



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



CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Tema: Evaluación de las actividades biológicas y los compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial de *Eucalyptus Globulus*.

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Luis David Jiménez Jumbo

Tutor: Dr. Irvin Ricardo Tubón Usca

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

BQF. Irvin Ricardo Tubón Usca. PhD.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la 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, 12 de julio de 2022

BQF. Irvin Ricardo Tubón Usca. PhD.

C.I. 0604250357

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis David Jiménez Jumbo, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

Luis David Jiménez Jumbo

CI: 1105962920

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación 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:

Presidente del tribunal

Dr. Orestes Darío López Hernández

C.I. 1754784864

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

C.I. 1802142461

Ambato, 26 de agosto 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, 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 mis derechos de autor.

Luis David Jiménez Jumbo

C.I 1105962920

AUTOR

DEDICATORIA

El trabajo investigativo lo dedico a Dios,
por darme la convicción y la sabiduría de continuar mis estudios a pesar de las
adversidades;

Y a mis padres,
por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado
llegar hasta aquí y culminar una faceta más de mi vida.

El hombre propone y Dios dispone

Proverbios 16:1

AGRADECIMIENTO

Tengo que agradecer primero a Dios por demostrarme diariamente su amor y no dejarme desmayar, a mis hermanos de la iglesia por orar diariamente por mí, a mis amigos Abraham, David y Kathy por acompañarme en este viaje y finalmente a mi tutor que con su paciencia hoy podemos decir lo logramos.

Luis David Jiménez Jumbo

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
DERECHOS DEL AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Otras especies del género <i>Eucalyptus</i>	5
1.4 Objetivos	12
METODOLOGÍA	13
2.1 Investigación Bibliográfica.....	13
2.2 Bases de datos científicas	13
MARCO TEÓRICO	15
3.1 Características generales.....	15
3.2 Utilidad de la especie.....	16
3.3 El Eucalipto en el Ecuador	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Descripción	18
4.2 Especies Similares	19
4.3 Composición Química	21
4.4 Actividad antimicrobiana	25
4.5 Ensayos y aplicaciones	25
4.6 Actividad Fotoquímica	33
4.7 Actividad Antioxidante	34
Aplicación del <i>Eucalyptus</i> como alternativa médica	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1 CONCLUSIONES.....	40
5.2 RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
6.1 Referencias Bibliográficas.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie en hectáreas de eucaliptales en diferentes países y su variación en las últimas décadas.....	4
Tabla 2. Componentes químicos del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus Globulus</i>	22
Tabla 3. Componentes de aceite esencial del <i>Eucalyptus Globulus</i>	24
Tabla 4. Compuestos presentes en algunas especies de eucalipto.....	33
Tabla 5. Descripción de enfermedades y plantas medicinales utilizadas para su tratamiento.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Yemas con opérculo rostrado de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7
Figura 2. Pliego de <i>Eucalyptus cephalocarpa</i>	8
Figura 3. Yema glauca de <i>Eucalyptus cinerea</i>	9
Figura 4. Umbela con pedúnculo de <i>Eucalyptus delegatensis</i>	11
Figura 5. Planta de Eucalipto (Fuente: Asturnatura. 2019)	18
Figura 6. Composición Química. Fuente: (Carretero & Ortega, 2018) ¡Error! Marcador no definido.	

RESUMEN

El *Eucalyptus globulus*, conocido comúnmente como eucalipto, fue introducido en el Ecuador en la época de los 60, específicamente en el año 1860 en el gobierno de Gabriel García Moreno, siendo el predominante de las dos especies existentes con el 89 por ciento, lo que lo convierte en una especie referente en la serranía ecuatoriana. Esta planta tiene glándulas que segregan aceites esenciales en sus hojas, los cuales producen su característico olor y poseen componentes que pueden ser diferenciados en productos químicos de valor industrial. Por otro lado, este aceite ha sido parte de múltiples estudios científicos como en el control de insectos, actividad antioxidante, agente anti fúngico, entre otros; en general, este aceite esencial posee compuestos alifáticos y terpénicos que le otorgan un gran potencial para la industria cosmética, alimenticia y farmacéutica.

En este trabajo se realizó una recopilación bibliográfica de las múltiples investigaciones de los compuestos bioactivos que tiene la planta y el papel fundamental en la salud humana por su composición.

Además, el presente trabajo comparo el aceite esencial del *E. globulus* (el más común en Ecuador) con el de otras especies de eucalipto, siendo la primera investigación comparativa bibliográfica de las diferentes especies de este tipo de planta en el país. Se relacionó los componentes de la planta con los usos medicinales atribuidos a este género como son la desinflamación, desinfección, analgesia, antipirensis entre otros.

