soporte a la inocuidad alimentaria y alternativa de uso de plaguicidas sintéticos (2). Los AEs son componentes líquidos volátiles que se encuentran principalmente en las hojas de las plantas que contienen las sustancias responsables de los aromas característicos de las plantas con compuestos fenoles, aldehídos, cetonas, los alcoholes, ésteres o hidrocarburos con una notable propiedad antimicrobiana cuando se prueban por separado y, por lo tanto, la actividad resulta de las complejas interacciones entre las diferentes clases de compuestos (1),(3),(7).

Se estima que alrededor del 60% de los AEs presentes en plantas medicinales, hierbas y especias poseen propiedades antifúngicas. El *carvacrol* es el fitoconstituyente mayoritario del Aceite Esencial (AE) de orégano y de otras plantas aromáticas como *Thymus pulegioides* que posee efecto antifúngico frente diferentes especies de *Aspergillus*; siendo así, se puede considerar que los AEs de *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare*, y los fitoconstituyentes *carvacrol* y *eugenol* poseen efecto antifúngico sobre las cepas de *A. flavus* y *Aspergillus* sección *Nigri* (2).

La búsqueda actual de nuevas direcciones de las actividades biológicas o terapéuticas de las sustancias vegetales con estructuras conocidas incluye AE de tomillo y timol. Estudios novedosos han demostrado sus propiedades antifúngicas, anticancerígenas (8). Uno de los principales compuestos del AE de tomillo es el timol que se han utilizado durante mucho tiempo en la medicina tradicional como expectorante, antiinflamatorio, agentes antivirales, antibacterianos y antisépticos (8).

Por lo tanto, conocer sobre el uso de AEs en diferentes sectores de producción, especialmente en la industria alimentaria, se convierte en una alternativa amigable y sostenible, que permita neutralizar la contaminación y prolongar la conservación de las frutas y verduras. En este contexto, los AEs puede afectar, la actividad biológica y minimizar los efectos adversos de los microorganismos. Por tanto, este estudio se centrará en el uso de AEs en la inhibición de fitopatógenos en la conservación de frutas y hortalizas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS / METODOLOGÍA

Esta investigación es una revisión bibliográfica la cual se realizó mediante la metodología prisma y se fundamentó en la búsqueda de artículos, libros y revistas científicas referentes al uso de AEs en la conservación de frutas y hortalizas. Las fuentes de investigación fueron seleccionadas de artículos de libros, tesis, revistas tales como Redalyc, SciELO, PubMed, Google académico, Repositorios digitales, Donde se utilizó el gestor bibliográfico “Mendeley” para citar cada uno de los artículos. Los criterios utilizados para la selección y recopilación de datos fueron los siguientes: fecha de publicación, con un intervalo de tiempo de los últimos 5 años, por otro lado, se escogió artículos que contengan información respecto al tema (AEs en conservación de frutas y hortalizas), (propiedades antifúngicas y antibacterianas). Las palabras claves utilizadas fueron “essential oil”, “properties of essential oils”, “antifungal activity”, “microbacterial activity” y su respectiva traducción al español-castellano.

En la primera búsqueda se combinaron las palabras claves, estos documentos fueron analizados minuciosamente bajo los criterios de evaluación (artículos científicos donde se demuestre la capacidad antifúngica y antimicrobiana de diferentes AEs). Se seleccionaron trabajos científicos de los cuales se pudo

respaldar la información para desarrollar la base de datos de la presente revisión bibliográfica. Las razones por las cuales se descartaron algunos artículos fueron porque no cumplían nuestros parámetros de evaluación de estudio: rebasaban la fecha límite de búsqueda, no demostraban las propiedades antifúngicas y/o antibacterianas de los aceites esenciales AEs de diferentes plantas, no contaban con respaldo necesario para referenciar el trabajo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los resultados encontrados sobre AEs usados para conservar frutas y hortalizas. Se seleccionaron un total de 38 estudios, 18 en Google académico, 7 en Scielo, 4 en Redalyc y 3 en PubMed, así mismo, se usaron 6 tesis, 2 de pregrado y 4 de posgrado. Del total de investigaciones, 22 fueron para aceites esenciales usados en frutas y 16 para hortalizas. En el año 2018 se encontró la mayoría de las investigaciones (13), seguido por 2019 (8), luego 2021 (7), después 2022 (6) y finalmente 2020 (4). El mayor número de estudios se encontró en Brasil (7), seguido por Nicaragua (6), luego México, Guatemala y Jamaica (4 estudios para cada país), después Italia y Perú (3 estudios para cada país), seguido de Ecuador, Angola y Honduras (2 estudios por país) y finalmente Francia (1)

