



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA



Actividad antimicrobiana de aceites esenciales de plantas

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero en Biotecnología, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Miguel Alejandro Rojas Hechavarría

Tutor: Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

Ambato-Ecuador

Marzo - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Mirari Arancibia

CERTIFICAN:

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 10 de febrero del 2022

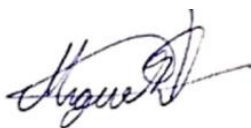
Dra. Mirari Arancibia

C.I. 180214246-1

Tutor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Alejandro Rojas Hechavarría, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Biotecnología, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Miguel Alejandro Rojas Hechavarría

C.I.180375596-4

AUTOR

APROBACION DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Mg. Dolores Robalino
Presidente de tribunal

Dr. William Ricardo Calero Cáceres
C.I. 171434885-9

Mg. Danae Fernández Rivero
C.I. 175718120-9

Ambato, 11 de marzo del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando los derechos de autor.



Miguel Alejandro Rojas Hechavarría

C.I.180375596-4

AUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a quienes me han apoyado a lo largo de la carrera:

A mis padres Patricio Rojas y Mayda Hechavarría, por todo lo que me han dado, por su amor incondicional, por toda la sabiduría que han compartido conmigo y por toda la paciencia que han tenido al tratar conmigo; estos logros son el fruto de todo el esfuerzo que han hecho por mí siempre.

A mis abuelos paternos Jaime Rojas y Teresa Conde, por el cariño que me han tenido a lo largo de los años y el apoyo que me han brindado.

A mis abuelos maternos Mayda Pérez y Luis Hechavarría que a pesar de estar lejos siempre me han brindado un cariño sincero.

A mi alma gemela Michelle que ha estado prácticamente desde que comencé este camino, en cada paso apoyándome, colaborando conmigo y siendo todo lo que necesito para estar concentrado en lo que de verdad importa, juntos lo logramos, llegamos tan lejos porque nos mantuvimos juntos a lo largo de todo este tiempo, ustedes como mis seres queridos son los que se merecen este trabajo y todo lo que vendrá después, manténganse a mi lado por favor que siempre los necesitare conmigo, Babyluv te veo en Boo'ya Moon.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi tutora la Doctora Mirari Arancibia ya que con sus enseñanzas cuando fue mi profesora y con su tutela hizo posible este proyecto de integración curricular.

A los docentes de los semestres pasados ya que gracias al conocimiento que me han otorgado fui capaz de realizar todas mis obligaciones a cabalidad y disfrutar día a día con sus enseñanzas.

Al Doctor Carlos, quien fue quien despertó mis ganas de conocimiento en el área de la microbiología y mi interés por culminar la carrera siendo guía no solo de mi persona sino de toda la primera promoción de biotecnología que siempre lo llevaremos en nuestros corazones.

Una vez más agradezco a mis padres por brindarme todo lo necesario para estar en la posición que estoy hoy.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACION DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.1.1 Estado del arte.	1
1.2 Antecedentes	2
1.2.1 Aceites esenciales.	2
1.2.2 Interés industrial.	2
1.2.3 Métodos de extracción de aceites esenciales.....	2
1.2.4 Análisis de la composición de los aceites esenciales.	4
1.2.5 Actividad biológica de aceites esenciales.....	5
1.2.6 Determinación de la actividad antibacteriana y antifúngica.....	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	7
2.1 Fuentes bibliográficas	7
2.1.1 <i>Pregunta de investigación.</i>	7
2.1.2 <i>Bases de datos.</i>	7
2.1.3 <i>Criterios de selección.</i>	8
2.2 Síntesis de la información	8
2.3 Clasificación cualitativa.....	9
2.4 Análisis de resultados	9
CAPÍTULO III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
3.1 Actividad antibacteriana de los aceites esenciales.....	10
3.1.1 Mecanismo de ingreso de los compuestos en bacterias gram positivas.	12

3.1.2	Mecanismo de ingreso de los compuestos en bacterias gram negativas.	12
3.2	Actividad antifúngica de los aceites esenciales.	13
3.3	Resultados más relevantes según sus halos de inhibición de los diferentes aceites esenciales.	16
3.3.1	<i>Aceites esenciales con actividad baja o sin actividad.</i>	34
3.3.3	<i>Aceites esenciales con actividad alta</i>	36
3.3.4	<i>Aceites esenciales con actividad selectiva.</i>	38
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41
4.1.	Conclusiones.	41
4.2.	Recomendaciones.....	45
BIBLIOGRAFÍA		46

Índice de tablas

Tabla 1.	Variables seleccionadas para la pregunta de investigación.....	7
Tabla 2.	Actividad antibacteriana y antifúngica de los diferentes aceites esenciales de plantas en las mejores condiciones.....	16
Tabla 3.	Clasificación de los aceites esenciales según su actividad antimicrobiana	34

Índice de figuras

Figura 1.	Proyección de artículos publicados desde el año 2018 en la base de datos SCOPUS utilizando "essential oils" y "antimicrobial" como palabras clave	8
Figura 2.	Mecanismos de actividad antimicrobiana de aceites esenciales	12
Figura 3.	Microscopía electrónica de barrido de hifas expuestas al aceite esencial de orégano.....	15

RESUMEN

Los aceites esenciales son compuestos volátiles producto del metabolismo secundario de las plantas, estos pueden tener actividad antimicrobiana tanto para bacterias como para hongos debido a la composición variada de terpenos, fenoles, entre otras moléculas, esto permite que dichos compuestos puedan ser multiuso en varias ramas de la industria tales como la farmacéutica o la cosmetológica, en esta última ya que presentan también actividad antioxidante. La actividad que presente el aceite será diferente para cada planta y de cada organismo, para obtener una gran variedad de resultados se buscó específicamente la actividad individual de 47 plantas, en las cuales se las testeó contra diferentes tipos de bacteria y hongos, una vez recopilada la información se las clasificó según sus resultados, estos se centraron en pruebas de halo de inhibición utilizando disco de difusión, en las cuales se pone a prueba cierta cantidad o concentración de aceite esencial con el fin de revelar que tan fuerte es la actividad antimicrobiana, basándose en estos resultados que se presentan en diferentes estudios se los clasificó según su magnitud en alta, moderada, baja y sin actividad. Los aceites esenciales tienen actividad muy variada y la información recopilada es una muestra del gran potencial que pueden llegar a tener este tipo de compuestos, por lo que se ha planteado como objetivo central recopilar toda la información relevante sobre el tema que se pueda encontrar en bases de datos de índole científica para facilitar el futuro trabajo con este tipo de compuestos.

Palabras clave: Aceites esenciales, actividad antibacteriana, actividad antifúngica, extractos vegetales, investigación bibliográfica.

ABSTRACT

Essential oils are volatile compounds product of the secondary metabolism of plants, these can have antimicrobial activity for both bacteria and fungi due to the varied composition of terpenes, phenols, among other molecules, this allows these compounds to be multipurpose in several branches of the industry such as pharmaceuticals or cosmetics, in this last one they also have antioxidant activity. The activity of the essential oils will be different for each plant and for each organism, to obtain a great variety of results, the individual activity of 47 plants was specifically searched, in which they were tested against different types of bacteria and fungi, once the information was collected it was classified according to their results, these focused on tests of inhibition halo using diffusion disc, in which a certain amount or concentration of essential oil is tested to reveal how strong the antimicrobial activity is. Based on these results that are presented in different research studies, they were classified according to their antimicrobial activity as high, moderate, low and no activity. Essential oils have a very varied activity and the information collected is a sample of the great potential that this type of compound can have, so the main objective has been to collect all the relevant information on the subject that can be found in databases of scientific data to facilitate future work with these types of compounds.

Keywords: Essential oils, antibacterial activity, antifungal activity, vegetable extracts, bibliographic research.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Estado del arte.

Los aceites esenciales son extractos naturales muy complejos que pueden llegar a tener de 20 a 60 componentes entre los cuales se encuentran terpenos, terpenoides y compuestos fenólicos (Chouhan et al., 2017) ,en el caso de extractos de hojas los principales compuestos que se pueden encontrar son β -pineno, β -felandrene y α -pineno; por otro lado, en los extractos de rizomas se puede encontrar sabineno, terpinen-4-ol y (E)-nerolidol (Huong et al., 2020).

La composición y la hidrofobicidad que poseen podrían explicar cómo ocurre el proceso de muerte de la célula bacteriana (Chouhan et al., 2017) . Aunque el mecanismo de acción, de algunos componentes de los aceites esenciales, se ha dilucidado en varios trabajos pioneros, todavía se carece de un conocimiento detallado del mecanismo de acción. Este conocimiento es particularmente importante para determinar el efecto de los aceites esenciales en diferentes microorganismos, cómo funcionan en combinación con otros compuestos antimicrobianos y su interacción con los componentes de la matriz que los contiene (Pateiro et al., 2021; Syafiq et al., 2020).

Actualmente muchas investigaciones se centran en compuestos naturales que contengan propiedades antimicrobianas con el fin de remplazar aditivos sintéticos, debido a que pueden causar en ciertos casos alergias a diversos fármacos, problemas en el crecimiento de vegetales en cultivos agrícolas que pueden llegar a no ser aptos para consumo humano y su uso desmedido ha causado resistencia en los microorganismos causantes de diversas enfermedades (Wińska et al., 2019). La resistencia a compuestos antibióticos y antifúngicos se ha visto incrementada en los últimos años (Dai et al., 2021). El uso de dichos compuestos es indispensable por lo que el estudio de nuevas sustancias es muy importante.

La diversidad de información y los modos de obtenerla, es lo que conlleva a la necesidad de realizar una revisión bibliográfica de los diferentes estudios científicos

sobre las propiedades que tienen los aceites esenciales para combatir la actividad microbiana y fúngica.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Aceites esenciales.

Los aceites esenciales son un metabolito secundario producido por ciertas plantas, son también llamados aceites volátiles por su composición química que contiene benzoides, fenilpropanoides y varios tipos de terpenos que son los que otorgan las diferentes propiedades específicas que puede presentar el aceite esencial (Nazzaro et al., 2017). Un ejemplo de terpeno son los sesquiterpenoides los cuales han demostrado tener actividad antifúngica; es así que su composición a su vez se ve ligada al método de extracción que se utiliza y el material vegetal del cual se origina, presentando mayores o menores concentraciones de terpeno, además los aceites esenciales pueden presentar compuestos antioxidantes y aromáticos en su composición (Chouhan et al., 2017).

1.2.2 Interés industrial.

Los aceites esenciales tienen varias utilidades en diferentes industrias como en cosméticos, donde confieren aroma a ciertos perfumes, en alimentos, donde son ingredientes tanto en bebidas tanto como preservantes de ciertos tipos de formulaciones de productos donde además de proporcionar un valor nutricional aportan características organolépticas y bioactivas como la actividad antioxidante (Christaki et al., 2021). Sin embargo, el uso más relevante es en la industria farmacéutica donde se puede encontrar compuestos de este tipo y sus derivados funcionando como excipientes en ciertas formulaciones farmacológicas o directamente siendo el componente central para el tratamiento de ciertas enfermedades (Anwar et al., 2019).

1.2.3 Métodos de extracción de aceites esenciales.

La extracción de los aceites esenciales puede darse por diferentes métodos esto dependiendo de su composición, los métodos por los cuales se puede obtener estos compuestos son:

1.2.3.1 Destilación por arrastre de vapor

Se basa en la vaporización selectiva de la fracción volátil de componente, esto se realiza agregando vapor de agua a la mezcla al que se le conoce como vapor de arrastre, luego de que se evaporen al condensarse formarán dos fases inmiscibles la una con la otra para poder separar el producto final (aceite esencial) del agua (Cedeño et al., 2019), para esto el vapor de agua se inserta en la parte inferior del extractor con el material vegetal en el interior, se controla la temperatura hasta terminada la destilación (Patiño et al., 2014), para este método se tiene el condicionante de que las propiedades del producto final como de sus componentes sean las adecuadas, es decir, el producto sea insoluble en agua debido a que si no se forman las dos fases no se podrá separar del agua.

1.2.3.2 Extracción de disolventes

Este método se utiliza en laboratorio ya que se tienen que poner en contacto con disolventes orgánicos (cloroformo, alcohol, éter dietílico, hexano, ciclohexano, etc.) por lo que a nivel industrial el costo de producción sería demasiado alto, estos disolventes además de extraer el producto necesario también disolverán otras sustancias que serán impurezas en la mezcla siendo es su mayoría grasas y pigmentos del material vegetal de origen en el caso de aceites esenciales, estas impurezas además de las trazas del disolvente utilizado que dependiendo para que se quiera utilizar el compuesto pueden representar en algunos casos una desventaja como en los cosméticos o alimentos en donde la presencia de trazas de estos solventes pueden resultar perjudiciales para la salud (Peredo-Luna et al., 2009).

1.2.3.3 Extracción por fluidos supercríticos

La metodología se basa en el uso de las propiedades de los fluidos supercríticos los cuales son altamente volátiles y presentan una alta difusividad permitiendo así extraer compuestos de manera selectiva sin que queden rastros de los disolventes en el producto final, el solvente con mejor selectividad para compuestos vegetales es el CO₂ si el aceite esencial objetivo

tiene una alta concentración de compuestos fenólicos se recomienda el uso de etanol como cosolvente, las condiciones que se utilizan para extraer los compuestos son controladas por un regulador de contrapresión y un calentador (Torres, 2019), la metodología se basa en cortar el material vegetal en trozos pequeños, se muele y se coloca en una cámara de acero inoxidable por el cual se correrá el fluido en esta supercrítico (Rodriguez et al., 2012).

1.2.3.4 Extracción por microondas

Este método puede utilizarse incorporando otro método como varios tipos de destilación que pueden pasar desde la destilación en seco a la hidro-destilación dependiendo de cómo se adecue el sistema para el funcionamiento de la extracción y a su vez purificación del producto, que además va en función del material que se utilice (si este es fresco se puede manejar posibilidades de destilación en seco, pero en caso de necesitar rehidratación del material se necesitara agregar un solvente como el agua) (Nolazco et al., 2020). Las propiedades del compuesto que se desee obtener influirán bastante en la metodología que se pueda implementar en la extracción esto ya que como en la destilación por arrastre de vapor se necesitara que en el caso de utilizar un solvente se puedan separar al final del proceso formando dos fases distintas, el fundamento del microondas es utilizar la ondas para romper las paredes celulares y liberar este contenido dentro de la solución si es que esta existiera pero en el caso de aceites esenciales al ser volátiles se puede prescindir de la fase acuosa.

1.2.4 Análisis de la composición de los aceites esenciales.

Es necesario, con el fin de entender los mecanismos de acción de los aceites esenciales, determinar su composición química esto se logra con la ayuda de cromatógrafos de gases los cuales en la mayoría de casos están acoplados a un espectrómetro de masas, en el cual se inyecta una cierta concentración del aceite esencial y se analiza la comparación de los espectros resultantes con una base de datos

(Argote-Vega et al., 2017), este procedimiento nos permitirá conocer las proporciones y moléculas que forman parte del aceite esencial, lo que será de vital importancia para la entender el mecanismo de acción de la actividad antimicrobiana.

1.2.5 Actividad biológica de aceites esenciales.

Los aceites esenciales están compuestos por una gran variedad de componentes los cuales destacan por su actividad antimicrobiana como son: acetilenos, polifenoles (flavonoides y no flavonoides), psoraleno, terpenos. Los mono terpenos son constituyentes importantes ya que entre estos podemos encontrar al eucaliptol, borneol, camphor, menthol, acetato de borilo, entre otros (Teneva et al., 2020). La proporción en la que se encuentren estos compuestos volátiles depende directamente de la planta que se extraigan, es así que las plantas aromáticas presentan terpenos en mayor cantidad que el resto, los terpenos de bajo y medio peso molecular tienden a presentar actividades relacionadas con situaciones de estrés para la planta por ejemplo cuando se enfrenta a varios tipos de infecciones de diferentes orígenes por lo que se ha desarrollado una actividad antibacteriana y antifúngica en el reino vegetal por parte de este producto del metabolismo secundario (Xiang et al., 2017).

1.2.6 Determinación de la actividad antibacteriana y antifúngica

El diseño del experimento planteado va a influir directamente en cómo se puede medir el resultado de la actividad que presente el aceite esencial, pueden obtenerse dos tipos de resultados: el porcentaje de inhibición que se calcula utilizando al control como un referente de cuánto ha disminuido la proliferación de esporas o crecimiento del micelio en caso de hongos y en el caso de bacterias se puede realizar un recuento de colonias (Behrooz & Ali, 2018), otra forma en la cual se puede determinar la actividad que pueda presentar el aceite esencial es la zona o el halo de inhibición, para ello se utilizan discos en donde se agrega el aceite con el fin de comprobar cuán fuerte es la actividad que pueden presentar, es así que el halo de inhibición se mide comúnmente en milímetros, mientras más grande sea esta zona de inhibición, mayor será el efecto antibacteriano o antifúngico (Plant & Stephens, 2014).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Fundamentar sobre los principales aceites esenciales con actividad antimicrobiana.

1.3.2 Objetivos específicos

Definir y clasificar los aceites esenciales con actividad antimicrobiana *in vitro*.

Identificar el modo de acción de los aceites esenciales como antimicrobianos.

Comparar los principales grupos microbianos susceptibles a los aceites esenciales.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Fuentes bibliográficas.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los principales aceites esenciales con actividad antimicrobiana y antifúngica, su modo de aplicación: in vitro, en campo y en aplicaciones alimentarias. Se establecieron criterios para seleccionar los estudios adecuados para el propósito de esta revisión. Seleccionamos trabajos siguiendo las recomendaciones de Vera, 2009 (Vera, 2009).