Palabras clave: Investigación bibliográfica, actividades biológicas, compuestos bioactivos, botánica, aceites esenciales, *Eucalyptus globulus*.

ABSTRACT

Eucalyptus globulus, commonly known as eucalyptus, was introduced in Ecuador in the 1960s, specifically in 1860 in the government of Gabriel García Moreno, being the predominant of the two existing species with 89 percent, which makes it becomes a reference species in the Ecuadorian highlands. This plant has glands that secrete essential oils in its leaves, which produce its characteristic odor and have components that can be differentiated into chemical products of industrial value. On the other hand, this oil has been part of multiple scientific studies such as insect control, antioxidant activity, antifungal agent, among others; In general, this essential oil has aliphatic and terpene compounds that give it great potential for the cosmetic, food and pharmaceutical industries.

In this work an analysis of the multiple investigations of the bioactive compounds that the plant has and the fundamental role in human health due to their properties and the biological effects due to their sensory attributes was carried out; The study also made it possible to carry out future research on the variety of this plant in the plant kingdom with more than 700 species globally; Therefore, the phytochemistry of essential oils provides us with therapeutic benefits due to the combination of these phytonutrients.

The study compared the essential oil of *E. globulus* (the most common in Ecuador) with that of other eucalyptus species, being the first comparative bibliographic investigation of the different species of this type of plant in the country, a study that related the components of the plant with the medicinal uses attributed to this genus such as disinflammation, disinfection, analgesia, antipiresis among others; Thus, an alternative was obtained for the proper use of the plant's foliage, a study that will undoubtedly support entrepreneurs and the general population to maximize the proper use of our resources.

Keywords: Bibliographic research, biological activities, bioactive compounds, botany, essential oils, *Eucalyptus globulus*

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1 Justificación

Los recursos naturales en el Ecuador por lo general son considerados únicamente aquellos de procedencia extractivista, o que aportan significativamente a la economía del país de forma inmediata como el Petróleo, Oro, plata entre otros minerales; sin embargo, la riqueza biológica en flora y fauna siendo esta esta introducida o no, que gracias a las condiciones climatológicas, de suelo, agua y ubicación geográfica, han permitido al Ecuador ser un proveedor natural de flora, concentrando la variedad de especies en grandes extensiones de territorio. Que concentran a un laboratorio vivo, utilizada para la generación de medicamentos farmacéuticos como de medicina natural.

El uso terapéutico de plantas medicinales en Ecuador un país lleno de cultura no es extraño; plantas que por décadas han sustituido los medicamentos convencionales o de droguerías, teniendo su aplicación desde la antigüedad, medicina natural preventiva utilizada para curar o aliviar las enfermedades. Sin embargo, no existe todavía la suficiente evidencia científica que consolide a la medicina herbaria dentro de los sistemas de salud.

El año 2020 debido a efectos de la emergencia sanitaria, coloquialmente conocida como pandemia por Covid-19 a nivel mundial, se marcó un punto referencial para cambios de costumbres. La condición a nivel mundial hizo al mundo replantear sus actividades y a retomar costumbres ancestrales de carácter legítimo como el uso de medicina atávica, principalmente en el Ecuador donde la posibilidad de una vacuna era casi una quimera. Las personas replantearon sus actividades y de hecho uno de los elementos y plantas más vendidas por complicaciones respiratorias en el año 2020, fueron y hasta la fecha son sin duda todos los procedentes del *E. globulus*. Esto se debe a las relaciones biológicas y los

compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial de la planta y los efectos beneficiosos que producen en el cuerpo humano en reacción de alivio y sensación de limpieza pulmonar que facilita la respiración (Gallegos-Zurita, 2016).

El *E. globulus*, una planta de acceso libre en el Ecuador, basta con hacer un recorrido por la serranía ecuatoriana para entender la influencia que tiene el eucalipto sobre la población y su expansión biológica en función de su adaptabilidad frente a condiciones extremas, que le han permitido mantener un avance en la franja forestal inminente frente a otras especies de la zona. Los pobladores tienen acceso a sus hojas y madera a veces inclusive de forma gratuita. Mismas hojas que son utilizadas en varios sectores siendo uno de los más acentuados para la medicina alternativa como las vaporizaciones, saunas, turcos, energía, infusiones con otras plantas, y sus esencias para elaboración de ungüentos, cremas como analgésicos para dolores musculares y/o articulares por reumas, golpes u otros relacionados a dolores de tratamiento externo.