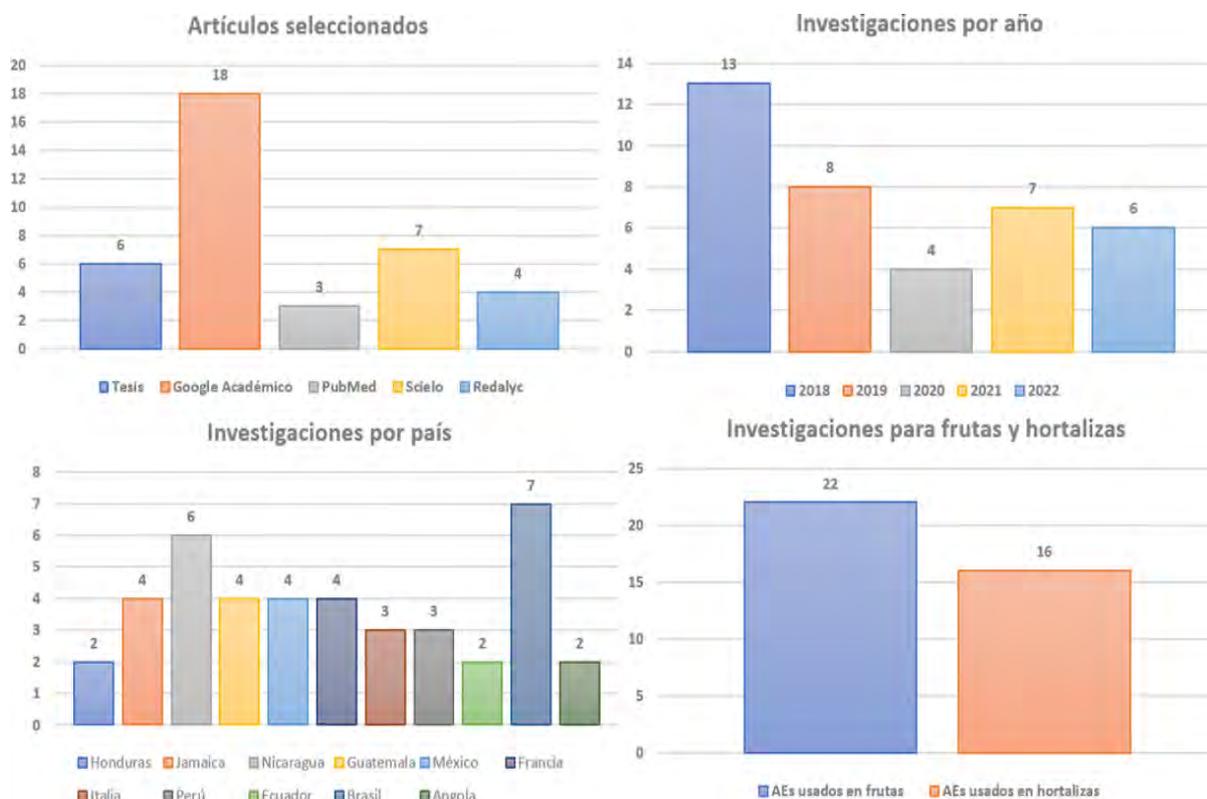


Figura 1. Investigaciones sobre aceites esenciales para conservar frutas y hortalizas.

Tabla 1. Aceites esenciales usados en la conservación de frutas.