2.1.1 *Pregunta de investigación.*

¿Qué aceites esenciales han demostrado actividad antimicrobiana y antifúngica, según las investigaciones, publicaciones y estudios realizados?

Para determinar la pregunta de investigación, se identificó y definió los componentes clave para realizar la revisión sistemática de literatura, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Variables seleccionadas para la pregunta de investigación.

Terminología	Componentes del tema
Población	Aceites esenciales
Intervención	Metodología de investigación, revisiones, libros
Comparación	Actividad antimicrobiana y antifúngica
Resultado	Efectividad, grado de inhibición, mecanismo

2.1.2 *Bases de datos.*

Se utilizaron bases digitales de almacenamiento de información relevante para la investigación así: Google académico, Scopus y Latindex, centrados en la actividad antimicrobiana y antifúngica de los aceites esenciales utilizando “aceites esenciales” o "essential oils", “antimicrobiano” o "antimicrobial" e “antifúngico” como palabras clave.

2.1.3 Criterios de selección.

Los criterios empleados para la selección de las publicaciones fueron determinados por los objetivos de la revisión. De cada publicación se tuvo en cuenta el título, los autores, el resumen y los resultados, en ningún caso se consideraron tesis de grado. Como se encontró en base al análisis de la literatura disponible, se puede observar un ejemplo del desarrollo dinámico del tema de investigación en los últimos diez años en la base de datos SCOPUS, que muestra un crecimiento exponencial de citas de investigaciones centrados en este tema (Figura 1). Sin embargo, en esta revisión se ha dado énfasis a las publicaciones realizadas en los últimos 5 años.

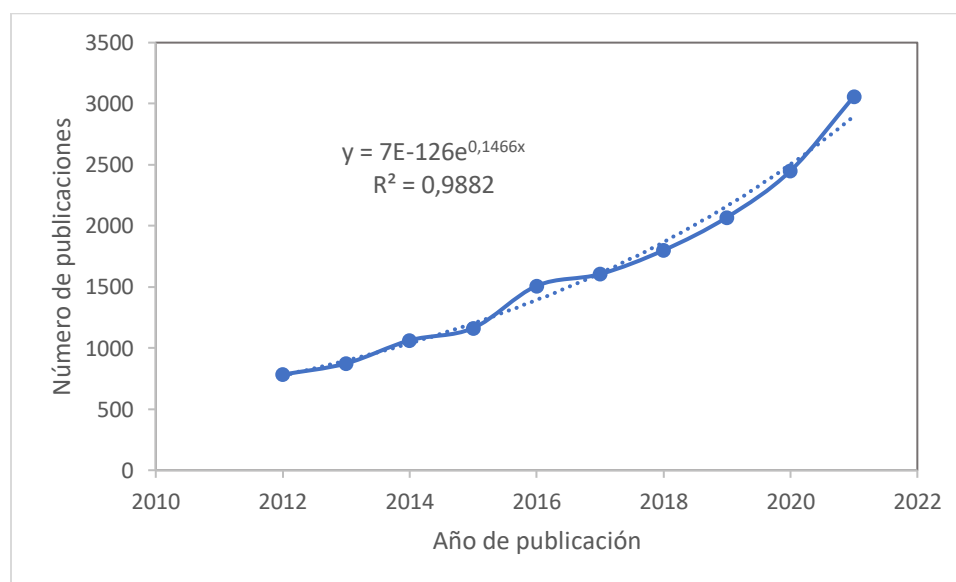


Figura 1. Proyección de artículos publicados desde el año 2018 en la base de datos SCOPUS utilizando "essential oils" y "antimicrobial" como palabras clave.

2.2 Síntesis de la información

La información fue recopilada y sintetizada en el contenido relevante y utilizó como gestor bibliográfico Mendeley ya que es idóneo para el trabajo con artículos científicos.

2.3 Clasificación cualitativa

El diámetro a zona inhibitoria (dhi), al ser difícil de interpretar, se decidió utilizar una clasificación cualitativa alta ($dhi \geq 16$ mm), moderada ($12 \text{ mm} \leq dhi < 16\text{mm}$), baja ($8\text{mm} \leq dhi < 12$ mm) o sin actividad ($dhi < 8$ mm) conforme la literatura científica (Arancibia et al., 2014; Toda et al., 1991), esto permitió organizar los datos provenientes de cada aceite esencial de tal manera que sean comprensibles para el lector.

2.4 Análisis de resultados

Una vez realizada la síntesis de la bibliografía investigada se analizaron los aspectos más relevantes documentados sobre aceites esenciales siguiendo una clasificación cualitativa que permitió interpretar los datos con mayor facilidad. Además, se discutió sobre la versatilidad que los aceites esenciales poseen en varios aspectos biotecnológicos en relación con las propiedades que presentan. El trabajo concluye con las principales ideas de los posibles usos que se pueda dar a la información que se obtenga para estudios posteriores sobre la actividad antimicrobiana y antifúngica de aceites esenciales.

CAPÍTULO III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Actividad antibacteriana de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios presentes en todos los órganos vegetales para inhibir o ralentizar el crecimiento de bacterias y proteger a la planta. Están compuestos de una mezcla diversa de moléculas como terpenoides, ácidos, aldehídos, alcoholes, hidrocarburos alifáticos, ésteres acíclicos, lactonas, compuestos nitrogenados o sulfurosos (en raras ocasiones), cumarinas y homólogos de fenilpropanoides.

La composición química de los distintos aceites esenciales y la posición de sus grupos funcionales determina el nivel de acción frente a los microorganismos, en el caso de los terpenos, estos son hidrocarburos que no poseen alta capacidad antibacteriana por si solos, pero se produce un aumento significativo si sus grupos metilo son removidos, reubicados o enlazados con moléculas de oxígeno, estos hidrocarburos modificados se denominan terpenoides; dentro de este grupo se encuentran sustancias activas bastante conocidas como el carvacrol, timol, mentol, linalool, geraniol y acetato de linalilo las cuales están presentes en los aceites esenciales más eficaces contra bacterias como los de orégano, tomillo, lavanda, rosa, bergamota, y menta como se muestra en la tabla 2.

El timol y el carvacrol poseen estructuras similares, pero difieren en las distintas posiciones de sus grupos hidroxilo, a pesar de esto, ambas moléculas provocan alteraciones morfológicas y funcionales en las células bacterianas. El mecanismo de acción de estas dos moléculas es bastante similar ya que, al interactuar con las membranas celulares, se altera la síntesis de ácidos grasos lo que resulta en un cambio en la fluidez de la membrana de la bacteria, esto incrementa la permeabilidad y por ende se da una pérdida de iones de potasio K^+ afectando a la producción energética; además, cuando las moléculas ingresan a la célula pueden alterar la homeostasis al inhibir la síntesis de enzimas funcionales. (Nazzaro et al., 2013; Saad et al., 2013).

El mecanismo de acción contra las bacterias varía de acuerdo con la concentración del aceite esencial como lo es en el caso de la canela el cual posee el compuesto activo cinamaldehído, este es un fenilpropeno que en bajas concentraciones afecta al normal

funcionamiento de enzimas que se encuentran involucradas en las interacciones de citoquinas u otros procesos celulares básicos mientras que en concentraciones moderadas inhiben la enzima ATPasa impidiendo la obtención de energía; cuando se aplica este aceite esencial en altas concentraciones afecta la integridad de la membrana alterando la composición lipídica lo que resulta letal para las bacterias sensibles (Gill & Holley, 2004; Nazzaro et al., 2013).

La variedad estructural de las moléculas presentes en los aceites esenciales provoca diversos efectos que disminuyen la posibilidad de sobrevivencia de las bacterias. Su capacidad antibacteriana cambia de acuerdo con el origen vegetal y la concentración, pero todos se basan en la dificultad que tienen las bacterias para separar estos compuestos hidrófobos de sus membranas externas lo que conlleva a la degradación de la barrera permeable, a partir de aquí, cada tipo de compuesto actuará de manera distinta. Los efectos que producen en los microorganismos son variados como: degradación de la pared celular, daño de la membrana citoplásmica, coagulación citoplasmática, aumento de la permeabilidad de la membrana para reducción del potencial, reducción de la fuerza protón-motriz o inhibición de la ATPasa para reducción de las reservas de ATP, todos estos cambios fisiológicos provocan lisis celular lo que conlleva a la muerte de la bacteria (Bhavaniramya et al., 2019; Carson et al., 2002; Saad et al., 2013).

Todos los compuestos poseen distintos mecanismos de acción que afectan directamente a la membrana y citoplasma de las bacterias, que, en ciertos casos, provoca una alteración completa de la morfología celular. La manera en que los aceites esenciales atacan a los microorganismos depende de varios factores, entre ellos se encuentra el tipo de bacteria de acuerdo con la composición de su pared celular, estas basadas en la prueba de tinción de gram, pueden ser gram positivas o gram negativas (Tiwari et al., 2009).

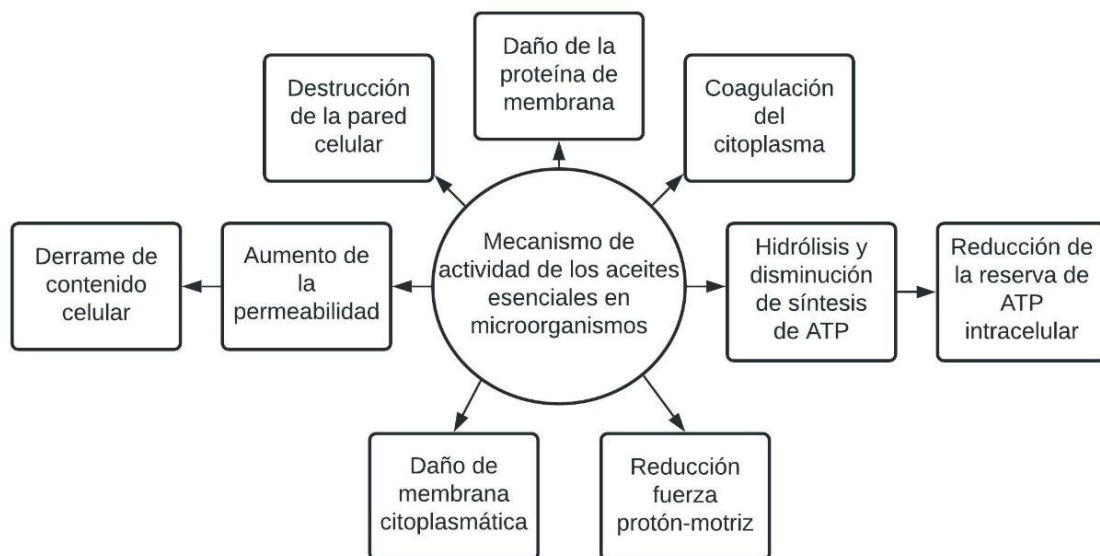


Figura 2. Mecanismos de actividad antimicrobiana de aceites esenciales (Bhavaniramya et al., 2019).

3.1.1 Mecanismo de ingreso de los compuestos en bacterias gram positivas.

Las bacterias gram positivas poseen una gran cantidad de peptidoglicano en su pared celular, aproximadamente el 90 % de la composición total; las moléculas hidrofóbicas como los compuestos fenólicos presentes en los aceites esenciales pueden penetrar la pared celular de este tipo de bacterias y dirigirse hacia el interior de la célula impidiendo el funcionamiento normal de las enzimas encargadas de la producción energética o desnaturalizando proteínas lo que impide el crecimiento bacteriano (Malanovic & Lohner, 2016; Nazzaro et al., 2013).

3.1.2 Mecanismo de ingreso de los compuestos en bacterias gram negativas.

Las bacterias gram negativas poseen baja cantidad de peptidoglicano en su pared celular, es una capa delgada de 1.5 - 10 nm de grosor que representa aproximadamente el 10% de la composición total de la misma, a su vez está recubierta por una membrana externa compuesta de una doble capa de fosfolípidos y proteínas

de porina, ésta se encuentra unida a la membrana interna a través de lipopolisacáridos que actúan como una barrera. Las proteínas de porina presentes en la membrana externa funcionan como canales hidrofílicos transmembrana, los cuales impiden el paso de moléculas hidrofóbicas como las presentes en los aceites esenciales, por lo que, las bacterias gram negativas son más resistentes que las gram positivas. A pesar de esto, no existe completa permeabilidad ya que algunas moléculas hidrofóbicas pueden ingresar lentamente hacia el interior de la célula a través de las porinas (Mai-Prochnow et al., 2016; Malanovic & Lohner, 2016; Trombetta et al., 2005).

3.2 Actividad antifúngica de los aceites esenciales.

La actividad antifúngica de los aceites esenciales depende de los compuestos aromáticos presentes y afectan de diferente manera a los grupos microbianos. Los compuestos fenólicos son los que mayor actividad antifúngica tienen y su capacidad aumenta con la adición de grupos alquilo a su anillo de benceno, estas moléculas hidrófobas se encuentran presentes en los aceites esenciales de canela, clavo de olor, lavanda, orégano y tomillo, esto se corrobora con la información reportada en la tabla 2 donde aquellos obtenidos a partir de las especies vegetales mencionadas presentan una actividad alta frente a diversos hongos, especialmente *Candida albicans*. En orden de efectividad contra los organismos del reino fungi de acuerdo con la duración de inhibición de su crecimiento se encuentran los siguientes compuestos: fenoles, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, hidrocarburos (Saad et al., 2013).

La naturaleza citotóxica de estos compuestos se debe a que tienen la capacidad de afectar a la pared y membrana celular de los hongos permitiendo a los compuestos ingresar hacia el interior de estos y coagular su citoplasma, además de dañar sus organelos. Debido a la hidrofobicidad y lipofilicidad de los aceites esenciales, estos son capaces de modificar la permeabilidad de la membrana celular resultando en una modificación del flujo de protones, pH y presión osmótica intracelular, esto provoca la destrucción de organelos como las mitocondrias las cuales pierden las moléculas de ATP, lo que conlleva a la disminución de energía disponible y produce la muerte celular (Basak & Guha, 2018).

Uno de los aceites esenciales más eficaces contra los hongos es el de tomillo, este al ser aplicado en cepas de *Aspergillus niger* tiene la capacidad de provocar alteraciones morfológicas deletéreas irreversibles al modificar la ultraestructura de las células fúngicas dañando la pared y membrana celular las cuales se pliegan, se da una pérdida del citoplasma y aglutinación del material nuclear, en este caso los organelos más perjudicados son las mitocondrias las cuales se ven comprometidas debido a la destrucción de sus crestas lo que impide la producción de ATP, esto lleva a la inhibición del crecimiento del hongo (Rasooli et al., 2006).

El aceite esencial de orégano es otro ejemplo de la eficacia frente a hongos, la reducción en el crecimiento y la germinación del micelio de conidios in vitro *B. cinérea* (Figura 3), permite llegar a la conclusión de que los aceites esenciales podrían utilizarse como posibles biofungicidas alternativos a los fungicidas sintéticos contra hongos fitopatógenos.

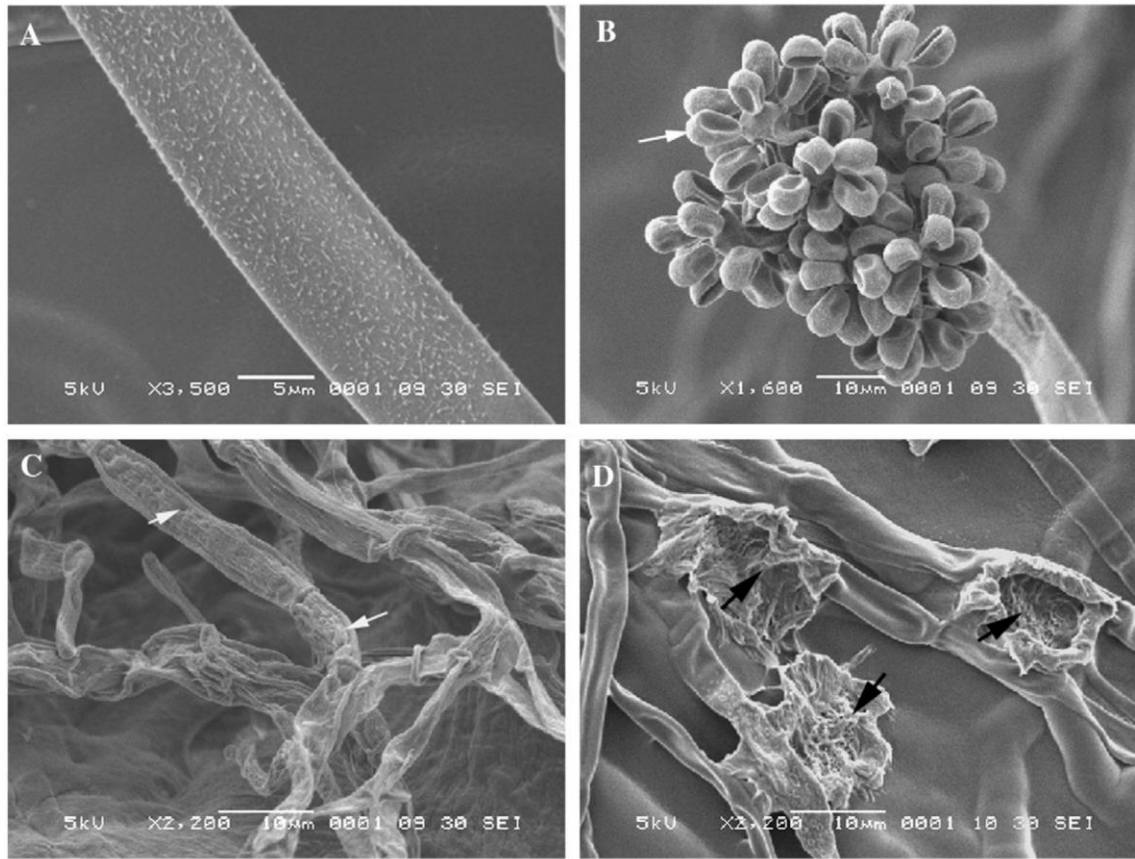


Figura 3. Microscopía electrónica de barrido de hifas expuestas al aceite esencial de orégano. (A y B) Hifas y conidias sanas (flecha) en placas Petri de control. (C y D) Efectos de los aceites esenciales sobre la morfología de las hifas. Tenga en cuenta las alteraciones en la morfología de las hifas, incluyen arrugamiento de las hifas, formación de ampollas (flechas) en la placa (C) y lisis (flechas) en la placa (D) (Soylu et al., 2010).