En Ecuador se viene utilizando el eucalipto desde tiempos inmemorables hasta la época, ahora ya en varias presentaciones, siendo una de las más conocidas como ungüento en el pecho y espalda para afecciones pulmonares como función expectorante y antiséptico en vías respiratorias. La tisana ingerida caliente, preparada con partes iguales en peso de las hojas de eucalipto y en algunos casos combinados con toronjil y malva se utiliza para el tratamiento de asma, gripe, tos, catarros, rinitis, influenza, como concentrado de eucalipto ayuda en casos de afecciones a los bronquios, enfermedades conocidas comúnmente como bronquitis entre otros (Freire Bedón, 2018).

Por lo general las afecciones respiratorias son causadas por agentes patógenos infecciosos, dado esto, es necesario el uso de compuestos antimicrobianos y desinfectantes, tales como aquellos productos obtenidos de ciertas plantas medicinales y prácticas naturistas, los cuales presentan una elevada eficacia en el alivio de estos padecimientos para una pronta recuperación y evitar que estas enfermedades se agraven.

Como es de conocimiento, una nueva amenaza para la salud de las personas, es el incremento en la resistencia que están presentando ciertos microorganismos patógenos frente a los antibióticos empleados para el tratamiento de infecciones causadas por los mismos, por lo que resulta indispensable la búsqueda de nuevas alternativas, que ayuden a combatir estas enfermedades, impidiendo el crecimiento y la reproducción de estos agentes infecciosos. Debido a esto, es de gran utilidad el empleo de estas productos medicinales naturales obtenidos especialmente de *E. globulus*, la cual presenta un alto contenido de aceites esenciales y productos de resina (Carretero & Ortega, 2018).

Por lo en los párrafos anteriores y tomando en cuenta las características y propiedades que posee el eucalipto, se hace necesaria esta investigación con el objetivo que más adelante puedan impulsar a las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMes) dedicadas a la elaboración de productos y subproductos relacionados a las plantas medicinales, en este caso centradas al aprovechamiento óptimo de la especie a ser investigada (Asturnatura, 2019).

1.2 Antecedentes

El género (*Eucalyptus* (Myrtaceae), incluye más de 500 (quinientas) especies, así como un notable número de subespecies e híbridos, tanto árboles como arbustos; la planta en mención es originaria de Australia y Tasmania aunque está ampliamente introducido en numerosos países, sobre todo en aquellos con bioclima mediterráneo, subtropical y tropical (Fernández Darriba, 2016).

En la región de origen el eucalipto representa el 95% de las superficies arboladas y es, a nivel global, uno de los recursos forestales más utilizados en el mundo; comenzó a ser empleado en plantaciones en Europa hace menos de 200 años. En Estados Unidos de Norte América se introdujo a mediados del siglo XIX, por los flujos migratorios; en Sudáfrica y Brasil a finales del XIX, provocado por la demanda de madera para la minería en Brasil y para producir carbón para la industria del acero en Sudáfrica (Fernández Darriba, 2016).

En otros países y zonas del mundo fue introducido por los colonialismos británico, español, portugués y holandés, así como por iniciativas internacionales; entre los países con mayores plantaciones de eucalipto cabe citar en Sudamérica a Brasil, con 3'123.000 ha (tres millones ciento veinte y tres mil hectáreas) en 1995. También poseen grandes superficies dedicadas al eucalipto Sudáfrica, España y Portugal, con 557.000 ha (quinientos cincuenta y siete mil hectáreas), 460.000 ha (cuatrocientos sesenta mil hectáreas) y 403.000 ha (cuatrocientos tres mil hectáreas) en 1995 respectivamente. (Fernández Darriba, 2016).

Tabla 1. Superficie en hectáreas de eucaliptales en diferentes países y su variación en las últimas décadas

País	Superficie 1973 (ha)	Superficie 1995 (ha)
Brasil	1.052.000	3.123.000
Sudáfrica	347.464	557.000
España	390.277	460.000
Portugal	250.000	403.000
Uruguay	111.123	278.000
Marruecos	177.743	187.000
Madagascar	180.000	151.000
Estados Unidos	140.000	110.000
Nueva Zelanda	12.659	22.000
Kenia	11.296	17.000
Israel	10.022	10.000

(Fernández Darriba, 2016)

1.3 Otras especies del género *Eucalyptus*

La comparativa física y química que pueda existir entre especies del mismo género, comprende determinar los aspectos que resaltan y sobresalen entre una y otra; considerando que, dependiendo el uso de cada especie, propiciaría beneficios exclusivos según sea la aplicación.