Especie	Parte usada	Técnica de extracción	Componentes principales (%)	Concentración (%)	Experimento	Microorganismo	Inhibición (%)	Autor
<i>Lippia sidoides</i>	hojas	arrastre con vapor	Thymol (68,22), p-cymene (9,43), trans-Caryophyllene (7,72)	0,6	In vitro	-Rhizopus -Bacillus -Micrococcus	74	(9)
<i>Lavandula angustifolia</i>	hojas	Arrastre con vapor	Linalyl acetate (48,45), Linalool (39,31), Lavandulyl acetate (2,17)	1,1	-	-Fusarium -Botrytis -Penicillium	91	(10)
<i>Melaleuca alternifolia</i>	hojas	Solvente volátil	Terpinen-4-ol (42,20) terpinene (21,38) terpinene (10.19%)	0,1	In vitro	-Alternaria -Sclerotinia -Corineformes	88	(11)
<i>Azorella cryptantha</i>	hojas	Fluido supercrítico	α -pinene (21,9), α -thujene (12,5), δ -cadinene (8,6)	0,09	In vitro	-Fusarium -Rhizopus -Alternaria	79	(12)
<i>Origanum vulgare</i>	hojas	Arrastre con vapor	γ -terpinene (31,7), β -ocimene (16,0), γ -ocimene (11,7)	0,15	In vitro	-Alcalígenes -Psudomonas -Bacillus	69	(13)
<i>Melaleuca cajuputi</i>	hojas	Arrastre con vapor	Cineole (64,83) terpineol (11,19) Linalool (3,21)	0,2	-	-Fusarium -Psudomonas -Rhizopus	62	(14)
<i>Eugenia florida</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	oxygenated sesquiterpenes (44,08), hydrocarbon sesquiterpenes (44,06), selina-3,11-dien-6-ol (12,93)	0,08	In vitro	-Alternaria -Sclerotinia -Corineformes	-	(15)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -Cubebeno (28,74), β -Pino (24,19), Elixeno (11,04)	0,3	In vitro	-Rhizopus -Bacillus -Micrococcus	86	(18)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	hojas	Arrastre con vapor	trans-Cinnamaldehyde (66,43), 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl (7,61), Eucalyptol (6,63)	0,3	In vitro	-Fusarium -Micrococcus -Rhizopus	72	(9)
<i>Myrcia Multiflora</i>	hojas	Fluido super crítico	oxygenated sesquiterpenes (92,78), (E)-nerolidol (92,21), hydrocarbon sesquiterpenes (59,84)	1,5	In vitro	-Xanthomonas -Erwinia -Penicillium	90	(15)
<i>Thymus satureioides</i>	Hojas	Arrastre con vapor	Borneol (29,3), α -Terpineol (15,9), Carvacrol (7)	0,5	-	-Alternaria -Rhizopus -Corineformes	-	(15)
<i>Humulus lupulus</i>	hojas	Arrastre con vapor	myrcene (33,2), α -humulene (23,1), β -farnesene (14,8)	0,1	-	-Sclerotinia -Botrytis -Fusarium	65	(16)
<i>Origanum syriacum</i>	hojas	hidrodestilación	β -myrcene (21,9), carvacrol (19,2), anisaldehyde (7,6)	0,7	In vitro	-Alternaria -Sclerotinia -Corineformes	-	(17)
<i>Juniperus oxycedrus L</i>	hojas	hidrodestilación	α -pinene (56,63) limonene (14,66) β -pinene (13,42)	0,5	In vitro	-Fusarium -Micrococcus	-	(2)
<i>Thymus cappadocicus</i>	hojas	Arrastre con vapor	thymol (70,8), p-cymene (9,5), γ -terpinene (9,3)	0,3	In vitro	-Bacillus -Erwinia	49	(19)

<i>Thymus zygis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	linalool (39,2), (E)-sabinene hydrate (18,2), terpinen (11)	0,1	In vitro	-Rhizopus -Fusarium -Micrococcus	-	(20)
<i>Coriandrum sativum</i>	Hojas	Arrastre con vapor	(E)-2-decanal (29,9), linalool (21,6), (E)-2-dodecenal (7,3)	0,5	-	-Alternaria -Fusarium -Aureobasidium	57	(3)
<i>Pistacia vera</i>	Frutos	Arrastre con vapor	α -pinene (75,6), β -pinene (9,5), trans-verbenol (3,0)	0,9	In vitro	-Xanthomonas -Erwinia -Penicillium	83	(21)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	α -pinene (35,6), transpinocarveol (5,2), phellandrene (4,7)	0,1	In vitro	-Bacillus -Botrytis -Fusarium	77	(20)
<i>Phlomis grandiflora</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -eudesmol (42), α -eudesmol (16,1), caryophyllene (3,2)	1,2	In vitro	-Alternaria -Rhizopus -Corineformes	91	(21)
<i>Artemisa annua</i>	hojas	Fluido supercrítico	ketone (24), camphor (17,7)	0,1	In vitro	-Sclerotinia -Botrytis -Fusarium	-	(22)

En la tabla 1 se muestran los resultados de AEs utilizados en la conservación de frutas, donde se describe la especie y parte utilizada, técnica de extracción, componentes principales de los AEs, concentración aplicada del AE, tipo de experimento, microorganismos sobre los cuales actúa el AE, porcentaje de inhibición y el autor.