3.3 Resultados más relevantes según sus halos de inhibición de los diferentes aceites esenciales.

Tabla 2

Actividad antibacteriana y antifúngica de los diferentes aceites esenciales de plantas en las mejores condiciones.

Nombre común	Nombre científico	Actividad	Organismo inhibido	Concentración de aceite esencial	Resultado: Diámetro de zona de inhibición (mm)	Clasificación cualitativa	Referencia
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Antifúngica	<i>Fusarium solani</i>	3.2 mg / mL	17.7 ± 1.3	Alta	(Hussain et al., 2008)
			<i>Mucor mucedo</i>	4.6 mg / mL	11.2 ± 0.6	Baja	
			<i>Botryodiplodia theobroma</i>	2.9 mg / mL	16.6 ± 1.0	Alta	
			<i>Rhizoctonia solani</i>	2.9 mg / mL	14.3 ± 0.8	Moderada	
		Antibacteriana	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	100%	13.83	Moderada	(Flores & Malo, 2019)
			<i>Bacillus subtilis</i>	100 mg / mL	12	Moderada	(Rivas et al., 2015)
			<i>Escherichia coli</i>	200 mg / mL	9	Baja	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	200 mg / mL	9	Baja	
			<i>Salmonella enteritidis</i>	100 mg / mL	8	Baja	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	100 mg / mL	11	Baja	
Anís estrellado	<i>Illicium verum</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	4 µl / ml	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo.	Alta	
			<i>Aspergillus niger</i>	8 mg / ml	20.69	Alta	
			<i>Penicillium citrinum</i>	8 mg / ml	15.73	Moderada	
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	8 mg / ml	11.25	Baja	(Zhao et al., 2019)
			<i>Bacillus cereus</i>	8 mg / ml	13.06	Moderada	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	8 mg / ml	13.53	Moderada	
			<i>Salmonella typhimurium</i>	8 mg / ml	9.66	Baja	
			<i>Shigella dysenteriae</i>	8 mg / ml	15.28	Moderada	
			<i>Escherichia coli</i>	8 mg / ml	El aceite esencial en este caso no tuvo ningún efecto inhibitorio.	Sin actividad	
			<i>Aspergillus flavus</i>	5.5 µl / ml	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo a partir de esta concentración.	Alta	
Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	0.01 mg / ml	30	Alta	(Baananou et al., 2013)		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.06 mg / ml	25	Alta			
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.13 mg / ml	17	Alta			
Arrayan	<i>Luma chequen</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	3.13 mg / ml	20	Alta	(Torres-Chatí et al., 2017)
			<i>Candida tropicalis</i>	3.13 mg / ml	19	Alta	
			<i>Candida parapsilosis</i>	1.56 mg / ml	19	Alta	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	6.25 mg / ml	25	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3.13 mg / ml	24	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	6.25 mg / ml	29	Alta	

			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3.13 mg / ml	25	Alta	
Árbol de te	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	2 mg / ml	20.3	Alta	(Ramadan et al., 2020)
			<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	0.07 %	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo a partir de esta concentración.		Alta
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	2 mg / ml	19.2	Alta	(Ramadan et al., 2020)
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2 mg / ml	21.7	Alta	
			<i>Streptococcus pyogenes</i>	2 mg / ml	19.2	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2 mg / ml	18.1	Alta	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2 mg / ml	13.2	Moderada				
Azahar	<i>Citrus aurantium</i>	Antifúngica	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.672 mg / ml	20	Alta	(Haj Ammar et al., 2012)
			<i>Candida albicans</i>	0.672 mg / ml	22	Alta	
			<i>Aspergillus parasiticus</i>	0.672 mg / ml	27	Alta	
			<i>Mucor ramannianus</i>	0.672 mg / ml	35	Alta	
			<i>Fusarium culmorum</i>	0.672 mg / ml	35	Alta	
			<i>Bacillus subtilis</i>	0.672 mg / ml	12	Moderada	
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.672 mg / ml	0	Sin actividad	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	0.672 mg / ml	16	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	0.672 mg / ml	18	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.672 mg / ml	19	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.672 mg / ml	11	Baja	
			<i>Trichophyton erinacei</i>	4 µg / ml	8.0 ± 0.5	Baja	
Bergamota	<i>Citrus bergamia</i>	Antifúngica	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	2 µg / ml	6.0 ± 1	Sin actividad	(Tariq et al., 2019)
			<i>Trichophyton rubrum</i>	1 µg / ml	8.7 ± 0.76	Baja	
			<i>Trichophyton schoenleinii</i>	2 µg / ml	3.3 ± 0.58	Sin actividad	
			<i>Trichophyton soudanense</i>	0.5 µg / ml	14.3 ± 1.53	Moderada	
			<i>Trichophyton tonsurans</i>	1 µg / ml	3.3 ± 0.58	Sin actividad	
			<i>Candida albicans</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	(Alexa et al., 2020)
			<i>Staphylococcus aureus</i>	4 µl / ml	17.5	Alta	
			<i>Streptococcus pyogenes</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
			<i>Shigella flexneri</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
			<i>Salmonella typhimurium</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
			<i>Haemophilus influenzae</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4 µl / ml	0	Sin actividad	
			Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	
<i>Botrytis sp</i>	250 ppm	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo a partir de esta concentración.				(González et al., 2019)	
<i>Penicillium expansum</i>	2.04 ppm	61				Alta	(Galarza & Quimi, 2019)

		Antibacteriana	<i>Salmonella choleraesuis</i>	90 % (v/v)	21.6	Alta	(Montero-Recalde et al., 2017)			
			<i>Salmonella typhimurium</i>	90 % (v/v)	29.4	Alta				
				<i>Staphylococcus aureus</i>	9.94 mg / ml	41.8	Alta	(Arias, 2013)		
Cedro del atlas	<i>Cedrus atlantica</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus niger</i>	8 % (v / v)	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	(Bennouna et al., 2019)			
			<i>Penicillium commune</i>	8 % (v / v)	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
			<i>Penicillium expansum</i>	8 % (v / v)	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
			<i>Penicillium crustosum</i>	8 % (v / v)	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
			<i>Thielavia hyalocarpa</i>	8 % (v / v)	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
			Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	0.25 mg / ml	25	Alta	(Sidi et al., 2010)		
				<i>Enterococcus faecalis</i>	1.31 mg / ml	11	Baja			
				<i>Bacillus sphericus</i>	1.62 mg / ml	6	Sin actividad			
				<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.45 mg / ml	12	Moderada			
				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.98 mg / ml	21	Alta			
				<i>Staphylococcus aureus</i>	0.68 mg / ml	22	Alta			
				<i>Staphylococcus intermedius</i>	1.25 mg / ml	19	Alta			
	Cedrón	<i>Aloysia citrodora</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	460 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	(Oliva et al., 2011)		
<i>Candida dubliniensis</i>				921 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
<i>Candida glabrata</i>				230 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
<i>Candida krusei</i>				230 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
<i>Candida guilliermondii</i>				1842 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
<i>Candida parapsilopsis</i>				1842 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
<i>Candida tropicalis</i>				230 µg / ml	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta				
			Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	140 µg / ml	10	Baja	(Ali et al., 2017)		
				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	140 µg / ml	11	Baja			
				<i>Staphylococcus aureus</i>	140 µg / ml	6	Sin actividad			
Ciprés		<i>Cupressus</i>		Antifúngica	<i>Aspergillus niger</i>	100 mg / mL	13		Moderada	(Azzaz et al., 2019)
					<i>Fusarium oxysporum</i>	100 mg / mL	7		Sin actividad	
					<i>Verticillium albo-atrum</i>	100 mg / mL	9		Baja	
	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>		100 mg / mL		0	Sin actividad				
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	25 % (v / v)	26	Alta	(Argui et al., 2021)			
			<i>Enterococcus faecalis</i>	25 % (v / v)	0	Sin actividad				

			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25 % (v / v)	0	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	25 % (v / v)	35	Alta	
Citronela	<i>Cymbopogon citratus</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	0.57 mg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	(Tyagi & Malik, 2010)
			<i>Colletotrichum graminicola</i>	8 % (v / v)	14.1	Moderada	(Somda et al., 2007)
			<i>Phoma Sorghina</i>	8 % (v / v)	8.7	Baja	
			<i>Fusarium moniliforme</i>	8 % (v / v)	8.1	Baja	
		Antibacteriana	<i>Bacillus cereus</i>	30 % (v / v)	28	Alta	(Naik et al., 2010)
			<i>Bacillus subtilis</i>	30 % (v / v)	24.66	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	30 % (v / v)	22.33	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	30 % (v / v)	17	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30 % (v / v)	0	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	30 % (v / v)	29.66	Alta	
Clavo de olor	<i>Syzygium aromaticum</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus sp.</i>	10 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	(Rana et al., 2011)
			<i>Fusarium moniliforme</i>	12 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Fusarium oxysporum</i>	10 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Microsporium gypseum</i>	9 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Mucor sp</i>	9 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Trichophyton rubrum</i>	9 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	1 mg / mL	17	Alta	(El-Maati et al., 2016)
			<i>Listeria monocytogenes</i>	1 mg / mL	16	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	1 mg / mL	14	Moderada	
			<i>Salmonella Enteritidis</i>	1 mg / mL	17	Alta	
			<i>Serratia marcescens</i>	1 mg / mL	10	Baja	
Comino	<i>Cuminum cyminum</i>	Antifúngica	<i>Absidia ramosa</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	(Kedia et al., 2014)
			<i>Alternaria alternata</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Aspergillus fumigatus</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Aspergillus glaucus</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Aspergillus niger</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Aspergillus terreus</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Aspergillus unguis</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	

Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i>		<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Curvularia lunata</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Fusarium oxysporum</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Mucor sp</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento.	Alta	
			<i>Mycelia sterilia</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Penicillium citrinum</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Penicillium italicum</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Penicillium luteum</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Penicillium purpurogenum</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Penicillium sp.</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
			<i>Spondylocladium australe</i>	0.6 µl / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	
		Antibacteriana	<i>Enterococcus fecalis</i>	50 % (v / v)	10	Baja	(Abdelraheim et al., 2017)
			<i>Escherichia coli</i>	100 % (v / v)	16	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	100 % (v / v)	20	Alta	
			<i>Proteus vulgaris</i>	50 % (v / v)	15	Moderada	
			<i>Salmonella typhi</i>	100 % (v / v)	30	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	100 % (v / v)	15	Moderada	
		Antifúngica	<i>Aspergillus ficuum</i>	2 µl / ml	11	Baja	(Parveen et al., 2013)
			<i>Aspergillus flavus</i>	2 µl / ml	20	Alta	
			<i>Aspergillus fumigatus</i>	2 µl / ml	16	Alta	
<i>Aspergillus niger</i>	2 µl / ml		18	Alta			
<i>Aspergillus oryzae</i>	2 µl / ml		15	Moderada			
<i>Fusarium miniformes</i>	2 µl / ml		22	Alta			
<i>Fusarium oxysporium</i>	2 µl / ml		10	Baja			
<i>Fusarium saloni</i>	2 µl / ml		15	Moderada			
<i>Penicillium digitatum</i>	2 µl / ml		10	Baja			
Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	200 mg / ml	11	Baja	(Oghenejobo, 2017)		
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	200 mg / ml	9	Baja			
	<i>Lactobacillus</i>	50 mg / ml	11	Baja			
	<i>Proteus vulgaris</i>	200 mg / ml	6	Sin actividad			
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	200 mg / ml	8	Baja			
	<i>Salmonella typhi</i>	200 mg / ml	8	Baja			
	<i>Shigella flexneri</i>	200 mg / ml	14	Moderada			
<i>Staphylococcus aureus</i>	200 mg / ml	12	Moderada				

			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	200 mg / ml	8	Baja	
			<i>Vibrio cholerae</i>	200 mg / ml	7	Sin actividad	
Enebro	<i>Juniperus communis</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	31.25 µg / ml	17.5	Alta	(Rolta et al., 2020)
			<i>Candida krusei</i>	2 % (v / v)	11	Baja	
			<i>Candida kefyr</i>	0.78 % (v / v)	10	Baja	
			<i>Cryptococcus neoformans</i>	10 % (v/v)	8	Baja	
			<i>Hansenula anomala</i>	8 % (v/v)	8	Baja	
			<i>Microsporium gypseum</i>	2 % (v/v)	11	Baja	
			<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	1 % (v/v)	10	Baja	
			<i>Trichophyton rubrum</i>	0.39 % (v/v)	14	Moderada	
		Antibacteriana	<i>Bacillus cereus</i>	8 % (v/v)	16	Alta	(Pepeljnjak et al., 2005)
			<i>Bacillus subtilis</i>	50 % (v/v)	10	Baja	
			<i>Citrobacter freundii</i>	60 % (v/v)	0	Sin actividad	
			<i>Klebsiella oxytoca</i>	70 % (v/v)	16	Alta	
			<i>Salmonella enteritidis</i>	70 % (v/v)	8	Baja	
			<i>Shigella sonnei</i>	55 % (v/v)	17	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	15 % (v/v)	13	Moderada	
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	40 % (v/v)	13	Moderada	
			<i>Escherichia coli</i>	250 µg / ml	6	Sin actividad	(Rolta et al., 2020)
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	250 µg / ml	6	Sin actividad	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	0.36 mg / mL	47	Alta	(Damjanović-Vratnica et al., 2011)
			<i>Candida parapsilosis</i>	0.0195 mg / mL	15.33	Moderada	
			<i>Candida kefyr</i>	0.0097 mg / mL	19.33	Alta	
			<i>Candida glabrata</i>	0.078 mg / mL	22.33	Alta	
			<i>Candida dubliniensis</i>	0.0097 mg / mL	20.33	Alta	
			<i>Candida lusitaniae</i>	0.0097 mg / mL	18.66	Alta	
			<i>Candida sake</i>	0.097 mg / mL	17.33	Alta	
			<i>Candida famata</i>	0.0097 mg / mL	21.33	Alta	
			<i>Candida intermedia</i>	0.0097 mg / mL	19	Alta	
			<i>Candida atlantica</i>	0.0097 mg / mL	20.66	Alta	
			<i>Candida maritima</i>	0.0097 mg / mL	23.66	Alta	
			<i>Pichia guilliermondii</i>	0.0097 mg / mL	16.33	Alta	
			<i>Pichia jadinii</i>	0.0097 mg / mL	16.33	Alta	
		Antibacteriana	<i>Acinetobacter baumannii</i>	1.57 mg / mL	45	Alta	(Damjanović-Vratnica et al., 2011)
			<i>Escherichia coli</i>	0.09 mg / mL	47	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.57 mg / mL	44	Alta	
			<i>Morganella morganii</i>	0.36 mg / mL	42	Alta	
			<i>Proteus mirabilis</i>	0.96 mg / mL	37	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3.13 mg / mL	24	Alta	
			<i>Providencia stuartii</i>	0.72 mg / mL	40	Alta	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.09 mg / mL	46	Alta			

			<i>Streptococcus pyogenes</i>	0.09 mg / mL	51	Alta	
			<i>Salmonella infantis</i>	3.13 mg / mL	39	Alta	
Eucalipto Limonero	<i>Corymbia citriodora</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	0.625 mg / mL	9	Baja	(Luqman et al., 2014)
			<i>Candida albicans</i>	0.625 mg / mL	8	Baja	
			<i>Cryptococcus neoformans</i>	0.625 mg / mL	13	Moderada	
			<i>Histoplasma capsulatum</i>	0.625 mg / mL	7	Sin actividad	
			<i>Sporothrix schenckii</i>	0.625 mg / mL	6	Sin actividad	
			<i>Trichophyton rubrum</i>	0.625 mg / mL	7	Sin actividad	
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	0.5 % (v / v)	11.1	Baja	(Insuan & Chahomchuen, 2020)
			<i>Escherichia coli</i>	1 % (v / v)	7.9	Sin actividad	
			<i>Streptococcus intermedius</i>	1 % (v / v)	17.3	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.625 mg / mL	2	Sin actividad	(Luqman et al., 2014)
			<i>Enterococcus faecalis</i>	0.625 mg / mL	2	Sin actividad	
			<i>Enterobacter aerogenes</i>	0.625 mg / mL	1	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	0.625 mg / mL	6	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0.625 mg / mL	6	Sin actividad	
			<i>Streptococcus mutans</i>	0.625 mg / mL	6	Sin actividad	
			<i>Mycobacterium smegmatis</i>	0.625 mg / mL	8	Sin actividad	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.625 mg / mL	0	Sin actividad	
			<i>Salmonella typhi</i>	0.625 mg / mL	3	Sin actividad	
Geranio	<i>Pelargonium graveolens</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus niger</i>	0.312 mg / mL	18	Alta	(Hsouna & Hamdi, 2012)
			<i>Aspergillus flavus</i>	0.625 mg / mL	22	Alta	
			<i>Alternaria alternata</i>	0.625 mg / mL	17	Alta	
			<i>Fusarium graminearum</i>	1.25 mg / mL	16	Alta	
			<i>Fusarium oxysporum</i>	1.25 mg / mL	26	Alta	
			<i>Fusarium culmorum</i>	0.625 mg / mL	18	Alta	
			<i>Rhizopus nigricans</i>	1.25 mg / mL	26	Alta	
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	0.156 mg / mL	22	Alta	
			<i>Bacillus cereus</i>	0.039 mg / mL	26	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	0.625 mg / mL	24	Alta	
			<i>Staphylococcus epidermis</i>	0.156 mg / mL	14	Moderada	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	1.25 mg / mL	20	Alta	
			<i>Micrococcus luteus</i>	0.312 mg / mL	15	Moderada	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	0.156 mg / mL	0	Sin actividad	
<i>Salmonella enterica</i>	0.078 mg / mL	14	Moderada				
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.312 mg / mL	13	Moderada				
Hierba buena	<i>Mentha spicata</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus spp</i>	20 mg / ml	13 ± 0.13	Moderada	(Zaidi & Dahiya, 2015)
			<i>Aspergillus niger</i>	20 mg / ml	15.7 ± 0.09	Moderada	
			<i>Rhizopus nigricans</i>	20 mg / ml	0	Sin actividad	
			<i>Candida albicans</i>	85 % (v / v)	24.8	Alta	
		Antibacteriana	<i>Bacillus cereus</i>	2.5 µl / ml	14	Moderada	(Shahbazi, 2015)