De toda la diversidad de especies del género *Eucalyptus*, se dan a conocer algunas de las más representativas, para identificar sus características físicas.

1.3.1 *Eucalyptus amigdalina*

Esta especie tiene un desarrollo lento, pudiendo crecer hasta una altura de 30 metros, con corteza áspera, cubriendo la mayor parte del tronco. Las hojas adultas son ligeramente brillantes a opacas, de color verde azulado a verde. Posee hojas alternas, con un pecíolo de 0,4 a 2 cm de longitud. La lámina de la hoja tiene una forma lanceolada a lineal, de 5,5 a 12 cm de largo por 0,4 a 1,2 cm de ancho.

Las inflorescencias axilares son redondas, con flores blancas, las cuales forman un fruto con forma de copa o hemisférica, midiendo alrededor de unos 0,5 a 1,7 cm. Las semillas son de color marrón, midiendo de 1 a 2 mm de largo (Argentina, 2016).

1.3.2 *Eucalyptus botryoides*

Originario de Nueva Gales del Sur y Victoria. Árbol de hasta 40 m. Corteza fibrosa y persistente en la base, gris marrón, lisa en las ramas y parte superior. Hojas juveniles alternas, ovadas, discolores. Esta especie presenta hojas adultas que poseen una forma lanceolada, de

dos o más colores, con una longitud aproximada de 9 a 11 cm y un ancho que se encuentra entre 3 y 5 cm; cuyo peciolo tiene un tamaño de 20 a 30 mm. Entre otras características, se puede resaltar el plano y ensanchado pedúnculo de máximo 15 mm de largo que presenta, junto con las yemas con terminación redonda que pueden ser ovoides o clavadas. Estas plantas no suelen presentar pedicelos y en caso de tenerlos, estos no sobrepasan los 3 mm, además de tener un opérculo y un hipanto con un ancho que va desde 3 a 5 mm y un largo de la misma dimensión y de 4 a 6 mm, respectivamente. Frutos cilíndricos, de 7-12 mm de largo por 5-9 mm de ancho; disco descendente; valvas 3 o 4, a nivel o inclusas (Fernández Darriba, 2016).

1.3.3 *Eucalyptus camaldulensis*

Originario de toda Australia continental, salvo extremo Suroeste y la franja costera del Pacífico. Árbol de hasta 20 m, ocasionalmente hasta 45 m. En esta especie la corteza es lisa y puede estar presente en varios colores que pueden ir desde un blanco grisáceo a un rojo o marrón. En este caso, las hojas juveniles son lanceoladas y anchas, que presentan una mediana discoloridad. Por otra parte, las hojas adultas son alternas, lanceoladas a estrechamente lanceoladas, acuminadas, de 5-15 cm de largo por 0,7-1,5 cm de ancho; peciolo plano o acanalado de 12-15 mm de largo. Umbelas de 7-11 flores; pedúnculo delgado, cilíndrico o cuadrangular, de 6-15 mm de largo; pedicelos delgados, de 5-12 mm de largo. Yemas globulares rostradas u ovoides-cónicas; opérculo hemisférico, rostrado o cónico, obtuso, de 5-6 mm de largo por 3-5 mm de ancho; hipanto hemisférico, de 2-3 m de largo por 5-6 mm de ancho. Frutos hemisféricos u ovoides, de 4-7 mm de largo y ancho; disco ascendente; valvas 3-5, claramente exertas (Villegas & Rivera, 2012).