Las diferentes investigaciones muestran que la parte más usada para obtener AE son las hojas, así mismo, la técnica más empleada ha sido, la extracción por arrastre de vapor, esta técnica se caracteriza por ser sencilla de emplear y además se consiguen mejores rendimientos en comparación con otras técnicas como la extracción con solventes orgánicos o fluidos supercríticos.

Los componentes principales varían en función de cada especie, los que más se han encontrado son: α -pinene, linalool y el terpineno. Las concentraciones in vitro aplicadas de los AEs según los distintos autores, varían desde 0,08 hasta 1,5% y los principales microorganismos sobre los cuales se han realizado los estudios están *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*.

Por otro lado, el porcentaje de inhibición varía según la concentración y tipo de aceite aplicado, en este sentido, los mejores resultados han sido reportados por (21) y (10) con un porcentaje de inhibición del 91% aplicando AEs de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* en concentraciones de 1,1 y 1,2 % respectivamente. Los porcentajes de inhibición reportados por (19), (25) y (18) aplicando la misma concentración de 0,3%, fueron respectivamente 86,

72 y 49%, estas diferencias pueden deberse al poder antimicótico que tienen los componentes principales de cada AE.

(20) Indican que estos microorganismos *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus* son los responsables de afectar el valor nutricional, propiedades organolépticas y aspecto físico de las frutas. Según (23) microorganismos como la *Alternaria* y *Rhizopus* tienen el potencial de ser alérgenos y tóxicos, debido a que originan sustancias que se depositan en la fruta, invaden y frecuentemente realizan una colonización masiva en los tejidos celulares causando daño y como consecuencia de este metabolismo secundario segregan sustancias tóxicas.

Una investigación realizada por, (10) demostró que las aplicaciones de varios AE sobre frutas frescas ayudan a prevenir la degradación fisiológica del peso, así mismo, (21) demostró el poder antimicótico de diferentes AE aislando microorganismos del género *Penicillium* y *Alternaria* y aplicando sobre estos, concentraciones que van desde 0,5 a 1,2 μ L/mL. Por otro lado, (15) logró inhibir el crecimiento de *Colletotrichum* y *Rhizopus* hasta en un 97%, aplicando AE obtenidos de *Pistacia vera*, *Myrcia multiflora*, *Citrus aurantifolia*, *Thymus satureioides* y *Lippia sidoides*.

Diferentes autores han investigado el uso de AEs en la conservación de hortalizas y han conseguido resultados importantes para la industria alimentaria. A continuación, se presenta la tabla 2 con los diferentes AEs utilizados en la conservación de hortalizas.