			<i>Bacillus subtilis</i>	2.5 µl / ml	18	Alta	(Zaidi & Dahiya, 2015)
			<i>Escherichia coli</i>	10 µl / ml	10	Baja	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	2.5 µl / ml	22	Alta	
			<i>Salmonella typhimurium</i>	10 µl / ml	10	Baja	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	20 mg / ml	21 ± 0.09	Alta	
			<i>Klebsiella ssp</i>	20 mg / ml	12.7 ± 0.07	Moderada	
			<i>Escherichia coli</i>	20 mg / ml	14 ± 0.05	Moderada	
			<i>Salmonella paratyphi</i>	20 mg / ml	0	Sin actividad	
			<i>Salmonella typhi</i>	20 mg / ml	0	Sin actividad	
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus niger</i>	1 µl / ml	81	Alta	(Boukhatem et al., 2014)
			<i>Aspergillus flavus</i>	1 µl / ml	51	Alta	
			<i>Aspergillus terreus</i>	1 µl / ml	56	Alta	
			<i>Aspergillus fumigatus</i>	1 µl / ml	41	Alta	
			<i>Candida parapsilosis</i>	3 µl / ml	9	Baja	
			<i>Candida tropicalis</i>	1 µl / ml	27	Alta	
			<i>Penicillium sp.</i>	1 µl / ml	81	Alta	
			<i>Mucor sp.</i>	1 µl / ml	26	Alta	
		Antibacteriana	<i>Enterococcus faecalis</i>	1 mg / mL	28	Alta	(Bassolé et al., 2011)
			<i>Staphylococcus aureus</i>	2.5 mg / mL	18.3	Alta	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	8.3 mg / mL	23.3	Alta	
			<i>Enterobacter aerogenes</i>	13.3 mg / mL	5.3	Sin actividad	
			<i>Escherichia coli</i>	10 mg / mL	9.3	Baja	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	80 mg / mL	0	Sin actividad	
			<i>Salmonella enterica</i>	2.1 mg / mL	18	Alta	
<i>Salmonella typhimurium</i>	2.5 mg / mL	25.7	Alta				
<i>Shigella dysenteriae</i>	8.3 mg / mL	20	Alta				
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Antifúngica	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	100 %	15.17	Moderada	(Flores & Malo, 2019)
			<i>Fusarium oxysporum</i>	40 ppm	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo.	Alta	(Özcan et al., 2006)
			<i>Alternaria alternata</i>	40 ppm	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo.	Alta	
			<i>Rhizoctonia solani</i>	40 ppm	Se observo una inhibición total del crecimiento del hongo.	Alta	
		Antibacteriana	<i>Listeria inocua</i>	40 %	10.75	Baja	(Marín, 2019)
			<i>Shigella dysenteriae</i>	0.125 mg / mL	17.8 ± 1.5	Alta	(Diao, Hu, Zhang, & Xu, 2014)
			<i>Staphylococcus aureus</i>	10 mg / mL	11.5 ± 0.7	Baja	
			<i>Bacillus subtilis</i>	0.25 mg / mL	15.8 ± 1.4	Moderada	
			<i>Salmonella typhimurium</i>	0.25 mg / mL	20.2 ± 2.4	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10 mg / mL	12.3 ± 0.8	Moderada	
<i>Escherichia coli</i>	0.25 mg / mL	19.1 ± 2.2	Alta				
<i>Staphylococcus albus</i>	0.25 mg / mL	17.4 ± 1.2	Alta				

Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	100 mg / mL	20.5	Alta	(Agboola et al., 2012)
			<i>Candida albicans</i>	1 µL / mL	12.5	Moderada	(Sharma et al., 2016)
			<i>Aspergillus niger</i>	1 µL / mL	8.3	Baja	
			<i>Penicillium spp</i>	10 µg / mL	0	Sin actividad	(Sasidharan & Menon, 2010)
		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5 µg / mL	6.03	Sin actividad		
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	10 µL / mL	12.5	Moderada	(Sharma et al., 2016)
			<i>Escherichia coli</i>	6 µL / mL	10.6	Baja	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5 µL / mL	10.4	Baja	
<i>Staphylococcus aureus</i>	8 µL / mL		12	Moderada			
Lavanda	<i>Lavandula officinalis</i>	Antifúngica	<i>Cándida albicans</i>	4.4 g/L	Se observó una inhibición total del crecimiento del hongo a partir de esa concentración.	Alta	(Serra et al., 2018)
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	(Rostami et al., 2012)
			<i>Bacillus Cereus</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	
			<i>Bacillus megaterium</i>	1.0 µl/ml	22	Alta	
			<i>Bacillus subtilis</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
			<i>Sarcina lutea</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	
			<i>Streptococcus-β-haemolyticus</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	
			<i>Salmonella typhi</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Shigella dysenteriae</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Shigella shiga</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Shigella sonnei</i>		20	Alta	
			<i>Shigella boydii</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
			<i>Klebsiella sp.</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
<i>Proteus sp.</i>	1.0 µl/ml	20	Alta				
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	100%	17.2	Alta	(Rodriguez et al., 2014)			
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	100 mg / mL	13.45	Moderada	(Agboola et al., 2012)
			<i>Candida albicans</i>	0.125 % (v / v)	24.45	Alta	(Costa et al., 2014)
			<i>Candida parapsilosis</i>	0.125 % (v / v)	24.45	Alta	
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	0.25 % (v / v)	26.7	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	1 % (v / v)	13.3	Moderada	
			<i>Salmonella typhi</i>	0.5 % (v / v)	15.4	Moderada	
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.25 % (v / v)	24.7	Alta				

			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0.25 % (v / v)	19.2	Alta	
			<i>Klebsiella sp.</i>	0.19 % (v / v)	24	Alta	
			<i>Shigella sp</i>	0.39 % (v / v)	17	Alta	(Torimiro et al., 2020)
			<i>Streptococcus pneumoniae</i>	0.39 % (v / v)	18	Alta	
			<i>Aspergillus flavus</i>	100 mg / mL	15.45	Moderada	(Agboola et al., 2012)
		Antifúngica	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10 µL / mL	1.3	Sin actividad	(Konuk & Ergüden, 2017)
			<i>Candida albicans</i>	35 µL x disco	4	Sin actividad	
			<i>Aspergillus niger</i>	35 µL x disco	0	Sin actividad	(Chao et al., 2000)
			<i>Rhizopus oligosporus</i>	35 µL x disco	1	Sin actividad	
			<i>Candida parapsilosis</i>	15 µL x disco	16	Alta	(Carvalhinho et al., 2012)
Limón	<i>Citrus limon</i>		<i>Bacillus subtilis</i>	0.625 mg / mL	19	Alta	
			<i>Bacillus cereus</i>	1.25 mg / mL	24	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	0.078 mg / mL	22	Alta	
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus epidermis</i>	1.25 mg / mL	16	Alta	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	0.625 mg / mL	15	Moderada	(Hsouna et al., 2017)
			<i>Listeria monocytogenes</i>	0.039 mg / mL	26	Alta	
			<i>Salmonella enterica</i>	0.625 mg / mL	18	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	1.25 mg / mL	15	Moderada	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.5 mg / mL	14	Moderada	
		Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	15 µL x disco	6	Sin actividad	(Carvalhinho et al., 2012)
			<i>Candida parapsilosis</i>	15 µL x disco	7	Sin actividad	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	1.26 mg / mL	11.5	Baja	
			<i>Escherichia coli</i>	1.95 mg / mL	10	Baja	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.19 mg / mL	11.5	Baja	
		Antibacteriana	<i>Proteus mirabilis</i>	890 mg / mL	0	Sin actividad	(Ayoola et al., 2010)
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11 mg / mL	0.91	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	2.46 mg / mL	9.5	Baja	
			<i>Staphylococcus isolate</i>	0.74 mg / mL	11	Baja	
			<i>Salmonella paratyphi</i>	2.07 mg / mL	15	Moderada	
		Antifúngica	<i>Candida albican</i>	100 µg / mL	7.40	Sin actividad	(Ghaedi et al., 2015)
			<i>Aspergillus oryzae</i>	100 µg / mL	7.20	Sin actividad	
			<i>Aspergillus flavus</i>	1.25 µg / mL	20	Alta	(Youssef & Mohamed, 2020)
			<i>Aspergillus niger</i>	2.5 µg / mL	48	Alta	
			<i>Penicillium chrysogenum</i>	1.25 µg / mL	52	Alta	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	63.15 µL / mL	12.6	Moderada	
			<i>Listeria innocua</i>	50.39 µL / mL	11.28		
			<i>Listeria monocytogenes</i>	28.10 µL / mL	14.76	Moderada	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	52.61 µL / mL	16.1	Alta	(Fatouma et al., 2021)
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	26.67 µL / mL	15.65	Moderada	
Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>						

Mejorana	<i>Origanum majorana</i>	Antifúngica	<i>Yersinia enterocolitica</i>	70.11 µL / mL	14.45	Moderada	(Olfia et al., 2016)	
			<i>Phytophthora infestans</i>	5000 ppm	12.5	Moderada		(Thanh et al., 2019)
			<i>Candida albicans</i>	0.01 % (v / v)	18	Alta		(Lakhrissi et al., 2016)
		Antibacteriana	<i>Enterobacter spp</i>	10 µL / mL	30	Alta		(Oliveira et al., 2009)
			<i>Staphylococcus aureus</i>	20 µL / mL	29	Alta		
			<i>Enterococcus faecalis</i>	5 µL x disco	8	Baja		
			<i>Escherichia coli</i>	5 µL x disco	16	Alta		
			<i>Listeria innocua</i>	5 µL x disco	10	Baja		
			<i>Listeria ivanovii</i>	5 µL x disco	12	Moderada		
			<i>Listeria monocytogenes</i>	5 µL x disco	11	Baja		
<i>Paenibacillus larvae</i>	5 µL x disco	7	Sin actividad					
<i>Salmonella Enteritidis</i>	5 µL x disco	12	Moderada					
Menta	<i>Mentha piperita</i>	Antifúngica	<i>Candida parapsilosis</i>	15 µL x disco	16	Alta	(Carvalhinho et al., 2012)	
			<i>Alternaria alternaria</i>	1.0 µg / mL	38.16 ± 0.10	Alta		
			<i>Aspergillus flavus</i>	1.0 µg / mL	20.02 ± 0.06	Alta		
			<i>Aspergillus fumigate</i>	1.0 µg / mL	30.08 ± 0.08	Alta		
			<i>Cladosporium herbarum</i>	1.0 µg / mL	23.23 ± 0.12	Alta		
			<i>Fusarium oxysporum</i>	1.0 µg / mL	33.44 ± 0.06	Alta		
			<i>Aspergillus varicolor</i>	1.0 µg / mL	17.23 ± 0.23	Alta		
			<i>Fusarium acuminatum</i>	1.0 µg / mL	22.50 ± 0.012	Alta		
			<i>Fusarium solani</i>	1.0 µg / mL	10.22 ± 0.05	Baja		
			<i>Fusarium tabacinum</i>	1.0 µg / mL	35.24 ± 0.03	Alta		
			<i>Moliniana fructicola</i>	1.0 µg / mL	16.32 ± 0.03	Alta		
			<i>Penicillium spp</i>	1.0 µg / mL	34.10 ± 0.02	Alta		
			<i>Rhizoctonia saloni</i>	1.0 µg / mL	28.16 ± 0.18	Alta		
			<i>Scelrotinia minor</i>	1.0 µg / mL	10.22 ± 0.17	Baja		
		<i>Scelrotinia sclerotiorum</i>	1.0 µg / mL	15.58 ± 0.06	Moderada			
		Antibacteriana	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	1.0 µg / mL	11.55 ± 0.06	Baja	(Desam et al., 2019)	
			<i>Trichophyton rubrum</i>	1.0 µg / mL	15.34 ± 0.03	Moderada		
			<i>Staphylococcus aureus</i>	1.0 µg / mL	42.44 ± 0.10	Alta		
			<i>Micrococcus flavus</i>	1.0 µg / mL	40.01 ± 0.10 mm	Alta		
			<i>Bacillus subtilis</i>	1.0 µg / mL	38.18 ± 0.11	Alta		
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1.0 µg / mL	35.14 ± 0.08	Alta		
			<i>Salmonella enteritides</i>	1.0 µg / mL	30.12 ± 0.12	Alta		
			<i>Listeria monocytogenes</i>	1.0 µg / mL	17.20 ± 0.04	Alta		
			<i>Enterobacter cloacae</i>	1.0 µg / mL	16.14 ± 0.13	Alta		
			<i>Clavibacter mmichiganense</i>	1.0 µg / mL	15.05 ± 0.08	Moderada		
<i>Klebsiella pneumonia</i>	1.0 µg / mL		14.24 ± 0.07	Moderada				
<i>Streptococcus pyogenes</i>	1.0 µg / mL	13.26 ± 0.03	Moderada					
<i>Acinetobacter baumannii</i>	1.0 µg / mL	12.08 ± 0.18	Moderada					

			<i>Proteus mirabilis</i>	1.0 µg / mL	12.13 ± 0.12	Moderada	
			<i>Enterobacter aerogenes</i>	1.0 µg / mL	12.17 ± 0.07	Moderada	
			<i>Bacillus megaterium</i>	1.0 µg / mL	10.03 ± 0.05	Baja	
			<i>Bukholdria cepacia</i>	1.0 µg / mL	8.15 ± 0.10	Baja	
			<i>Citrobacter freundii</i>	1.0 µg / mL	6.12 ± 0.02	Sin actividad	
			<i>Proteus vulgaris</i>	1.0 µg / mL	4.02 ± 0.05	Sin actividad	
			<i>Xanthomonas campestris</i>	1.0 µg / mL	3.18 ± 0.07	Sin actividad	
			<i>Pseudomonas syringae</i>	1.0 µg / mL	3.12 ± 0.02	Sin actividad	
Naranja	<i>Citrus X sinensis</i>	Antifúngica	<i>Kluyveromyces fragilis</i>	0.8 µL / mL	14	Moderada	(Gülay Kirbaşlar et al., 2009)
			<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
			<i>Candida albicans</i>	0.8 µL / mL	13	Moderada	
			<i>Hanseniastora guilliermondii</i>	0.8 µL / mL	12	Moderada	
			<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	0.8 µL / mL	16	Alta	
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.8 µL / mL	14	Moderada	
			<i>Bacillus cereus</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
			<i>Micrococcus luteus</i>	0.8 µL / mL	14	Moderada	
			<i>Proteus vulgaris</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
			<i>Mycobacterium smegmatis</i>	0.8 µL / mL	14	Moderada	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	0.8 µL / mL	15	Moderada	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.8 µL / mL	11	Moderada	
Oregano	<i>Origanum vulgare</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus flavus</i>	1000 ppm	Se observo una inhibición total del crecimiento	Alta	(Garcia et al., 2006)
			<i>Penicillium sp</i>	0.75 µL / mL	1.67	Sin actividad	(Felšöciová et al., 2020)
		Antibacteriana	<i>Candida albicans</i>	20 mg / mL	22	Alto	(Tanasescu et al., 2018)
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	40 mg / mL	19	Alto	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	80 mg / mL	17	Alto	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	20 mg / mL	21	Alto	
			<i>Streptococcus pyogenes</i>	10 mg / mL	25	Alto	
Pachuli	<i>Pogostemon cablin</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	20 µL x disco	15	Moderada	(Das et al., 2013)
			<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20 µL x disco	15	Moderada	
			<i>Rhizopus oligosporus</i>	20 µL x disco	16	Alta	
			<i>Aspergillus flavus</i>	20 µL x disco	25	Alta	
			<i>Aspergillus fumigatus</i>	20 µL x disco	25	Alta	
		Antibacteriana	<i>Fusarium equiseti</i>	20 µL x disco	25	Alta	
			<i>Bacillus subtilis</i>	20 µL x disco	30	Alta	
			<i>Bacillus cereus</i>	20 µL x disco	35	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	20 µL x disco	25	Alta	
			<i>Salmonella typhi</i>	10 µL x disco	15	Moderada	
<i>Salmonella paratyphi</i>	20 µL x disco	30	Alta				