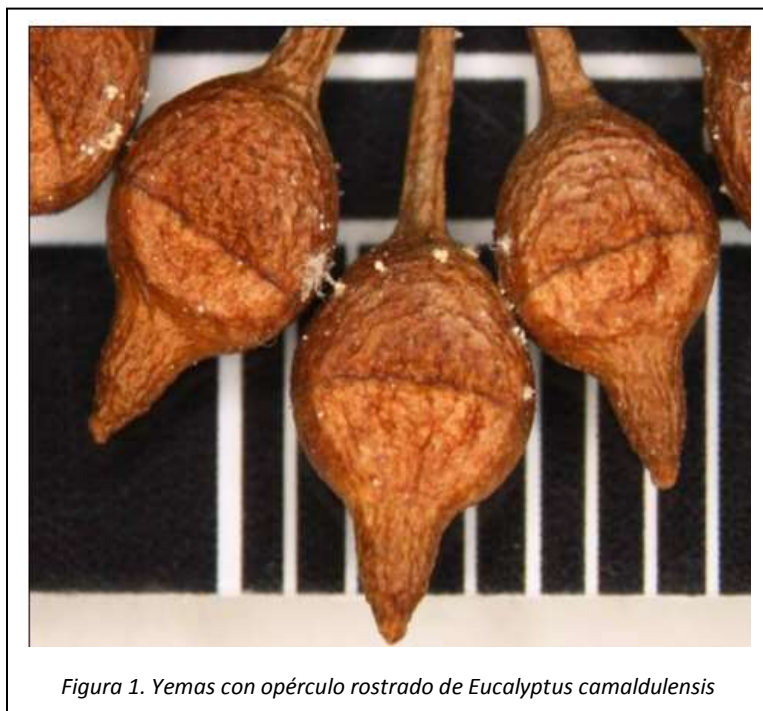


Figura 1. Yemas con opérculo rostrado de *Eucalyptus camaldulensis*

1.3.4 *Eucalyptus cephalocarpa*

Originario de Nueva Gales del Sur y Victoria. Árbol de hasta 24 m. Corteza rugosa, fibrosa, longitudinalmente fisurada, gris o gris-marrón. Hojas juveniles opuestas, sésiles, amplexicaules, de orbiculares a ovadas, verde grisáceas o glaucas, ligeramente discoloras. Hojas adultas alternas, lanceoladas, acuminadas, de 10-20 cm de largo por 1,5-3 cm de ancho; tienen un peciolo de forma cilíndrica o ligeramente aplanado, con una longitud máximo de 16 mm. Sus umbelas poseen entre 7 y 11 flores, y un pedúnculo de forma angular, al igual que la especie *Eucalyptus camaldulensis*, pero en este caso, no presenta pedicelos ausentes o estos son muy pequeños. Las yemas suelen en forma de huso, a menudo glaucas; opérculo cónico, de 2-3 mm de largo por 3-4 mm de ancho; hipanto obcónico, de 3 mm de largo por 3-4 mm de ancho. Frutos obcónicos, a veces ligeramente glaucos, de 4-6 mm de largo por 4-6 mm de ancho; disco ascendente; valvas 3 o 4, exertas (Fernández Darriba, 2016).



Figura 2. Pliego de *Eucalyptus cephalocarpa*

1.3.4 *Eucalyptus cinerea*

Originario de Nueva Gales del Sur y Victoria. Árbol de hasta 16 m. Corteza rugosa y fibrosa, marrón rojiza. Hojas juveniles opuestas, sésiles o cortamente amplexicaules, de orbiculares a cordadas, glaucas, ligeramente discoloras; las hojas juveniles persisten en ocasiones en los árboles adultos. Hojas adultas alternas, acuminadas, anchas y lanceoladas, con una longitud de 6 a 16 cm y un ancho mínimo de 1,5 cm y máximo de 4,5 cm; el peciolo suele ser de forma plana de un largo que varía entre 5 y 11 mm. Presenta 3 flores en cada umbela; no contiene pedicelos y su pedúnculo está entre los 2 y 6 mm de longitud con una forma cilíndrica. Las yemas al igual que algunas de las otras especies son fusiformes, de un color verde muy claro; cuyo opérculo presenta una dimensión igual de ancho y largo, siendo esta de 2 a 4 mm con forma cónica; el hipanto es obcónico, de 3-4 mm de largo y ancho. Frutos obcónicos o hemisféricos, de 4-7 mm de largo por 5-8 mm de ancho; disco a nivel o ascendente; valvas 3 a 5, ligeramente exertas (Fernández Darriba, 2016).

Es un árbol mediano a grande, con la corteza áspera, ancha, fibrosa, longitudinalmente surcada, café rojizo a café-gris; persistente en el tronco, y ramas más largas. Los árboles usualmente maduran pronto, pero en la fase juvenil con frecuencia producen hojas intermedias y adultas que son pedunculadas, ampliamente lanceoladas de 11 × 2 cm, con color rosas, azul grisáceas y glaucas. Las flores, blancas, aparecen desde mediados de primavera hasta inicios de verano (Missouri, 2015).



1.3.5 *Eucalyptus citriodora*

Originario de Queensland. Árbol de 25-40 m. Corteza lisa, blanca, Hojas juveniles de ovadas a anchamente lanceoladas, peltadas, a veces sentadas, discoloras. Hojas adultas alternas, de forma lanceolada, con olor a limón cuando se estrujan, de 8 a 16 mm de largo por 0,5 a 2 cm de ancho; poseen un peciolo plano con un largo que varía entre 13 y 20 mm. De la misma forma que *Eucalyptus cinérea*, presenta 3 flores por umbela y el pedúnculo de la misma forma, variando en la dimensión, la cual puede llegar hasta 7 mm y con pedicelos de 1 a 6 mm de largo. Opérculo hemisférico, apiculado, de 3-4 mm de largo por 4-5 mm de ancho;

hipanto hemisférico, de 5-6 mm de largo por 4-5 mm de ancho. Frutos ovoides o urceolados, a menudo rugosos, de 7-25 mm de largo por 7-11 mm de ancho; disco descendente valvas 3 o 4, profundamente inclusas (Lin, y otros, 2015).