Figura 2. Aceites esenciales usados en la conservación de hortalizas

Especie	Parte usada	Técnica de extracción	Componentes principales (%)	Concentración (%)	Experimento	microorganismo	Inhibición (%)	Autor
<i>Mentha spicata</i>	hojas	hidrodestilación	carvone (58,9), limonene (27,3), pulegone (2,8)	0,17	-	- <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i> - <i>Cladosporium</i>	77	(24)
<i>Tanacetum vulgare</i>	Hojas	Fluido supercrítico	aristolone (40,3), cuparene (10,9), β -gurjunene (6,4)	0,3	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	-	(25)
<i>Mentha longifolia</i>	Hojas	Arrastre con vapor	pulegone (67), menthofuran (10,9), 1, 8-cineole (4,1)	0,9	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i>	82	(24)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	α -pinene (35,6), transpinocarveol (5,2), α -phellandrene-8-ol (4,7)	0,1	In vitro	- <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i> - <i>Cladosporium</i>	77	(26)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	hojas	Arrastre con vapor	α -phellandrene (27,5), β -pinene (23,5), m-cymene (9,5)	0,2	-	- <i>Rhizopus</i> - <i>Fusarium</i> - <i>Micrococcus</i>	-	(19)
<i>Melaleuca cajuputi</i>	hojas	Arrastre con vapor	Cineole (64,83) terpineol (11,19) Linalool (3,21)	0,2	-	- <i>Marginalis</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Clostridium</i>	88	(27)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Tallos y hojas	Arrastre con vapor	aristolone (40,3), cuparene (10,9), β -gurjunene (6,4)	0,15	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i>	68	(28)
<i>Citrus sinensis</i>	fruto	Arrastre con vapor	β -Cubebeno (28,74), β -Pineneno (24,19), Elixeno (11,04)	0,3	-	- <i>Erwinia</i> - <i>Pseudomonas</i> - <i>Bacillus</i>	74	(29)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	1,8-cineole (32,2), camphor (15,2), α -pinene (14,2)	0,2	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	86	(30)
<i>Tagetes mendocina</i>	Hojas	hidrodestilación	(E)- β -ocimene (28,6), (Z)-tagetone (28), (E)-tagetone (11,7)	0,5	In vitro	- <i>Sclerotinia</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Fusarium</i>	89	(31)
<i>Cymbopogon winterianus</i>	hojas	Arrastre con vapor	geranial (38,7), neral (28,7), β -myrcene (8,8)	0,7	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Micrococcus</i>	90	(32)
<i>Cymbopogon citratus</i>	hojas	Arrastre con vapor	geranial (38,7), neral (28,5), β -myrcene (8,8)	0,7	-	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	87	(32)
<i>Phlomis grandiflora</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -eudesmol (42), α -eudesmol (16,1), caryophyllene	0,2	-	- <i>Fusarium</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Penicillium</i>	-	(33)

<i>Thymus zygis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	linalool (39,2), (E)-sabinene hydrate (18,2), terpineol (11,0)	0,4	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Micrococcus</i>	82	(34)
<i>Origanum majorana</i>	Hojas y tallo	Fluido super-crítico	4-terpineol (17,6), trans-sabinene hydrate (12,8), γ -terpinene (7,9)	0,2	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Micrococcus</i>	71	(35)

Según se muestra en la tabla 2, los componentes mayoritarios varían según la especie, en este sentido lo componentes que más se han encontrado son: terpineol, myrcene y Linalool.

Las concentraciones in vitro aplicadas de los AEs según las diferentes investigaciones, varían desde 0,1 hasta 0,7%. Los estudios de inhibición de agentes deteriorantes por medio de AEs en hortalizas se han realizado sobre *Alternaria*, *Trichoderma*, *Phoma* y *Botrytis*.

Por otro lado, los mejores resultados en lo que se refiere a porcentaje de inhibición, ha sido reportado por (32) dando como resultado un 90% aplicando una concentración in vitro de 0,7% de AE de *Cymbopogon winterianus*.

Según (32) los daños en hortalizas provocados por microorganismos representan desde 5 al 40%, siendo hongos del tipo *Alternaria*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium italicum* y *Botrytis cinérea*, los que provocan con más frecuencia pérdidas en estos productos. Estos microorganismos causan daños en hortalizas, entran a través del pedúnculo y destruyen el tejido circundante. Los estudios de (32),(33), (26) y (16) han demostrado el efecto antimicótico que poseen los AEs, así mismo, (23) menciona que, gracias a los constituyentes lipofílicos de los AEs el mecanismo de acción de estos es destruir la membrana microbiana, por otro lado, (10) ha indicado que los AE tiene el potencial de provocar variaciones en la morfología de los microorganismos, disminución de las toxinas producidas y daños en la estructuras reproductivas.

(32) Mencionan que, aquellos AE que contienen compuestos como el aristolone, β -eudesmol, 4-terpineol y Terpinen-4-ol son altamente efectivos contra bacterias como: *Alternaria*, *Rhizopus*, *Citrobacter*, *Pseudomona* y *B. cereus*, de igual manera, aquellos aceites que poseen compuestos como caryophyllene oxide (3),(2), Elixeno, β -farnesene y transpinocarveol poseen actividad antimicrobiana contra bacterias gram positivas como *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* y bacterias gram negativas como *Escherichia coli*, *Klebsiella*

pneumoniae, *Salmonella Yersinia enterocolitica*.