			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20 µL x disco	25	Alta	
			<i>Shigella sonnei</i>	20 µL x disco	33	Alta	
			<i>Shigella dysenteriae</i>	20 µL x disco	24	Alta	
			<i>Vibrio cholerae</i>	20 µL x disco	30	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	10 µL x disco	16	Alta	
Palo de rosa	<i>Aniba rosaeodora</i>	Antifúngica	<i>Alternaria alternata</i>	1 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida.	Alta	(Simić et al., 2004)
			<i>Aspergillus niger</i>	10 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus ochraceus</i>	10 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus flavus</i>	15 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aureobasidium pullulans</i>	1 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus terreus</i>	20 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus versicolor</i>	10 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Cladosporium fulvum</i>	2.5 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Fusarium tricinctum</i>	2.5 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Fusarium sporotrichoides</i>	2.5 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Mucor mucedo</i>	5 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Penicillium funiculosum</i>	10 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Phomopsis helianthi</i>	1 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Phoma magdonaldii</i>	1 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
		<i>Penicillium ochrochloron</i>	20 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta		
		<i>Trichoderma viride</i>	20 µL / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta		
		Antibacteriana	<i>Aeromonas caviae</i>	50 µL x disco	22.33 ± 0.577	Alta	(Teles et al., 2020)
			<i>Aeromonas hydrophila</i>	50 µL x disco	11.33 ± 0.577	Baja	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	50 µL x disco	21.33 ± 0.577	Alta	
<i>Klebsiella</i>	50 µL x disco		10.33 ± 0.577	Baja			

			<i>pneumoniae</i>				
			<i>Providencia stuartii</i>	50 µL x disco	9.33 ± 0.577	Baja	
			<i>Escherichia coli</i>	50 µL x disco	15	Moderada	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	50 µL x disco	18	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50 µL x disco	13	Moderada	
			<i>Salmonella choleraesuis</i>	50 µL x disco	14	Moderada	
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	4 µL x disco	17.0 ± 1.7	Alta	(Sotelo et al., 2017)
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	4 µL x disco	9.8 ± 1.3	Baja	
			<i>Bacillus cereus</i>	4 µL x disco	13.3 ± 1.3	Moderada	
			<i>Listeria monocytogenes</i>	4 µL x disco	10.4 ± 1.1	Baja	
			<i>Clostridium perfringens</i>	4 µL x disco	24.3 ± 1.5	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	4 µL x disco	10.2 ± 0.9	Baja	
<i>Salmonella choleraesuis</i>	4 µL x disco	9.9 ± 0.9	Baja				
Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	Antifúngica	<i>Aspergillus niger</i>	12.5 mg / mL	15	Moderada	(Erturk, 2006)
			<i>Aspergillus flavus</i>	100 µl/ml	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Candida albicans</i>	100 µl/ml	18.3 ± 0.58	Alta	
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	100 µl/ml	19.2 ± 1.5	Alta	(Morsy & Abd El-Salam, 2017)
			<i>Bacillus subtilis</i>	100 µl/ml	23.9 ± 0.58	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa N</i>	100 µl/ml	No hay inhibición	Sin actividad	
<i>Escherichia coli</i>	100 µl/ml	21.6 ± 1.2	Alta				
Pino	<i>Pinus halepensis</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	5 µL x disco	15	Moderada	(Elkady et al., 2021)
		Antibacteriana	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	2000 µg / mL	12.67	Moderada	
			<i>Bacillus subtilis</i>	2000 µg / mL	6.33	Sin actividad	
			<i>Dickeya solani</i>	2000 µg / mL	9.67	Baja	
			<i>Escherichia coli</i>	2000 µg / mL	7.67	Sin actividad	
			<i>Pectobacterium atrosepticum</i>	2000 µg / mL	10.33	Baja	
			<i>Ralstonia solanacearum</i>	2000 µg / mL	7.33	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	2000 µg / mL	12.33	Moderada	
<i>S. lutea</i>	2000 µg / mL	7.67	Sin actividad				
Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	100 %	45	Alta	(Gauch et al., 2014)
			<i>Candida dubliniensis</i>	100 %	39	Alta	
			<i>Candida krusei</i>	100 %	39	Alta	
			<i>Candida parapsosis</i>	100 %	47	Alta	
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	30 %	10.12	Baja	
			<i>Staphylococcus intermedius</i>	30 %	10.32	Baja	
<i>Staphylococcus hyicus</i>	30 %	10.40	Baja	(Issabeagloo et al., 2012)			

			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	30 %	9.52	Baja	
			<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	30 %	9.86	Baja	
			<i>Staphylococcus aureus ssp. anaerobious</i>	30 %	10.03	Baja	
			<i>Staphylococcus capare</i>	30 %	9.35	Baja	
			<i>Staphylococcus gallinarum</i>	30 %	9.61	Baja	
			<i>Staphylococcus arlettae</i>	30 %	9.90	Baja	
			<i>Staphylococcus lentus</i>	30 %	10.01	Baja	
			<i>Staphylococcus equorum</i>	30 %	10.26	Baja	
			<i>Staphylococcus simulans</i>	30 %	9.91	Baja	
			<i>Staphylococcus delphini</i>	30 %	9.98	Baja	
			<i>Staphylococcus chromogenes</i>	30 %	9.63	Baja	
Rosa	<i>Rosa damascena</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	(Balkan et al., 2015)
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	100 %	5	Sin actividad	
			<i>Proteus vulgaris</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Proteus mirabilis</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Acinetobacter baumannii</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Streptococcus spp.</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Citrobacter freundii</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	100 %	3	Sin actividad	
Salvia clara	<i>Salvia sclarea</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	50 µg / disc	25	Alta	(Jirovetz et al., 2007)
			<i>Candida guilliermondii</i>	50 µg / disc	20	Alta	
			<i>Candida tropicalis</i>	50 µg / disc	23	Alta	
			<i>Candida utilis</i>	50 µg / disc	22	Alta	
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus pseudointermedius</i>	2.23 µg / uL	14.3 ± 0.6	Moderada	(Ebani et al., 2017)
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17.86 µg / uL	8	Baja	
Sandaló	<i>Santalum Album L</i>	Antifúngica	<i>Ganoderma lucidum</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	(Hanif et al., 2010)
		Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	265 µg / mL	37.4 ± 1	Alta	(Fani & Kohanteb, 2017)

			<i>Aspergillus versicolor</i>	23.60 ± 20.7 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	(Klarić et al., 2007)
			<i>Aspergillus niger</i>	22.50 ± 5.60 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus sulphureus</i>	21.88 ± 6.25 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Aspergillus flavus</i>	25 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Penicillium chrysogenum</i>	39 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Penicillium brevicompactum</i>	39 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Penicillium griseofulvum</i>	39 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Alternaria alternata</i>	9.40 ± 4.52 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Mucor spp</i>	116.60 ± 17.20 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	39 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Trichoderma spp</i>	20.8 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
			<i>Rhizopus spp</i>	25 µg / mL	Se observó una inhibición total del crecimiento con acción fungicida	Alta	
		Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i>	100 %	19	Alta	(Balkan et al., 2015)
			<i>Proteus vulgaris</i>	100 %	17	Alta	
			<i>Proteus mirabilis</i>	100 %	17	Alta	
			<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	100 %	20	Alta	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	100 %	19	Alta	
			<i>Acinetobacter baumannii</i>	100 %	No hay inhibición	Sin actividad	
			<i>Streptococcus spp.</i>	100 %	21	Alta	
			<i>Citrobacter freundii</i>	100 %	24	Alta	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	100 %	17	Alta	
			<i>Streptococcus pyogenes</i>	265 µg / mL	42 ± 0.8	Alta	
			<i>Streptococcus mutans</i>	265 µg / mL	38.1 ± 1	Alta	
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	265 µg / mL	29.9 ± 0.8	Alta	(Fani & Kohanteb, 2017)			
<i>Aggregatibacter actinomycetem-comitans</i>	265 µg / mL	32.7 ± 0.7	Alta				
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	25 %	12.63	Moderada	(Churata-Oroya et al., 2016)

		Antibacteriana	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20 mg / ml	6.9 ± 0.6	Sin actividad	(Ou et al., 2015)
			<i>Salmonella enterica subsp</i>	20 mg / ml	21.6 ± 1.0	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	20 mg / ml	12.9 ± 1.5	Moderada	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	20 mg / ml	13.6 ± 1.0	Moderada	
			<i>Enterococcus faecalis</i>	20 mg / ml	17.3 ± 5.0	Alta	
			<i>Bacillus cereus</i>	80 µg / ml	32.67 ± 1.20	Alta	(Okunowo et al., 2013)
			<i>Pseudococcus sp.</i>	80 µg / ml	11.67 ± 0.88		
			<i>Klebsiella pneumoniae</i>	80 µg / ml	12.00 ± 1.53	Moderada	
			<i>Salmonella Typhimurium</i>	80 µg / ml	24.67 ± 0.67	Alta	
			<i>Shigella flexneri</i>	80 µg / ml	24.33 ± 1.20	Alta	
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Antifúngica	<i>Cándida albicans</i>	0.9 g/L	Se observó una inhibición total del crecimiento del hongo a partir de esa concentración.	Alta	(Serra et al., 2018)
		Antibacteriana	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.0 µl/ml	35	Alta	(Rostami et al., 2012)
			<i>Bacillus Cereus</i>	1.0 µl/ml	32	Alta	
			<i>Bacillus megaterium</i>	1.0 µl/ml	30	Alta	
			<i>Bacillus subtilis</i>	1.0 µl/ml	30	Alta	
			<i>Sarcina lutea</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	
			<i>Streptococcus-β-haemolyticus</i>	1.0 µl/ml	25	Alta	
			<i>Salmonella typhi</i>	1.0 µl/ml	22	Alta	
			<i>Shigella dysenteriae</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
			<i>Shigella shiga</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Shigella sonnei</i>	1.0 µl/ml	21	Alta	
			<i>Shigella boydii</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
			<i>Escherichia coli</i>	1.0 µl/ml	22	Alta	
			<i>Klebsiella sp.</i>	1.0 µl/ml	22	Alta	
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.0 µl/ml	20	Alta	
<i>Proteus sp.</i>	1.0 µl/ml	20	Alta				
Ylang Ylang	<i>Cananga odorata</i>	Antifúngica	<i>Candida albicans</i>	100%	0	Sin actividad	(Kuspradini et al., 2016)
			<i>Aspergillus aureus</i>	100%	7.5	Sin actividad	(Chand et al., 2017)
			<i>Rhizopus stolonifer</i>	100%	7.7	Sin actividad	
			<i>Penicillium chrysogenum</i>	100%	14	Moderada	
			<i>Sordaria wild</i>	100%	11.5	Baja	
			<i>Sordaria grey</i>	100%	9	Baja	
		Antibacteriana	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100%	13	Moderada	(Kuspradini et al., 2016)
			<i>Streptococcus pneumonia</i>	100%	7.5	Sin actividad	
			<i>Salmonella typhi</i>	100%	12.5	Moderada	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	100%	49 ± 1.41	Alta	

Tabla 3*Clasificación de los aceites esenciales según su actividad antimicrobiana*

GRADO DE ACTIVIDAD	PLANTAS DE LAS QUE SE EXTRAJO EL ACEITE ESENCIAL
BAJA O SIN ACTIVIDAD (Halo de inhibición menor a 8 mm y halo de inhibición mayor o igual a 8 y menor a 12 mm)	Ciprés, enebro, mandarina, palo santo, pino, rosa, sándalo, ylang ylang.
MODERADA (Halo de inhibición mayor o igual a 12 y menor a 16mm)	Albahaca, anís estrellado, cúrcuma, hinojo, jengibre, mejorana, naranja, salvia clara.
ALTA (Halo de inhibición mayor a 16 mm)	Apio, arrayan, árbol de té, canela, cedro del atlas, cedrón, clavo de olor, comino, eucalipto, lavanda, lima, menta, pachuli, palo de rosa, romero, toronjil.
SELECTIVA (Presenta actividades atípicas en ciertos organismos en específico)	Azahar, bergamota, citronela, eucalipto limonero, geranio, hierba buena, hierba luisa, limón, manzanilla, orégano, pimienta negra, tomillo, toronja.

3.3.1 Aceites esenciales con actividad baja o sin actividad.

Los aceites esenciales con una actividad antimicrobiana reducida o nula son aquellos cuyos halos de inhibición son menores a 8 mm, el **ciprés** ha mostrado actividad alta en bacterias como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* además de una actividad moderada frente a *Aspergillus niger*, en el resto de organismos testeados mostró una actividad baja o nula (Argui et al., 2021; Azzaz et al., 2019); el **enebro** presenta actividad baja o nula en la mayoría de pruebas realizadas entre las cuales resalta la actividad moderada en el hongo *Trichophyton rubrum* y alta en 4 organismos, las tres bacterias *Bacillus subtilis* *Bacillus cereus*, *Klebsiella oxytoca* y el hongo *Candida albicans* (Pepeljnjak et al., 2005; Rolta et al., 2020); la **mandarina** presenta actividad baja o nula en la mayoría de pruebas realizadas demostrando no tener ninguna actividad antifúngica (Carvalho et al., 2012), lo más destacable de este aceite esencial es la actividad moderada que presenta contra *Salmonella paratyphi* llegando a generar un halo de 15 mm pero presentando un rendimiento bajo frente al resto de bacterias (Ayoola et al., 2010); el aceite esencial de **palo santo** tiene en su mayoría actividades bajas, en cuanto a la actividad antibacteriana presenta dos casos en los

cuales se obtuvo un rendimiento alto para *Clostridium perfringens* y moderada en el caso de *Bacillus cereus*, la actividad antifúngica del aceite ha sido poco estudiada, por lo que solo se reportó un estudio en donde presenta un rendimiento alto contra *Candida albicans* (Sotelo et al., 2017); el **pino** presenta actividad baja y nula en la mayoría de bacterias, presentando como máxima actividad moderada en el caso de *Agrobacterium tumefaciens* y *Staphylococcus aureus* (Ashmawy et al., 2018), la actividad antifúngica que presenta en pocos estudios se centra en *Candida albicans* contra la que demuestra una actividad moderada (Elkady et al., 2021); la **rosa** es de los casos más extremos en donde en diferentes estudios no ha presentado ningún tipo de actividad antimicrobiana (Balkan et al., 2015); el **sándalo** no presenta ningún tipo de actividad ni antibacteriana, ni antifúngica a pesar de que en ambos casos se utilizó el 100% de la concentración del aceite (Hanif et al., 2010); el **ylang ylang** es un aceite esencial que no presenta ninguna actividad en varios de los organismos tanto hongos como bacterias, por otro lado presenta actividad baja y moderada, esta última con 14 mm en el hongo *Penicillium chrysogenum*, también 13 mm con la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* (Chand et al., 2017; Kuspradini et al., 2016).

3.3.2 Aceites esenciales con actividad moderada

La actividad moderada indica que los aceites esenciales presentan halos de inhibición con un diámetro entre 12 y 16 mm, la **albahaca** presenta un rendimiento variado para organismos del reino fungí con actividades altas moderadas y bajas, por otro lado contra bacterias presenta un resultado bajo en general pero moderado en dos bacterias *Bacillus subtilis* y *Colletotrichum gloesporioides* (Flores & Malo, 2019), este rendimiento puede deberse a que presenta diferente actividad en diferentes épocas del año siendo la primavera la mejor para la extracción y por su composición en general (Hussain et al., 2008), El **anís estrellado** presenta una actividad muy sobresaliente contra *Aspergillus* pero un rendimiento moderado y bajo en el resto de organismos con la peculiaridad de no presentar actividad contra *Escherichia coli* (Li et al., 2020; Zhao et al., 2019); la **cúrcuma** presenta una actividad muy variada, en la cual se encontró actividad antifúngica alta en varios hongos, en el resto moderada y baja, por otro lado la actividad antibacteriana presentó valores bajos, moderados y sin

actividad en el caso específico de dos bacterias *Proteus vulgaris* y *Vibrio cholerae* (Oghenejobo, 2017; Parveen et al., 2013); el **hinojo** presenta una actividad de moderada a alta en la mayoría de los organismos se recomienda extraer el aceite esencial de las flores debido a que presenta mayor capacidad antifúngica (Özcan et al., 2006); el **jengibre** presenta una actividad antifúngica variada llegando a tener valores altos contra *Aspergillus flavus* en una concentración elevada, pero no tiene actividad en dos especies de hongo *Penicillium spp* y *Saccharomyces cerevisiae* (Sasidharan & Menon, 2010), la actividad antibacteriana que presenta solo varía de moderada a baja siendo su valor más alto 12.5 mm en el caso de *Bacillus subtilis* (Sharma et al., 2016); la **mejorana** presenta actividad antifúngica alta y moderada a concentraciones relativamente bajas (Lakhrissi et al., 2016; Thanh et al., 2019), la actividad antibacteriana por otro lado varía de no tener actividad contra *Paenibacillus larvae* a tener actividad alta en el caso de *Enterobacter spp* con un halo de inhibición de 30 mm (Olfa et al., 2016; Oliveira et al., 2009); la **naranja** presenta una actividad moderada en la mayoría de casos de su actividad antimicrobiana, sobresale un caso de actividad antibacteriana alta en el que presenta un halo inhibitorio de 16 mm para *Staphylococcus aureus* (Gülay et al., 2009) ; la **salvia clara** tiene actividad antifúngica alta logrando halos de inhibición de 25 mm contra *Candida albicans*, la actividad antibacteriana por otro lado está entre moderada y baja esto se puede deber a la diferencia en las concentraciones usadas en ambos estudios ya que en el caso de los hongos se utilizó una cantidad ligeramente mayor de aceite esencial en cada disco de difusión (Ebani et al., 2017; Jirovetz et al., 2007).