1.3.6 *Eucalyptus coccifera*

Originario de Tasmania. Árbol de hasta 10 m. Corteza lisa que se desprende en tiras, blanca grisácea. Hojas juveniles opuestas, sésiles, elípticas u orbiculares, apiculadas, subglaucas. Hojas adultas alternas, elípticas o lanceoladas, uncinadas, de 5-10 cm de largo por 1-1,5 de ancho; peciolo cilíndrico o acanalado, de 10-15 mm de longitud. Umbelas de tres flores, a veces hasta 11; pedúnculo de cilíndrico a angular, de 5-10 mm de largo; pedicelos ausentes o de hasta 4 mm. Yemas clavadas, glaucas, de 5-7 mm de largo por 3-5 mm de ancho; opérculo hemisférico, glauco o rugoso, de 1-2 mm de largo por 3-5 mm de ancho; hipanto obcónico, a veces glauco, de 4-5 mm de largo por 3-5 mm de ancho. Fruto hemisférico obcónico, glauco, a veces con 2 costillas, de 6-7 mm de largo por 8-9 mm de ancho; disco a nivel; valvas 3 o 4, a nivel (Fernández Darriba, 2016).

1.3.7 *Eucalyptus dalrympleana*

Procedente de Australia del Sur, Nueva Gales del Sur, Sur de Queensland, Tasmania y Victoria. Árbol de hasta 40 m. Corteza lisa, de blanca y gris a blanca amarilla. Hojas juveniles opuestas, sésiles, amplexicaules, de orbiculares a ovadas, subglaucas. Hojas adultas alternas, estrechamente lanceoladas a lanceoladas, acuminadas, a veces brillantes, de 10-16 cm de largo por 1,5-3,2 cm de ancho; peciolo cilíndrico, de 15-27 cm de largo. Umbelas de 3 flores: con un pedúnculo angular o ligeramente plano, con un largo que va desde 3 a 8 mm; sin pedicelos que sostengan a las flores y frutos. Las yemas poseen una forma aovada con un opérculo de longitud de 2 a 3 mm y de ancho de 3 a 4 mm con forma de cono; el hipanto es hemisférico, con dimensiones iguales en largo y ancho, siendo esta de 3 a 4 mm. Presenta frutos de forma circular o aovada, los cuales tienen un tamaño de 4 a 7 por 5 a 8 mm con un

disco que tiende a ascender; de 3 a 4 valvas 3-4 que salen al exterior (Fernández Darriba, 2016).

Es un árbol alto, que crece hasta 50 m en condiciones favorables, pero es pequeño e irregular en suelos pobres. La corteza es lisa, oscureciéndose a rosa salmón o café claro antes de mudarla para revelar una nueva corteza blanca. Las flores son blancas, en umbelas de tres y son buena fuente de miel en verano. (PlantNET, 2015)

1.3.8 *Eucalyptus delegatensis*

Natural de Nueva Gales del Sur y Victoria. Tallo de las plántulas glabro. Hojas juveniles ovadas. Hojas adultas con lámina de 8-17 cm de largo por 1,8-5 cm de ancho; peciolo de 8-45 mm de largo.



1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar las actividades biológicas y los compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial de *Eucalyptus Globulus*, mediante la comparación bibliográfica, para la aplicación del eucalipto a en la medicina natural.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los beneficios del *Eucalyptus Globulus* en la medicina natural.
- Evaluar los Compuestos Bioactivos y su aplicación biológica.
- Comparar el *Eucalyptus Globulus* en el tratamiento de enfermedades, con otras especies.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Investigación Bibliográfica

El documento está estructurado y presentado en base a una metodología investigativa por medio de la búsqueda bibliográfica y revisión sistemática en artículos, libros, publicaciones y otros documentos científicos existentes, donde se verifique y evidencie estudios previos de los beneficios, características, compuestos bioactivos y esencia biológica de la especie *E. globulus*, y de igual manera el aporte científico que pueda brindar la especie en estudio para temas ligados de manera directa como es la medicina, la salud humana y su uso alternativo.