Por otro lado, compuestos como el timol y carvacol presentes en AE de plantas como *Origanum vulgare* L poseen una alta actividad antimicrobiana contra bacterias gram positivas y negativas (27) no obstante, compuestos como el g-terpineno y r-cimeno presente en varios AEs han demostrado tener una baja actividad contra las bacterias anteriormente mencionada.

(2) Han indicado que las concentraciones mínimas inhibitorias de AE para mitigar el crecimiento de microorganismos varían principalmente por el tipo de aceite y las condiciones a las cuales han sido extraídos, en este sentido, (30) mencionan que en bacterias las concentraciones van desde 0,28 a 1,27 mg/mL y para hongos de 0,65-1,27 mg/mL.

4. CONCLUSIONES

-Se realizó un análisis sobre uso de AEs en la conservación de frutas y hortalizas en su poscosecha. Los estudios de inhibición de agentes deteriorantes por medio de AEs en frutas y hortalizas se han realizado sobre *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*.

-Los mejores resultados en lo que se refiere a porcentaje de inhibición en frutas, se obtuvieron empleando los AEs de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* inhibiendo hasta el 91% del crecimiento de microorganismos, y en hortalizas *Cymbopogon winterianus* inhibiendo hasta el 90%.

-Los AEs tienen un alto potencial para ser usados como antimicrobianos y representan una alternativa para reemplazar conservantes químicos que son una amenaza para la salud de los consumidores. Por otro lado, la elevada hidrofobicidad y el impacto fuerte de los AEs sobre las propiedades organolépticas de los alimentos suponen un desafío considerable para su utilización directa sobre alimentos, lo cual futuras investigaciones podrían centrarse en la búsqueda de alternativas como la encapsulación de AEs para dar solución a este problema.

6. AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica y la Facultad de Ciencias de la Tierra.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Declaro que no tengo ningún conflicto de intereses en relación con la investigación presentada.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Figueroa-Robles A, Antunes-Ricardo M, Guajardo-Flores D. Encapsulation of phenolic compounds with liposomal improvement in the cosmetic industry. *Int J Pharm [Internet]*. 2021;593(120125):120125. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.120125>
2. Ainane, A., Abdoul-latif, F., Mohamed, J., & Ainane, T. (2020). Chemical composition of *Juniperus communis* L. essential oil and evaluation of its antifungal activity in vitro against *Ascochyta rabiei*. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 4(2), 108–115. <https://doi.org/10.48402/IMIST.PRSM/jasabv4i2.38217>
3. Kačániová, M., Galovičová, L., Schwarzová, M., & Čmiková, N. (2023). Antimicrobial effects of Rosemary essential oil with potential use in the preservation of fresh fruits and vegetables. *Acta Horticulturae Et Regiotechnologiae*, 26(1), 28-34. <https://doi.org/10.2478/ahr-2023-0005>
4. Lee, G., Kim, Y., Kim, H., Beuchat, L. R., & Ryu, J. H. (2018). Antimicrobial activities of gaseous essential oils against *Listeria monocytogenes* on a laboratory medium and radish sprouts. *International Journal Of Food Microbiology*, 265, 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.001>
5. Filipe ACJ, Silva MVF da, Soares BEAS, Ramos GKR, Marques EGF, Santos AA dos, et al. Aplicação de óleo essencial na conservação natural de mangas: uma revisão. *Res Soc Dev [Internet]*. 2022;11(17):e135111738856. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38856>
6. Alarcón, M. E. T., Conde, C. G., y Mendez, G. L. (2019). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. *Revista Cubana de Farmacia*, 52(1), 12. <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/266/206>
7. Rout S, Tambe S, Deshmukh RK, Mali S, Cruz J, Srivastav PP, et al. Recent trends in the application of essential oils: The next generation of food preservation and food packaging. *Trends Food Sci Technol [Internet]*. 2022;129:421–39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.012>
8. Asbahani AE, Miladi K, Badri W, Sala M, Addi EHA, Casabianca H, et al. Essential oils: From extraction to encapsulation. *Int J Pharm [Internet]*. 2015;483(1–2):220–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069>
9. Filipe ACJ, Silva MVF da, Soares BEAS, Ramos GKR, Marques EGF, Santos AA dos, et al. Aplicação de óleo essencial na conservação natural de mangas: uma revisão. *Res Soc Dev [Internet]*. 2022;11(17):e135111738856. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38856>
10. Teonis S. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de manga: uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*. 2022;3(22):18. Disponible en: <http://releia.ifser-tao-pe.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1081>.
11. Cunha K. Potencial antibacteriano do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel e desenvolvimento de filmes ativos para aplicação em alimentos. *Int Res J Pharm*. 2019;4(12):23–43. Disponible en: <http://guaiaica.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/4744>.
12. Achimón F, Beato M, Brito V, Peschiutta M, Herrera J, Merlo C, Pizzolitto RP, Zygadlo JA, Zunino MP. Insecticidal and repellent effects of the essential oils obtained from Argentine aromatic flora. *Bol Soc Argent Bot*. 2023;57(4):23. Disponible en: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.V57.N4.37995>.
13. Gonçalves, D., Tebaldi, V., Costa, A., Lima, W., & Belan, L. (2021). Reduction of *Fusarium* wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol. *Crop Protection*, 141(3), 105–487. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2020.105487>.
14. Chaudhari A, Singh V, Das S, Kujur A, Dubey N. Unveiling the cellular and molecular mode of action of *Melaleuca cajuputi* Powell essential oil against aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* isolated from stored maize samples. *Food Con-*