3.3.3 Aceites esenciales con actividad alta

La actividad alta indica cuando los halos de inhibición han sobrepasado los 16 mm teniendo un rendimiento sobresaliente, en el caso del **apio** se puede observar que tiene un buen rendimiento tanto para bacterias como para hongos actuando con bajas concentraciones en ambos casos (Baananou et al., 2013; Das et al., 2019); el **arrayán** presenta actividad tanto antifúngica como antibacteriana con un rendimiento alto pero teniendo en cuenta que las concentraciones utilizadas en la práctica son elevadas (Ramadan et al., 2020; Torres-Chaty et al., 2017); el **árbol de té** presenta una gran

actividad antibacteriana y antifúngica a concentraciones relativamente medianas con excepción de *Pseudomonas aeruginosa* en donde tiene una actividad moderada (Marcos-Tejedor et al., 2020; Ramadan et al., 2020); la **canela** presenta una actividad alta con concentraciones bajas para los hongos y con concentraciones altas para las bacterias pero con resultados que resaltan mucho por su eficiencia (Arias, 2013; Galarza & Quimi, 2019; Garcia et al., 2006; González et al., 2019; Montero-Recalde et al., 2017); el **cedro del atlas** presenta una actividad antimicrobiana alta en concentraciones relativamente bajas, destacando la inhibición de crecimiento con acción fungicida en los hongos (Bennouna et al., 2019; Sidi et al., 2010); el **cedrón** es un caso en el cual el aceite esencial no presenta casi actividad antibacteriana pero presenta una actividad antifúngica sobresaliente contra una gran variedad de hongos (Ali et al., 2017; Oliva et al., 2011); el **clavo de olor** presenta una actividad alta en el caso de los hongos y para las bacterias varía en dos casos teniendo actividad baja al inhibir *Serratia marcescens* y moderada en cultivo de *Staphylococcus aureus* (El-Maati et al., 2016; Rana et al., 2011); el **comino** presenta una actividad alta contra una gran variedad de hongos actuando con una concentración baja, en las bacterias presenta actividades variadas obteniéndose halos de inhibición de 10 mm (Actividad baja) en el caso de *Enterococcus fecalis* hasta 30mm (Actividad alta) contra *Salmonella typhi* (Abdelraheim et al., 2017; Kedia et al., 2014); el **eucalipto** presenta una alta actividad antimicrobiana, lo que quiere decir que tiene rendimientos altos de inhibición tanto en hongos como en bacterias, los resultados altos se deben a la mayor proporción del monoterpeno eucaliptol en el aceite esencial, con una excepción en el hongo *Candida parapsilosis* en el que tiene una actividad moderada, (Damjanović-Vratnica et al., 2011; Noumi et al., 2011); la **lavanda** presenta una actividad alta, tanto antibacteriana como antifúngica, siendo el máximo halo inhibitorio de 25 mm contra *Bacillus Cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea* y *Streptococcus- β -haemolyticus* (Rostami et al., 2012), en el caso de los hongos se observa un gran número de estudios de su acción contra *Cándida albicans* en donde el aceite esencial puede llegar a inhibir totalmente el crecimiento del hongo (Serra et al., 2018); la **lima** presenta actividad alta en la mayoría de organismos, con algunas excepciones donde presenta actividad moderada contra el hongo *Aspergillus flavus* y las bacterias

Escherichia coli, *Salmonella typhi* (Agboola et al., 2012; Costa et al., 2014; Torimiro et al., 2020); la **menta** generalmente tiene una actividad antifúngica alta con pocos casos en los que presenta una actividad moderada y baja (Carvalhinho et al., 2012; Desam et al., 2019), por otro lado la actividad antibacteriana llega a ser muy fluctuante teniendo varios organismos altamente sensibles al aceite esencial pero otros que tienen actividad baja como *Bacillus megaterium*, *Burkholderia cepacia*, *Streptococcus mutans* o no presenta actividad como es el caso de 4 bacterias *Citrobacter freundii*, *Proteus vulgaris*, *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* (Desam et al., 2019); el **pachuli** presenta una actividad alta en el caso de los hongos, sin embargo en el caso de *Candida albicans* y *Saccharomyces cerevisiae* la actividad es moderada. Bacterias como *Salmonella typhi* presenta una ligera resistencia con un halo de inhibición de 15 mm y una actividad moderada (Das et al., 2013); el **palo de rosa** presenta una actividad antifúngica alta con acción fungicida en todos los casos planteados (Simić et al., 2004), la actividad antibacteriana de este aceite presenta variaciones teniendo actividad alta, baja y moderada por igual en las pruebas realizadas por Teles et al (2020) en donde se utilizaron concentraciones altas comparadas con las utilizadas en los hongos; el aceite esencial de **romero** presenta una actividad antibacteriana baja pero una actividad antifúngica destacable en donde se ha logrado halos de hasta 47 mm de diámetro en el caso de *Candida parapsilosis* (Gauch et al., 2014; Issabeagloo, Kermanizadeh, Taghizadieh, & Forughi, 2012); el **toronjil** tiene actividad alta tanto antifúngica contra *Candida albicans* (Serra et al., 2018) como antibacteriana en la cual *Staphylococcus aureus* tiene un halo de inhibición de 35 mm (Rostami et al., 2012).

3.3.4 Aceites esenciales con actividad selectiva.

Existen varios aceites esenciales que presentan una actividad marcada contra ciertos organismos lo que puede ser usado con el fin de aislar o diferenciar microorganismos, el azahar es un aceite esencial producto de las hojas del naranjo agrio, presenta actividad alta en la mayoría de organismos con excepción de *Staphylococcus aureus* en el cual no presenta ningún tipo de actividad, también presenta variación en su actividad en *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae* con resultados moderados y

bajos respectivamente (Haj Ammar et al., 2012); la **bergamota** presenta actividades bajas o nulas contra hongos en donde resalta la inhibición que tiene contra *Trichophyton soudanense* siendo moderada, otra peculiaridad que presenta es que no tiene actividad contra ninguna bacteria con excepción de *Staphylococcus aureus* el cual es muy sensible ante dicho aceite presentando un rendimiento alto (Alexa et al., 2020; Tariq et al., 2019); la **citronela** presenta una actividad alta en la mayoría de las pruebas la actividad varía en 3 hongos teniendo actividad moderada en *Colletotrichum graminícola*, baja en *Phoma Sorghina*, *Fusarium moniliforme*, por último no presenta actividad ante la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* mientras que el resto de bacterias son altamente sensibles (Naik et al., 2010; Somda et al., 2007); el **eucalipto limonero** no presenta actividad en la mayoría de organismos testeados donde su mejor actividad antifúngica es moderada frente a *Cryptococcus neoformans* y elevada frente a *Streptococcus intermedius* (Insuan & Chahomchuen, 2020; Luqman et al., 2014), cabe recalcar que éste no muestra actividad inhibitoria contra ninguna otra bacteria. El aceite esencial de **geranio** tiene actividad alta contra la mayoría de organismos tanto bacterias como hongos, lo que resalta de este aceite esencial además de su gran actividad es la ausencia de la misma solo contra *Listeria monocytogenes* (Hsouna & Hamdi, 2012); la **hierba buena** presenta una actividad variada pasando de baja a alta pero lo que se resalta más es la ausencia de actividad en tres especies, una de hongo *Rhizopus nigricans* y dos bacterias *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi*, otro aspecto a recalcar es que los resultados reportados por Huanca et al (2018) y Shahbazi (2015) son distintos a los reportados por Zaidi & Dahiya (2015), esto puede deberse a que la concentración usada por este último fue mayor obteniendo mejores resultados; la **hierba luisa** presenta actividad alta en la mayoría de organismos (Boukhatem et al., 2014), resaltando el no tener actividad contra dos bacterias *Enterobacter aerogenes* y *Pseudomonas aeruginosa* (Bassolé et al., 2011), en el caso de las bacterias también cabe mencionar que tiene actividad baja para *Escherichia coli*, para los hongos tiene actividad baja para *Candida parapsilosis*; el **limón** presenta una actividad antibacteriana alta y moderada en algunos casos (Hsouna et al., 2017), por otro lado su actividad antifúngica está ausente en tres hongos *Candida albicans*, *Aspergillus niger* y *Rhizopus oligosporus*,

presenta actividad alta y moderada en las otras dos pruebas contra hongos puede estar asociado con las cantidades de aceite esencial utilizadas en los diferentes estudios (Agboola et al., 2012; Carvalhinho et al., 2012; Chao et al., 2000; Konuk & Ergüden, 2017); la **manzanilla** presenta actividad antifúngica alta con excepción de dos casos *Candida albicans* y *Aspergillus oryzae*, en los que no presenta actividad alguna a pesar de que la concentración que se usó con estos dos hongos fue mayor al resto (Ghaedi et al., 2015; Youssef & Mohamed, 2020), su actividad antibacteriana varía entre moderada y alta (Fatouma et al., 2021); el **orégano** presenta una actividad antifúngica alta en donde con concentraciones de aceite altas se obtienen buenos resultados (Garcia et al., 2006) pero con concentraciones bajas no muestra una actividad significativa como lo es en el caso de *Penicillium sp* en donde no tiene actividad con un halo inhibitorio de 1.67 mm (Felšöciová et al., 2020), la actividad antibacteriana es alta en la mayoría de los casos (Tanasescu, 2018); la **pimienta negra** presenta actividad selectiva tanto antibacteriana al no presentar actividad solo para *Pseudomonas aeruginosa*, como antifúngica al no tener efectividad para *Aspergillus flavus*, la actividad antifúngica y antibacteriana que presenta son altas para el resto de organismos (Erturk, 2006; Morsy & Abd El-Salam, 2017); el **tomillo** presenta una actividad antifúngica y antibacteriana alta, con una peculiaridad de no tener ninguna actividad contra *Acinetobacter baumannii*, la actividad antifúngica además de ser alta presenta acción fungicida contra la mayoría de hongos a concentraciones relativamente bajas (Balkan et al., 2015; Fani & Kohanteb, 2017; Klarić et al., 2007); la **toronja** tiene actividad antifúngica moderada, también la actividad antibacteriana esta entre los rangos de moderada alta en donde se observa la falta de actividad en la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* la cual solo presenta un halo de inhibición de 6.9 mm (Churata-Oroya et al., 2016; Okunowo et al., 2013; Ou et al., 2015).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

La evidencia del uso tradicional de las plantas como medicina proporcionan la base para indicar qué aceites esenciales y extractos de plantas pueden ser útiles para tratar condiciones específicas. Varios aceites y extractos de plantas, como el árbol del té, el orégano y el clavo, se han utilizado como antisépticos tópicos o se ha informado que tienen propiedades antimicrobianas. Es importante la investigación científica sobre aquellas plantas que se han utilizado en medicina tradicional como potenciales fuentes de nuevos compuestos antimicrobianos. Además, el resurgimiento en la población del interés en las terapias naturales y la creciente demanda de los consumidores por productos naturales seguros y efectivos implica que se requieren datos cuantitativos sobre los aceites y extractos de plantas.

Varias publicaciones han documentado la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales y extractos de plantas, incluidos el romero, la menta, la albahaca, el árbol del té, entre otros. Al comparar los datos obtenidos en diferentes estudios, la mayoría de las publicaciones brindan generalizaciones sobre de si un aceite esencial posee o no actividad contra bacterias y hongos Gram-positivos y Gram-negativos. Sin embargo, no todos ofrecen detalles sobre el alcance o espectro de esta actividad. Algunas publicaciones también muestran la actividad relativa de los aceites y extractos de plantas al comparar los resultados de diferentes aceites probados contra el mismo organismo.

La comparación de los datos obtenidos en este estudio con los resultados publicados previamente es compleja. En primer lugar, se sabe que la composición de los aceites y extractos vegetales varía según las condiciones ambientales y climáticas locales. Además, algunos aceites con el mismo nombre común pueden derivar de diferentes especies de plantas. En segundo lugar, el método utilizado para evaluar la actividad antimicrobiana y la elección de los organismos de prueba varía entre las publicaciones. Un método que se utiliza con frecuencia para detectar la actividad antimicrobiana de los extractos de plantas es la técnica de difusión en disco en placa

de agar. La utilidad de este método se limita únicamente a la generación de datos cualitativos preliminares, ya que la naturaleza hidrófoba de la mayoría de los aceites esenciales impide la difusión uniforme de estas sustancias a través del medio de agar. Los métodos de dilución en caldo y agar también se usan comúnmente. Los resultados obtenidos por cada uno de estos métodos pueden diferir ya que muchos factores varían e influyen entre los ensayos. Estos incluyen diferencias en el crecimiento microbiano, la exposición de los microorganismos al aceite esencial, la solubilidad del aceite o los componentes del aceite y el uso y la cantidad.

Es importante establecer un método estándar y reproducible para evaluar los aceites. En vista de esto, se han desarrollado muchos métodos específicamente para determinar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales. Los beneficios de desarrollar nuevos métodos en ensayos convencionales preexistentes, es que pueden ser aceptados más fácilmente por los organismos reguladores. Además, estos métodos se han diseñado específicamente para evaluar la actividad de los compuestos antimicrobianos y los factores que afectan a la reproducibilidad se han investigado suficientemente.

La mayoría de los aceites esenciales aromáticos presenta un rendimiento mayor debido al contenido de compuestos volátiles que a la vez de tener un olor placentero para el ser humano también tienen la actividad alta contra varios tipos de organismos que pueden ser nocivos, una vez determinada la actividad de los aceites esenciales más relevantes y colocando los resultados en la matriz planteada se los definió y clasificó en un grupo partiendo de la actividad que presenta en la mayoría de los casos, se los separó en 4 grupos: actividad alta, moderada, baja actividad o sin actividad y actividad selectiva; los aceites que presentaron actividad alta son en su mayoría aceites aromáticos, como se había planteado desde un inicio los componentes volátiles permiten que puedan hacer frente de mejor manera a una gama variada de organismos tanto hongos como bacterias con halos inhibitorios mayores a los 16 mm; la actividad moderada se relaciona directamente con la pérdida de este componente aromático fuerte, en este se encuentran ciertas especias como la

cúrcuma o el jengibre las cuales presentan una actividad muy variada de en qué organismos son efectivos y cuales no, obteniendo en su mayoría resultados bajos y moderados, existen también resultados atípicos entre las plantas pertenecientes a este grupo en los cuales presenta un rendimiento alto contra organismos específicos pero sin ser lo suficiente marcado como para determinar que tienen una actividad selectiva; la actividad baja o nula resaltan plantas como la rosa la cual no presentó actividad contra ninguna especie de organismo, esto quiere decir que, la composición del aceite esencial de rosa tiene un contenido de mono terpenos muy bajos, lo cual se puede atribuir a que es una planta más ornamental que aromática, el sándalo al ser una especie poco estudiada se determinó que no tiene actividad por lo pronto en el estudio planteado en esta investigación, lo que deja las puertas abiertas para futuros proyectos con este aceite esencial; por último el grupo de actividad selectiva en el cual se colocó a dos tipos de plantas, aceites esenciales que tienen una actividad alta contra muchas especies con excepción de casos específicos en los cuales no tiene actividad y aceites esenciales con actividad baja o nula para varias especies en donde sobresale la actividad alta que tiene contra una o varias especies, este grupo es importante debido a que se encuentran aceites que tienen una eficiencia buena contra organismos y el único organismo ante el que no presentan actividad permite plantear la posibilidad de estudios sobre la composición del aceite, esto con el fin de conocer que componente es el que hace falta para la inhibición del crecimiento de las bacterias u hongos, por otro lado, se puede utilizar a estos aceites para el aislamiento de especies en muestras en las cuales exista una gran cantidad de diversidad microbiana.

Se identificó los mecanismos de acción tanto para bacterias como para hongos, en donde se determinó los diferentes métodos por los cuales un aceite esencial a través de componentes específicos puede inhibir el crecimiento o matar directamente a un organismo, es así que en el caso de las bacterias se observó que aquellas que poseen una menor proporción de peptidoglicano en su membrana celular (gram negativas) pueden llegar a ser más resistentes a que ingresen moléculas nocivas para el funcionamiento de la célula, todo gracias a una proteína en específico llamada porina, por otro lado en el caso de las bacterias gram positivas el proceso por el cual

el aceite esencial actúa es mucho más simple, todo debido a que la permeabilidad de la célula es mucho mayor; los hongos son más susceptibles a compuestos de carácter fenólico los cuales tienen la capacidad de coagular el citoplasma, además de afectar a la producción energética; es así que los aceites esenciales mediante varios modos pueden afectar completamente a una gran diversidad de organismos en donde las membranas son las más afectadas dependiendo de la composición química del aceite, además de que cuando logran ingresar al interior de las células pueden inhibir ciertas enzimas como las ATPasas esenciales para la obtención de energía en las mitocondrias; todos estos mecanismos no solo sirven para la inhibición de un organismo si no que dependiendo de otros factores pueden llegar a causar la muerte de las células.