2.2 Bases de datos científicas

Para la revisión bibliográfica y sistemática se realizó una búsqueda intensiva en bases de datos científicas como: Science Direct, Pubmed, Scopus, REDALYC, Google académico, Word Intelligente Property Organization (WIPO), Espacenet, Scientific Electronic Library Online (SCIELO) y The plant list.

Con la finalidad de realizar una búsqueda específica se utilizó palabras clave como: eucalytus, globulus, descripción de especies, actividades biológicas, compuestos bioactivos, beneficios del eucalipto, entre otras.

Producto de la revisión se analizaron artículos científicos obteniendo resultados que aportaron gran valor académico, sin embargo, en base a los criterios de inclusión solo se escogieron los artículos publicados en inglés y español a partir del año 2015. Se tuvo que

realizar algunas excepciones en el criterio del año de publicación en artículos que contenían información esencial para el trabajo.

Al finalizar la investigación y búsqueda científica se obtuvo un total de 218 artículos de los cuales solo 50 cumplieron como referencia principal para la revisión documental, ya que contenían de manera directa información relevante enfocada al tema en estudio como es la Evaluación de las actividades biológicas y compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial de *E. globulus*.

2.3 Gestores Bibliográficas

Los gestores bibliográficos son aplicaciones informáticas destinadas a manejar bases de datos de referencias bibliográficas obtenidas a partir de distintas fuentes de información: Medline, Mla, EconLit, LISA, catálogos, sitios Web u otros, capaces de crear, mantener, organizar y dar forma a dichas referencias según diferentes estilos de citación.

El gestor bibliográfico utilizado para el presente proyecto de investigación es Zotero, por medio del cual se procedió a ordenar y sistematizar la información.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Características generales

El eucalipto es un árbol de la familia Myrtaceae, está distribuido en una gran variedad de ecosistemas y es muy común en casi todas las regiones geográficas del planeta gracias a su adaptabilidad y poder invasivo. Es una planta muy versátil y que ha respondido aceptablemente en casi todas las regiones donde se cultiva (Iglesias Abad, 2018).

La sierra andina está ampliamente poblada por el eucalipto blanco o goma azul, especie originaria de Australia y Tasmania. Fue introducido a la región austral del Ecuador a finales del siglo XIX y se ha integrado plenamente a los ecosistemas andinos, siendo todavía una especie muy desacreditada y relativamente poco estudiada (Iglesias Abad, 2018).

Las primeras plantas de *E. globulus*, llegaron al austro ecuatoriano, a Cuenca específicamente a finales de la década de 1860 o principios de 1870, por lo que el eucalipto data en el austro desde aproximadamente 150 (ciento cincuenta) años, desde cuando se empezaron a propagar y poblar por toda la región austral del Ecuador. En la serranía andina de América del Sur (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile), se viene utilizando el *E. globulus* variedad azul o goma azul, que se ha adaptado a la mayoría de ecosistemas de la región interandina. El Eucalipto fue introducido, cuando la deforestación en el callejón interandino se acercaba a niveles críticos. Se adaptó al clima y a la altura, ganando aceptación por su rápido crecimiento, por lo que sembrar y vender madera de eucalipto como insumo para la elaboración de leña y carbón que para la época era un negocio lucrativo, no obstante es importante conocer que el eucalipto de esta especie en común al ser una árbol de tronco duro, para los carpinteros se consideraba como madera no aserrarle. Este fenómeno ocurrió en toda América Latina (Iglesias Abad, 2018).

3.2 Utilidad de la especie

La variedad *E. globulus*, ha sido ampliamente difundida y promocionada, por gobiernos y empresas que han promovido el establecimiento de plantaciones forestales de gran escala con el objetivo de fomentar la industria del papel. Este desarrollo forestal ya se ha dado en otros países como: Brasil, México, España, Portugal, Sudáfrica e India, donde las industrias relacionadas a la actividad forestal constituyen un importante sector de la economía nacional (Iglesias Abad, 2018).

La especie forestal en América del Sur constituye un importante aporte al modo de vida de las comunidades rurales ya que es la única especie recomendada para la producción de leña en función de la generación de energía y madera para las actividades del campo, evitando la presión constante sobre los pocos relictos de bosque nativo. Además brinda importantes servicios ambientales tanto directos como indirectos, entre los que se puede citar la importancia en la captura y secuestro de carbono (Iglesias Abad, 2018).

El eucalipto además es utilizado en aplicaciones medicinales por las propiedades de sus aceites esenciales como el eucaliptol y su actividad antibacteriana para afecciones del tracto respiratorio. Se lo utiliza como infusión para enfermedades gripales o directamente con sus hojas para aliviar dolores del cuerpo. En toda la serranía y actualmente incluso en algunas regiones de litoral se utilizan las hojas tiernas del eucalipto, como insecticida natural para controlar insectos a nivel doméstico, también por su acción de aromatizar los espacios y repeler a las plagas (Amaya Sánchez & Sandoval Jaime, 2020).