- trol. 2022;138(3):109. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.109000>
15. Pandey A, Chávez-González M, Silva A, Singh P. Essential oils from the genus *Thymus* as antimicrobial food preservatives: Progress in their use as nanoemulsions-a new paradigm. *Trends Food Sci Technol.* 2021;111(7):426–441. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.076>
 16. Carbone K, Macchioni V, Petrella G, Cicero DO, Micheli L. Humulus lupulus Cone Extract Efficacy in Alginate-Based Edible Coatings on the Quality and Nutraceutical Traits of Fresh-Cut Kiwifruit. *Antioxidants.* 2021;10(9):1395. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX10091395>
 17. Fancello F, Beyrouthy M, Iriti M, Khoury M, Bou-Zeidan M, Zara S. Chemical composition and antimicrobial activity against food-related microorganisms of different essential oils from Lebanon. *J Food Saf.* 2019;39(6):12688. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/JFS.12688>
 18. Molina FA, Osorio NM, Yáñez ME, Rojas JO, García MA. Recubrimientos de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y pectina con aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) en la conservación de naranjas: Nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*) and pectin coatings with rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) in the conservation of orange fruits. *Ciencia y Tecnología de Alimentos [Internet].* 2019 Apr 30 [cited 2024 Mar 16];29(2):53–8. Available from: <https://revistecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/26/22>
 19. Atropelle a vancuor Anaya-Esparza, L., Pérez-Larios, A., Ruvalcaba-Gómez, J., Sánchez-Burgos, J., Romero-Toledo, R., y Montalvo-González, E. (2020). Funcionalización de los recubrimientos a base de quitosano para la conservación postcosecha de frutas y bajo damas la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). SUGERENCIA Revista Especializada en Ciencias publicaciones continua. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 23 (7)
 20. Yan, J., Wu, H., Shi, F., Wang, H., Chen, K., Feng, J., & Jia, W. (2021). Proyeccionio de la actividad antimicrobial para aceites esenciales de menta y tomillo contra *Rhizopus stolonifer* y su aplicación en la preservación postcosecha de frutas de fresa y melocotón. *Journal of Applied Microbiology*, 130(6), 1993-2007. <https://doi.org/10.1111/JAM.14932>
 21. Mokni, R., Majdoub, S., Chaieb, I., Jlassi, I., Joshi, R., & Hammami, S. (2019). Análisis cromático, actividades antimicrobianas e insecticidas del aceite esencial de *Phlomis floccosa* D. Don. *Cromatografía biomédica*, 33(10), e4603. <https://doi.org/10.1002/BMC.4603>
 22. Zheng, K., Zhang, J., Yang, F., Wang, W., Li, W., & Qin, C. (2022). Propiedades y actividad biológica de películas de almidón de semilla de chitosan-coix incorporadas con óxido de nano zinc y aceite esencial de *Artemisia annua* para la preservación de cerdo. *LWT*, 164(8), 113665. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113665>
 23. Jami Y. Caracterización de los recubrimientos comestibles de biopolímeros y aceites esenciales para la conservación de fresa (*Fragaria*) y papaya (*Carica papaya*) [tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15548/1/27t00501.pdf>
 24. Shahbazi Y. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *Int J Biol Macromol.* 2018;112(4):264–272. doi: 10.1016/J.IJBIOMAC.2018.01.186
 25. García-Mateos R, Corrales-García J, Cornejo-Vivar T, Hernández-Ramos L. Recubrimiento biodegradable antifúngico a base de quitosano y aceite esencial de cítricos para la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) en poscosecha. *CienciaUAT.* 2023;17(2):165–180. doi: 10.29059/cienciauat.v17i2.1703
 26. Magnolia Z. Composición química de los aceites esenciales de *Minthostachys spicata* (Benth) Epling, *Clinopodium bolivianum* (Benth) Kuntze, *Tanacetum vulgare* Linnaeus y *Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq y su efecto insecticida para *Pagocerus frontalis* [tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Antonio. 2019. Disponible en: http://200.48.82.27/bitstream/handle/20.500.12918/6866/253T20221113_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 27. Costa, F. R., Toro-Sánchez, C., Wong-Corral, F., y Robles-Burgueño, M. (2018). Aceites esenciales para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) y efecto sobre la calidad del grano de maíz *Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae). *Revista Chilena de Entomología*, 46(4), 639–652. <https://doi.org/10.35249/RCHE.46.4.20.10>