Posteriormente se elaboró un análisis individual de la actividad de cada aceite, en donde al comparar la actividad que presentaban en los diferentes estudios, se logró identificar los factores que interfieren en la eficiencia de la actividad antibacteriana y antifúngica, el más importante es la concentración de aceite esencial que se utilice teniendo estudios en los cuales se utiliza concentraciones muy bajas obteniendo resultados muy buenos con actividades antimicrobianas por encima de la media, en cambio existen otros aceites esenciales en los cuales a pesar de utilizar concentraciones del 100% (v / v) no se obtienen resultados satisfactorios, planteando estos ejemplos se podría llegar a la conclusión que la concentración no tiene influencia en el resultado pero existen casos en los cuales la concentración si puede afectar directamente al resultado obtenido ya que varía según el autor al usar diferentes concentraciones, la debida conclusión en este caso es que se debe identificar el componente del aceite esencial al cual es sensible el organismo en cuestión para así concluir que es la concentración de este componente del aceite lo que puede o no producir un mejor efecto antimicrobiano, partiendo de esta idea el resto de factores encontrados como la calidad de la planta de la cual se extrae o la parte que se utiliza de la planta para la extracción del aceite están entrelazados entre sí ya que las condiciones de la planta y los lugares en donde cierta proporción de una molécula en específico sea mayor afectará directamente a los resultados que podemos obtener frente a las diferentes especies.

Como conclusión final cabe recalcar el gran potencial que presentan los aceites esenciales y los variados usos que se puede dar a estos compuestos en varias industrias, esta recopilación de información permitirá que los investigadores puedan diseñar sus proyectos con mucha más facilidad y eficacia, todo con el fin de que existan muchos más avances en el campo de la biotecnología vegetal.

4.2. Recomendaciones

Utilizar la información de la Tabla 2 como una guía para futuras investigaciones para los aceites esenciales que carecen de resultados concisos, plantear un estudio o el diseño de un producto como por ejemplo un biomarcador alrededor de la actividad selectiva que demuestran tener ciertos aceites, plantear un estudio futuro donde se efectúe el aislamiento de los componentes de los aceites esenciales que otorguen la actividad antimicrobiana con el fin de formulación de productos como nano emulsiones o comprimidos y por último un estudio a futuro sobre si el método de extracción del aceite esencial puede llegar a afectar de alguna manera la actividad antimicrobiana que se obtenga.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelraheim, A., Faroug, A., & Lyali, A. (2017). Antibacterial Activity of Cuminum Cyminum L. Oil on Six Types of Bacteria. *American Journal of BioScience*, 5(4), 70. <https://doi.org/10.11648/j.ajbio.20170504.13>
- Agboola, J., Onifade, A., Akinyele, B., & Osho, B. (2012). In vitro antifungal activities of essential oil from Nigerian medicinal plants against toxigenic *Aspergillus flavus*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(23), 4048–4056. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.525>
- Alexa, V. T., Szuhaneck, C., Cozma, A., Galuscan, A., Borcan, F., Obistioiu, D., Dehelean, C. A., & Jumanca, D. (2020). Natural preparations based on orange, bergamot and clove essential oils and their chemical compounds as antimicrobial agents. *Molecules*, 25(23), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules25235502>
- Ali, M., Tilaoui, M., Ait, H., Leouifoudi, I., Jaafari, A., & Zyad, A. (2017). *Chemical Composition and Cytotoxic and Antibacterial Activities of the Essential Oil of Aloysia citriodora Palau Grown in Morocco*. <https://doi.org/10.1155/2017/7801924>
- Anwar, F., Abbas, A., Mehmood, T., Gilani, A. H., & Rehman, N. ur. (2019). Mentha: A genus rich in vital nutra-pharmaceuticals—A review. *Phytotherapy Research*, 33(10), 2548–2570. <https://doi.org/10.1002/PTR.6423>
- Arancibia, M., Giménez, B., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. (2014). Release of cinnamon essential oil from polysaccharide bilayer films and its use for microbial growth inhibition in chilled shrimps. *LWT - Food Science and Technology*, 59(2), 989–995. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.06.031>
- Argote-Vega, F., Suarez-Montenegro, Z., Tobar-Delgado, M., Perez-Alvarez, J., Hurtado-Benavides, A., & Delgado-Ospina, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en staphylococcus aureus y escherichia coli. *Bioteconología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, ISSN-e 1909-9959, ISSN 1692-3561, Vol. 15, Nº. Extra 2, 2017 (Ejemplar Dedicado a: Edición Especial No 2 2017), Págs. 52-60, 15(2), 52–60*. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(v15\)EdiciónEspecialn2.578](https://doi.org/10.18684/bsaa(v15)EdiciónEspecialn2.578)

- Argui, H., Youchret-Zalleza, O. Ben, Suner, S. C., Periz, Ç. D., Türker, G., Ulusoy, S., Ben-Attia, M., Büyükkaya, F., Oral, A., Coskun, Y., & Said, H. (2021). Isolation, Chemical Composition, Physicochemical Properties, and Antibacterial Activity of *Cupressus sempervirens* L. Essential Oil. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 24(3), 439–452. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1924083>
- Arias, T. (2013). Actividad antimicrobiana “in vitro” del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* Breyn “canela” frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Salmonella typhi* ATCC 19430. *UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN*, 47(2), 330-373. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/imre.12028/abstract>
- Ashmawy, N., Al Farraj, D., Mohamed, S., Mohamed, E., Roua, A.-K., Mariyam, A., & Abdelfattah, S. (2018). Potential impacts of *Pinus halepensis* Miller trees as a source of phytochemical compounds: antibacterial activity of the cones essential oil and n-butanol extract. *Agroforestry Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0324-5>
- Ayoola, G. A., Johnson, O. O., Adelowotan, T., Aibinu, I. E., Adenipekun, E., Adepoju-Bello, A. A., Coker, H. A. B., & Odugbemi, T. O. (2010). Evaluation of the chemical constituents and the antimicrobial activity of the volatile oil of *Citrus reticulata* fruit (Tangerine fruit peel) from South West Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(13), 2227–2231. <https://doi.org/10.4314/ajb.v7i13.58960>
- Azzaz, N., Hamed, S., & Kenawy, T. (2019). Chemical studies on cypress leaves (*Cupressus sempervirens*) and their activity as antimicrobial agents. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*, 44(2), 100–109. <https://doi.org/10.21608/ajar.2019.102641>
- Baananou, S., Bouftira, I., Mahmoud, A., Boukef, K., Marongiu, B., Boughattas, N. A., & Marongiu De, B. (2013). Natural Product Research Formerly Natural Product Letters Antiulcerogenic and antibacterial activities of *Apium graveolens* essential oil and extract Antiulcerogenic and antibacterial activities of *Apium graveolens* essential oil and extract. *Natural Product Research*, 2712(10), 37–41. <http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=gnpl20%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1080/14786419.2012.717284>
- Balkan, E., Karameşe, M., Çelebi, D., Aydoğdu, S., Dicle, Y., & Çalık, Z. (2015). The

Determination of the Antibacterial Activities of Rose, Thyme, Centaury and Ozone Oils Against Some Pathogenic Microorganisms. *Kafkas J Med Sci*, 6(1).

<https://doi.org/10.5505/kjms.2016.87587>

Basak, S., & Guha, P. (2018). A review on antifungal activity and mode of action of essential oils and their delivery as nano-sized oil droplets in food system. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4701. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3394-5>

Bassolé, I. H. N., Lamien-Meda, A., Bayala, B., Obame, L. C., Ilboudo, A. J., Franz, C., Novak, J., Nebié, R. C., & Dicko, M. H. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine*, 18(12), 1070–1074.

<https://doi.org/10.1016/J.PHYMED.2011.05.009>

Behrooz, A. B., & Ali, I. (2018). Evaluation of phytochemical analysis and antimicrobial activities Allium essential oil against the growth of some microbial pathogens.

Microbial Pathogenesis, 114, 299–303.

<https://doi.org/10.1016/J.MICPATH.2017.11.055>

Bennouna, F., Lachkar, M., Abed, S. El, & Koraichi, S. I. (2019). Cedrus atlantica essential oil : Antimicrobial activity and effect on the physicochemical properties of cedar wood Surface. *Moroccan Journal of Biology*, 16(16).

Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., & Baskaran, D. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. *Grain & Oil Science and Technology*, 2(2), 49–55.

<https://doi.org/10.1016/J.GAOST.2019.03.001>

Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., Saidi, F., & Kebir, H. T. (2014). Lemon grass (*cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. *Libyan Journal of Medicine*, 9, 1–10. <https://doi.org/10.3402/ljm.v9.25431>

Carson, C. F., Mee, B. J., & Riley, T. V. (2002). Mechanism of Action of Melaleuca alternifolia (Tea Tree) Oil on Staphylococcus aureus Determined by Time-Kill, Lysis, Leakage, and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy. *Antimicrobial Agents*

- and Chemotherapy*, 46(6), 1914. <https://doi.org/10.1128/AAC.46.6.1914-1920.2002>
- Carvalhinho, S., Costa, A., Coelho, A., Martins, E., & Sampaio, A. (2012). *Susceptibilities of Candida albicans Mouth Isolates to Antifungal Agents, Essentials Oils and Mouth Rinses*. <https://doi.org/10.1007/s11046-012-9520-4>
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., Pillasaguay, S., & Riera, M. A. (2019). COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESTILACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 6(1), 1–13. https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/472
- Chand, R. R., Jokhan, A. D., Gopalan, R. D., & Osborne, T. (2017). Antibacterial and antifungal activities of essential oils from medicinal plants found in the South Pacific. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences*, 35(1), 10. <https://doi.org/10.1071/SP17002>
- Chao, S. C., Gary Young, D., Oberg, C. J., & J-Oberg, C. (2000). Screening for Inhibitory Activity of Essential Oils on Selected Bacteria, Fungi and Viruses. *Journal of Essential Oil Research*, 12(5), 639–649. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712177>
- Chouhan, S., Sharma, K., & Guleria, S. (2017). Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. *Medicines*, 4(3), 58. <https://doi.org/10.3390/medicines4030058>
- Christaki, S., Moschakis, T., Kyriakoudi, A., Biliaderis, C. G., & Mourtzinis, I. (2021). Recent advances in plant essential oils and extracts: Delivery systems and potential uses as preservatives and antioxidants in cheese. *Trends in Food Science and Technology*, 116(April), 264–278. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.029>
- Churata-Oroya, D. E., Ramos-Perfecto, D., Moromi-Nakata, H., Martínez-Cadillo, E., Castro-Luna, A., & Garcia, R. (2016). Antifungal Effect of Citrus paradisi “grapefruit” on strains of Candida albicans isolated from patients with denture stomatitis. *Rev Estomatol Herediana*, 26(2), 78–84.
- Costa, R., Bisignano, C., Filocamo, A., Grasso, E., Occhiuto, F., & Spardaro, F. (2014).

Antimicrobial activity and chemical composition of Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle essential oil from Italian organic crops. 03, 156–162.

- Dai, J., Li, C., Cui, H., & Lin, L. (2021). Unraveling the anti-bacterial mechanism of Litsea cubeba essential oil against E. coli O157:H7 and its application in vegetable juices. *International Journal of Food Microbiology*, 338(November), 108989. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108989>
- Damjanović-Vratnica, B., Dakov, T., Šuković, D., & Damjanović, J. (2011). Antimicrobial effect of essential oil isolated from eucalyptus globulus Labill. from Montenegro. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(3), 277–284. <https://doi.org/10.17221/114/2009-cjfs>
- Das, P., Dutta, S., Begum, J., & Anwar, M. N. (2013). Antibacterial and Antifungal Activity Analysis of Essential Oil of Pogostemon cablin (Blanco) Benth. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 30(1–2), 7–10. <https://doi.org/10.3329/BJM.V30I1-2.28446>
- Das, S., Singh, V. K., Dwivedy, A. K., Chaudhari, A. K., Upadhyay, N., Singh, A., Deepika, & Dubey, N. K. (2019). Antimicrobial activity, antiaflatoxic potential and in situ efficacy of novel formulation comprising of Apium graveolens essential oil and its major component. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 160(May), 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.07.013>
- 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>
- Ebani, V., Nardoni, S., Bertelloni, F., Najjar, B., Pistelli, L., & Mancianti, F. (2017). Antibacterial and Antifungal Activity of Essential Oils against Pathogens Responsible for Otitis Externa in Dogs and Cats. *Medicines*, 4(4), 21. <https://doi.org/10.3390/medicines4020021>
- El-Maati, M. F. A., Mahgoub, S. A., Labib, S. M., Al-Gaby, A. M. A., & Ramadan, M. F. (2016). Phenolic extracts of clove (Syzygium aromaticum) with novel antioxidant and antibacterial activities. *European Journal of Integrative Medicine*, 8(4), 494–504.

<https://doi.org/10.1016/J.EUJIM.2016.02.006>

- Erturk, O. (2006). Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Versita*. <https://doi.org/10.2478/s11756-006-0050-8>
- Fani, M., & Kohanteb, J. (2017). In Vitro Antimicrobial Activity of Thymus vulgaris Essential Oil Against Major Oral Pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 22(4), 660–666.
<https://doi.org/10.1177/2156587217700772>
- Fatouma, M., Ayoub, A., Oumaskour, K., Nabila, B., Jalludin, M., & Tarik, A. (2021). CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF CHAMAEMELUM NOBILE (L.) ALL. *Pharmacologyonline*, 2, 449–457. <http://pharmacologyonline.silae.it>
- Felšöciová, S., Vukovic, N., Jeżowski, P., & Kačániová, M. (2020). Antifungal activity of selected volatile essential oils against Penicillium sp. *Open Life Sciences*, 15(1), 511–521. <https://doi.org/10.1515/BIOL-2020-0045>
- Flores, L., & Malo, I. (2019). *Comparación in vitro de la actividad antifúngica de aceite esencial de albahaca (Ocimum basilicum) e hinojo (Foeniculum vulgare) frente a Colletotrichum gloesporioides, agente causal de la antracnosis.*
- Galarza, W., & Quimi, K. (2019). *EFEECTO ANTIFÚNGICO DEL ACEITE ESENCIAL DE CANELA (Cinnamomum zeylanicum) SOBRE CEPAS DE Aspergillus flavus Y Penicillium expansum.* www.fcq.ug.edu.ec
- Garcia, E., Quezada, M., Pérez, M., Moreno, J., Sanchez, G., & Moreno, E. (2006). Actividad Antifúngica de Aceites Esenciales de Canela (Cinnamomum zeylanicum Blume) y Orégano (Origanum vulgare L.) y su Efecto sobre la Producción de Aflatoxinas en Nuez Pecanera [Carya illinoensis (F.A. Wangenh) K. Koch]. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24(1), 8–12.
- Gauch, L. M. R., Pedrosa, S. S., Esteves, R. A., Silveira-Gomes, F., Gurgel, E. S. C., Arruda, A. C., & Marques-da-Silva, S. H. (2014). Antifungal activity of Rosmarinus officinalis Linn. essential oil against Candida albicans, Candida dubliniensis, Candida

parapsilosis and *Candida krusei*. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 5(1), 61–66.
<https://doi.org/10.5123/s2176-62232014000100007>

Ghaedi, M., Naghiha, R., Jannesar, R., dehghanian, N., Mirtamizdoust, B., & pezeskhpour, V. (2015). Antibacterial and antifungal activity of flower extracts of *Urtica dioica*, *Chamaemelum nobile* and *Salvia officinalis*: Effects of Zn[OH]₂ nanoparticles and Hp-2-minh on their property. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 32, 353–359. <https://doi.org/10.1016/J.JIEC.2015.09.007>

Gill, A. O., & Holley, R. A. (2004). Mechanisms of Bactericidal Action of Cinnamaldehyde against *Listeria monocytogenes* and of Eugenol against *L. monocytogenes* and *Lactobacillus sakei*. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(10), 5750. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.10.5750-5755.2004>

González, M., Paredes, V., Erazo, F., & Sánchez, T. (2019). *Evaluación “in vitro” de la Actividad Antifúngica del Aceite Esencial de Canela (Cinnamomum zeylanicum) Sobre Botrytis sp Aislado de Mora de Castilla (Rubus glaucus)*. 15(12), 1857–7881. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12p377>

Gülay Kirbaşlar, F., Tavman, A., Dülger, B., & Türker, G. (2009). Antimicrobial activity of Turkish Citrus peel oils. *Pakistan Journal of Botany*, 41(6), 3207–3212.

Haj Ammar, A., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Romdhane, M., & Zagrouba, F. (2012). Chemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of *Citrus aurantium* L. flowers essential oil (Neroli Oil). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 15(21), 1034–1040. <https://doi.org/10.3923/PJBS.2012.1034.1040>

Hanif, M. A., Bhatti, H. N., Jamil, M. S., Anjum, R. S., Jamil, A., & Mumtaz Khan, M. (2010). Antibacterial and Antifungal Activities of Essential Oils Extracted from Medicinal Plants Using CO₂ Supercritical Fluid Extraction Technology. *Asian Journal of Chemistry*, 22(10), 7787–7798.