28. Mena E, Ortega-Cuadros M, Merini L, Melo-Ríos AE, Tofiño-Rivera A. Efecto de agroinsumos y aceites esenciales en el suelo de hortalizas en el Caribe colombiano. *Cienc Tecnol Agropecu.* 2018;19(1):103–124. doi: 10.21930/RCTA.VOL19_NUM1_ART:535
29. Adriana Lorena AP, Lorena Alexandra SR. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de papa con incorporación de aceite esencial de cascara de naranja (*Citrus sinensis*) como agente antifúngico en tomate chonto (*Solanum lycopersicum*). 2018 [citado el 16 de marzo de 2024];138. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/8237/>
30. Iseppi R, Sabia C, de Niederhäusern S, Pellati F, Benvenuti S, Tardugno R, et al. Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. and *Thymus vulgaris* L. essential oils and their combination against food-borne pathogens and spoilage bacteria in ready-to-eat vegetables. *Natural Product Research* [Internet]. 2019;33(24):3568–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2018.1482894>
31. Zarate-Escobedo J, Castañeda-González EL, Cuevas-Sánchez JA, Carrillo-Fonseca CL, Mendoza-García EE, Serrato-Cruz MA. Concentraciones e intervalos de aplicación del aceite esencial de *Tagetes lucida* Cav. contra *Nacobbus aberrans*. *Rev Mex De Cienc Agric* [Internet]. 2018;9(3):589–600. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1218>
32. Ortega-Ramirez LA, Silva-Espinoza BA, Vargas-Arispuro I, Gonzalez-Aguilar GA, Cruz-Valenzuela MR, Nazzaro F, et al. Combination of *Cymbopogon citratus* and *Allium cepa* essential oils increased antibacterial activity in leafy vegetables. *J Sci Food Agric* [Internet]. 2017;97(7):2166–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8025>
33. Perumal AB, Huang L, Nambiar RB, He Y, Li X, Sellamuthu PS. Application of essential oils in packaging films for the preservation of fruits and vegetables: A review. *Food Chem* [Internet]. 2022;375(131810):131810. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131810>
34. Coimbra A, Carvalho F, Duarte AP, Ferreira S. Antimicrobial activity of *Thymus zygis* essential oil against *Listeria monocytogenes* and its application as food preservative. *Innov Food Sci Emerg Tech-* nol [Internet]. 2022;80(103077):103077. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103077>
35. Veenstra JP, Johnson JJ. Oregano (*Origanum vulgare*) extract for food preservation and improving gastrointestinal health. *Int J Nutr* [Internet]. 2019;3(4):43–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14302/issn.2379-7835.ijn-19-2703>