Hsouna, A. Ben, Halima, N. Ben, Smaoui, S., & Hamdi, N. (2017). Citrus lemon essential oil: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities with its preservative effect against *Listeria monocytogenes* inoculated in minced beef meat. *Lipids in Health and Disease*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/S12944-017-0487-5>

- Hsouna, A. Ben, & Hamdi, N. (2012). Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils and organic extracts from pelargonium graveolens growing in Tunisia. *Lipids in Health and Disease*, *11*, 1–7.
<https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-167>
- Huanca, J. Y., Jaimes, P. F., & Ávila, J. (2018). Efecto antifungico in vitro del extracto etanólico de las hojas de la *Mentha spicata* (hierba buena) contra cultivos de *Candida albicans*. *Universidad Interamericana Para El Desarrollo*, 1–41.
<http://repositorio.unid.edu.pe/handle/unid/29>
- Huong, L. T., Huong, T. T., Huong, N. T. T., Hung, N. H., Dat, P. T. T., Luong, N. X., & Ogunwande, I. A. (2020). Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from zingiber montanum (J. koenig) link ex. a. dietr. against three mosquito vectors. *Boletin Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, *19*(6), 569–579. <https://doi.org/10.37360/blacpma.20.19.6.39>
- Hussain, A. I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S. T., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, *108*(3), 986–995.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.12.010>
- Insuan, W., & Chahomchuen, T. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil extracted from eucalyptus citriodora leaf. *Microbiology and Biotechnology Letters*, *48*(2), 148–157. <https://doi.org/10.4014/mbl.1912.12016>
- Jirovetz, L., Wlcek, K., Buchbauer, G., Gochev, V., Girova, T., Stoyanova, A., Schmidt, E., & Geissler, M. (2007). Antifungal Activities of Essential Oils of *Salvia lavandulifolia*, *Salvia officinalis* and *Salvia sclarea* against Various Pathogenic *Candida* species. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *10*(5), 430–439.
<https://doi.org/10.1080/0972060X.2007.10643576>
- Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., & Dubey, N. K. (2014). Antifungal and antiaflatoxicogenic properties of *Cuminum cyminum* (L.) seed essential oil and its efficacy as a preservative in stored commodities. *International Journal of Food Microbiology*, *168–169*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.10.008>

- Klarić, M., Kosalec, I., Mastelić, J., Piecková, E., & Pepeljnak, S. (2007). Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Letters in Applied Microbiology*, *44*(1), 36–42.
<https://doi.org/10.1111/J.1472-765X.2006.02032.X>
- Konuk, B., & Ergüden, B. (2017). Antifungal activity of various essential oils against *Saccharomyces cerevisiae* depends on disruption of cell membrane integrity. *BIOCELL*.
https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/biocell/vol/pdf/41_1/BIOCELL_MS6102_KONUK.pdf
- Kuspradini, H., Putri, A. S., Sukaton, E., & Mitsunaga, T. (2016). Bioactivity of Essential Oils from Leaves of *Dryobalanops Lanceolata*, *Cinnamomum Burmannii*, *Cananga Odorata*, and *Scorodocarpus Borneensis*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *9*, 411–418. <https://doi.org/10.1016/J.AASPRO.2016.02.157>
- Lakhrissi, B., Boukhraz, A., Barrahi, M., Hartiti, H. EL, & Ouhssine, M. (2016). Antifungal Activity of Essential Oil of Oregano (*Origanum Vulgare*), Marjoram (*Origanum Majorana*) and Synergy of Two Essential Oils against *Candida Albicans*. *Online International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, *3*, 14–17.
- Li, Y., Wang, Y., Kong, W., Yang, S., Luo, J., & Yang, M. (2020). *Illicium verum* essential oil, a potential natural fumigant in preservation of lotus seeds from fungal contamination. *Food and Chemical Toxicology*, *141*(February), 111347.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111347>
- Luqman, S., Dwivedi, G. R., Darokar, M. P., Kalra, A., & Khanuja, S. P. S. (2014). Antimicrobial activity of *Eucalyptus citriodora* essential oil. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*, *2*(2), 69–75.
- Mai-Prochnow, A., Clauson, M., Hong, J., & Murphy, A. B. (2016). Gram positive and Gram negative bacteria differ in their sensitivity to cold plasma. *Scientific Reports* *2016 6:1*, *6*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep38610>
- Malanovic, N., & Lohner, K. (2016). Antimicrobial Peptides Targeting Gram-Positive

Bacteria. *Pharmaceuticals* 2016, Vol. 9, Page 59, 9(3), 59.

<https://doi.org/10.3390/PH9030059>

Marcos-Tejedor, F., González-García, P., & Mayordomo, R. (2020). Solubilización in vitro del aceite de árbol de té y primeros resultados de su efecto antifúngico en onicomycosis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*.

<https://doi.org/10.1016/J.EIMC.2020.06.013>

Marín, I. (2019). *Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales ecológicos de hinojo, perejil y lavanda*. 66. [http://193.147.134.18/bitstream/11000/5385/1/TFM Marín Muñoz%2C Irene.pdf](http://193.147.134.18/bitstream/11000/5385/1/TFM%20Marín%20Muñoz%20Irene.pdf)

Montero-Recalde, M., Revelo, J., Avilés-Esquivel, D., Valle, E., & Guevara-Freire, D. (2017). Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre Cepas de Salmonella. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(4), 987–993. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V28I4.13890>

Morsy, N. F. S., & Abd El-Salam, E. A. (2017). *Journal of Essential Oil Bearing Plants Antimicrobial and Antiproliferative Activities of Black Pepper (Piper nigrum L.) Essential Oil and Oleoresin Antimicrobial and Antiproliferative Activities of Black Pepper (Piper nigrum L.) Essential Oil and Oleoresin*.

<https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1341342>

Naik, M. I., Fomda, B. A., Jaykumar, E., & Bhat, J. A. (2010). Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacterias. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(7), 535–538.

[https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60129-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60129-0)

Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., & De Feo, V. (2017). Essential Oils and Antifungal Activity. *Pharmaceuticals* 2017, Vol. 10, Page 86, 10(4), 86.

<https://doi.org/10.3390/PH10040086>

Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals*, 6, 1451–1474.

<https://doi.org/10.3390/ph6121451>

- Nolazco, D., Villanueva, E., Hatta, B., & Tellez, L. (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(3), 274–284. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.661>
- Noumi, E., Snoussi, M., Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Ksouri, R., Valentin, E., & Bakhrouf, A. (2011). Chemical composition, antioxidant and antifungal potential of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) and *Eucalyptus globulus* essential oils against oral *Candida* species. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4147–4156.
- Oghenejobo, M. (2017). Antibacterial Evaluation, Phytochemical Screening and Ascorbic Acid Assay of Turmeric (*Curcuma longa*). *MOJ Bioequivalence & Bioavailability*, 4(2). <https://doi.org/10.15406/mojbb.2017.04.00063>
- Okunowo, W. O., Oyedeji, O., Afolabi, L. O., & Matanmi, E. (2013). Essential Oil of Grape Fruit (*Citrus paradisi*) Peels and Its Antimicrobial Activities. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.47A2001>
- Olfa, B., Mariem, A., Salah, M., & Mouhiba, B. (2016). Chemical content, antibacterial and antioxidant properties of essential oil extract from Tunisian *Origanum majorana* L. cultivated under saline condition. *Article in Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(6), 1951–1958. <https://www.researchgate.net/publication/309812421>
- Oliva, M., Carezzano, E., Gallucci, M., & Demo, M. (2011). *Antimycotic Effect of the Essential Oil of Aloysia triphylla against Candida Species Obtained from Human Pathologies*.
- Oliveira, J. L. T. M. de, Diniz, M. de F. M., Lima, E. de O., Souza, E. L. de, Trajano, V. N., & Santos, B. H. C. (2009). Effectiveness of *Origanum vulgare* L. and *Origanum majorana* L. essential oils in inhibiting the growth of bacterial strains isolated from the patients with conjunctivitis. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(1), 45–50. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000100006>
- Ou, M.-C., Liu, Y.-H., Sun, Y.-W., Chan, C.-F., & Wilkinson, J. M. (2015). *The Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities of Cold-Pressed and Distilled Essential Oils of Citrus paradisi and Citrus grandis (L.) Osbeck*.

<https://doi.org/10.1155/2015/804091>

- Özcan, M. M., Chalchat, J. C., Arslan, D., Ateş, A., & Ünver, A. (2006). Comparative essential oil composition and antifungal effect of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. *piperitum*) fruit oils obtained during different vegetation. *Journal of Medicinal Food*, 9(4), 552–561. <https://doi.org/10.1089/JMF.2006.9.552>
- Parveen, Z., Nawaz, S., Siddique, S., & Shahzad, K. (2013). Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Leaves of *Curcuma longa* L. Kasur Variety. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 75(1), 117. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.113544>
- Pateiro, M., Munekata, P., Domínguez, R., Rodríguez-Lázaro, D., & Lorenzo, J. (2021). Application of essential oils as antimicrobial agents against spoilage and pathogenic microorganisms in meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 337. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2020.108966>
- Patiño, L., Saavedra, A., & Martínez, J. (2014). Extracción por arrastre de vapor de aceite esencial del romero. *Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia*, 239–252.
- Pepeljnjak, S., Kosalec, I., Kalodera, Z., & Blažević, N. (2005). Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis* L., Cupressaceae). *Acta Pharmaceutica*, 55(4), 417–422.
- Peredo-Luna, H., Palou-García, E., & López-Malo, A. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. In *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (Vol. 3, Issue 1, p. 8).
- Plant, J., & Stephens, B. (2014). Evaluation of the Antibacterial Activity of a Sizable Set of Essential Oils. *Medicinal and Aromatic Plants*, 04(02), 2–6. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000185>
- Ramadan, M. A., Shawkey, A. E., Rabeh, M. A., & Abdellatif, A. O. (2020). Promising antimicrobial activities of oil and silver nanoparticles obtained from *Melaleuca alternifolia* leaves against selected skin-infecting pathogens. *Journal of Herbal Medicine*, 20(March), 100289. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2019.100289>

- Rana, I. S., Rana, A. S., & Rajak, R. C. (2011). Evaluation of antifungal activity in essential oil of the *Syzygium aromaticum* (L.) by extraction, purification and analysis of its main component eugenol. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(4), 1269–1277. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000400004>
- Rasooli, I., Rezaei, M. B., & Allameh, A. (2006). *Growth inhibition and morphological alterations of Aspergillus niger by essential oils from Thymus eriocalyx and Thymus x-parlock*. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.12.002>
- Rivas, K., Rivas, C., & Gamboa, L. (2015). aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum* L .). *Multiciencias*, 15, 281–289. <https://www.redalyc.org/pdf/904/904444727006.pdf>
- Rodriguez, M., Alcaraz, L., & Real, S. (2012). Procedimientos para la extracción de aceite en plantas aromáticas. *Centro de Investigaciones Biologicas Del Noroeste,S.C*, 12–17. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf
- Rostami, H., Kazemi, M., & Shafiei, S. (2012). *Antibacterial activity of lavandula officinalis and melissa officinalis against some human pathogenic bacteria*. <https://doi.org/10.3923/ajb.2012.133.142>
- Saad, N. Y., Muller, C. D., & Lobstein, A. (2013). *Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components*. <https://doi.org/10.1002/ffj.3165>
- Sasidharan, I., & Menon, a N. (2010). Comparative Chemical Composition and Antimicrobial Activity Fresh & Dry Ginger Oils (*Zingiber Officinale* Roscoe). *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 2(4), 4–7.
- Serra, E., Hidalgo-Bastida, L. A., Verran, J., Williams, D., & Malic, S. (2018). Antifungal Activity of Commercial Essential Oils and Biocides against *Candida Albicans*. *Pathogens*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS7010015>
- Shahbazi, Y. (2015). Chemical Composition and In Vitro Antibacterial Activity of *Mentha spicata* Essential Oil against Common Food-Borne Pathogenic Bacteria. *Journal of Pathogens*, 2015, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2015/916305>
- Sharma, P. K., Singh, V., & Ali, M. (2016). Chemical composition and antimicrobial

activity of fresh rhizome essential oil of zingiber officinale roscoe. *Pharmacognosy Journal*, 8(3), 185–190. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.3>

Sidi, Z. B., Ben, M., & Boukir, A. (2010). Chemical Composition and In Vitro Antibacterial Activity of the Essential Oil of Cedrus atlantica Valorisation des plantes médicinales View project Environment of Olive mill wastewater (OMWW), IR and NMR spectroscopy Analysis, Conductivity and COD View project. *Article in International Journal of Agriculture and Biology*. <http://www.fspublishers.org>

Simić, A., Soković, M. D., Ristić, M., Grujić-Jovanović, S., Vukojević, J., & Marin, P. D. (2004). The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. *Phytotherapy Research*, 18(9), 713–717. <https://doi.org/10.1002/ptr.1516>

Somda, I., Leth, V., & Sérémé, P. (2007). Antifungal effect of Cymbopogon citratus, Eucalyptus camaldulensis and Azadirachta indica oil extracts on sorghum seed-borne fungi. In *Asian Journal of Plant Sciences* (Vol. 6, Issue 8, pp. 1182–1189). <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.1182.1189>

Sotelo, A. H., Figueroa, C. G., Césare, M. F., & Alegría, M. C. (2017). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of bursera graveolens (burseraceae) from Perú. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), S429–S436. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.62>

Soylu, E. M., Kurt, Ş., & Soyly, S. (2010). In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent Botrytis cinerea. *International Journal of Food Microbiology*, 143(3), 183–189. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2010.08.015>

Syafiq, R., Sapuan, S. M., Zuhri, M. Y. M., Ilyas, R. A., Nazrin, A., Sherwani, S. F. K., & Khalina, A. (2020). Antimicrobial activities of starch-based biopolymers and biocomposites incorporated with plant essential oils: A review. *Polymers*, 12(10), 1–26. <https://doi.org/10.3390/polym12102403>

Tanasescu, S., Nitu, R., Dahma, G., Pilut, C., Diaconu, M., Neagoe, O., Muntean, D., Horhat, I., Dragomir, A., Lighezan, D., & Dobrescu, A. (2018). *Chemical*

Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Romanian Origanum vulgare. <http://www.revistadechimie.ro>

- Tariq, S., Wani, S., Rasool, W., Shafi, K., Bhat, M. A., Prabhakar, A., Shalla, A. H., & 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(March), 103580. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103580>
- Teles, A. M., Silva-Silva, J. V., Fernandes, J. M. P., Calabrese, K. da S., Abreu-Silva, A. L., Marinho, S. C., Mouchrek, A. N., Filho, V. E. M., & Almeida-Souza, F. (2020). Aniba rosaeodora (Var. amazonica Ducke) Essential Oil: Chemical Composition, Antibacterial, Antioxidant and Antitrypanosomal Activity. *Antibiotics* 2021, Vol. 10, Page 24, 10(1), 24. <https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS10010024>
- Teneva, D., Goranov, B., Denkova-Kostova, R., Hristova-Ivanova, D., Slavchev, A., Denkova, Z., & Kostov, G. (2020). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oils from leaves and flowers of Rosmarinus officinalis L. *Bulgarian Chemical Communications*, 52(3).
- Thanh, V. M., Bui, L. M., Bach, L. G., Nguyen, N. T., Thi, H. Le, & Thi, T. T. H. (2019). Origanum majorana L. Essential Oil-Associated Polymeric Nano Dendrimer for Antifungal Activity against Phytophthora infestans. *Materials* 2019, Vol. 12, Page 1446, 12(9), 1446. <https://doi.org/10.3390/MA12091446>
- Tiwari, B. K., Valdramidis, V. P., O'Donnell, C. P., Muthukumarappan, K., Bourke, P., & Cullen, P. J. (2009). Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(14), 5987–6000. <https://doi.org/10.1021/JF900668N>
- Toda, M., Okubo, S., & Mara, Y. (1991). Actividades antibacterianas y bactericidas de extractos de té y catequinas contra Staphylococcus aureus resistente a meticilina. *Facultad de Medicina de La Universidad Showa, Tokio*.
- Torimiro, N., Adegun, B. R., Abioye, O. E., & Omole, R. K. (2020). Antibacterial Activity of Essential Oil from Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle Peels against Multidrug-

Resistant Bacterial Isolates Open Access. *Advances in Microbiology*, 10, 214–223.
<https://doi.org/10.4236/aim.2020.105017>

Torres-Chati, J., León-Quispe, J., & Tomas-Chota, G. (2017). Actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de hojas de Luma chequen (Molina) A. Gray “ arrayán” frente a patógenos de origen clínico. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 37(1), 10–16.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562017000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Torres, S. D. A. (2019). “Extracción de aceites esenciales de uva (*Vitis vinifera*) y zarzamora (*Rubus spp.*) con fluidos supercríticos.”

Trombetta, D., Castelli, F., Sarpietro, M. G., Venuti, V., Cristani, M., Daniele, C., Saija, A., Mazzanti, G., & Bisignano, G. (2005). Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. *ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY*, 49(6), 2474–2478. <https://doi.org/10.1128/AAC.49.6.2474-2478.2005>

Tyagi, A. K., & Malik, A. (2010). Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against candida albicans: microscopic observations and chemical characterization of cymbopogon citratus. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2010 10:1, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-10-65>

Vera, O. (2009). CÓMO ESCRIBIR ARTÍCULOS DE REVISIÓN. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 63–69.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582009000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., & Szumny, A. (2019). Essential Oils as Antimicrobial Agents—Myth or Real Alternative? *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 2130, 24(11), 2130.

<https://doi.org/10.3390/MOLECULES24112130>

Xiang, H., Zhang, L., Yang, Z., Chen, F., Zheng, X., & Liu, X. (2017). Chemical compositions, antioxidative, antimicrobial, anti-inflammatory and antitumor activities of Curcuma aromatica Salisb. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 108, 6–16.

<https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2017.05.058>

Youssef, G. A., & Mohamed, A. S. (2020). In-vitro Antifungal Activity of Eco-friendly Essential Oils against Pathogenic Seed Borne Fungi. *Egyptian Journal of Botany*, 60(2), 381–393. <https://doi.org/10.21608/EJBO.2019.17672.1362>

Zaidi, S., & Dahiya, P. (2015). In vitro antimicrobial activity, phytochemical analysis and total phenolic content of essential oil from *Mentha spicata* and *Mentha piperita*. *International Food Research Journal*, 22(6), 2440–2445.

Zhao, F., Liu, Y., & Mei-Ping, Q. (2019). *Influence of drying technology on chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from star anise (Illicium verum Hook . f.) fruit*. 1873(3). <https://doi.org/10.36349/easjnfs.2019.v01i03.002>