3.3 El Eucalipto en el Ecuador

La recopilación de la información sobre el eucalipto en la repoblación forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), indica

que la especie *E. globulus* fue vastamente plantada sobre la meseta central de la cordillera de los Andes del Ecuador entre las alturas de 1800 y 3300 ms.n.m. El mejor crecimiento se presenta en localidades entre 2000 y 2900 ms.n.m. donde la precipitación anual es de 1000 a 2000 mm. La zona corresponde, en la designación agroecológica de Holdridge, como bosque húmedo montano bajo. La principal concentración de plantaciones, que no específicamente son plantaciones forestales industriales se encuentra entre Quito y Latacunga, pero las plantaciones se extienden a las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua (Iglesias Abad, 2018).

Debemos entender que además el eucalipto si bien es cierto ha sido utilizada en la medicina natural, en Ecuador existe una historia desalentadora sobre las plantaciones masivas en la industria del papel, que ha causado pobreza en sectores como la provincia Verde de ESMERALDAS, donde se perdió más del 70% del manglar a razón de la elaboración de papel con la celulosa del eucalipto, proyectos que no tuvieron el resultado esperado por las características invasivas de esta planta, por lo que se considera esencial el manejo adecuado de cultivos de esta especie forestal, para evitar desequilibrios eco sistémicos en ambientes frágiles, en donde una planta invasiva puede presentar un problema más que una solución (Guzmán Douglas, 2008).

Las condiciones genéticas del eucalipto para adaptarse a las circunstancias de suelos andinos, además del rendimiento en madera y subproductos, junto con su resistencia y especialmente por su rápido crecimiento; lo ubican como una de las especies con mayor potencial de utilización ambiental y económico en las regiones de sierra alta andina, por lo cual es preciso crear las mejores condiciones para la gestión forestal de esta especie, procurando el menor impacto sobre los recursos naturales (Iglesias Abad, 2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción

El Ecuador es un país mega diverso con especies vegetativas propias, así como introducidas, territorio que ha prestado las condiciones para el desarrollo de las especies, tal es el caso del *E. globulus* “EUCALIPTO”, mismo que se ha desarrollado sin problemas en la serranía ecuatoriana, siendo una planta que ha permitido a la población desarrollar actividades económicas en relación a esta especie, que incluye la medicina natural, el comercio de sus hojas y ramas. Planta que sin duda puede ser aprovechada de mejor manera acorde a las explicaciones desarrolladas en este apartado.

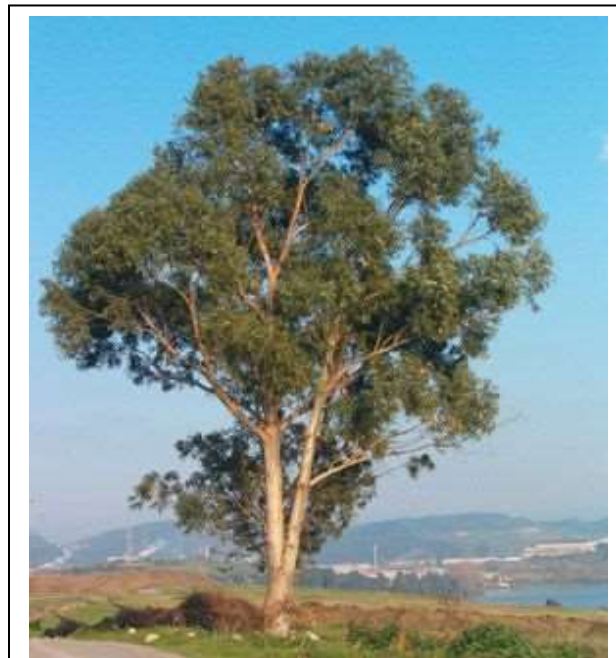


Figura 5. Planta de Eucalipto (Fuente: Asturnatura. 2019)

Según Asturnatura 2019 y otros, la planta se la describe de la siguiente manera:

- ✓ Especie arbórea de hasta 4500 - 7500 cm de altura, el tronco es recto, presenta 200 cm de diámetro y suele tender a generar una torsión helicoidal. Cuenta con una corteza que cae

fácilmente, y esta fija únicamente en la base; es llana, con muchas fibras, con colores que ascienden del blanco al amarillo grisáceo.

- ✓ Las hojas presentan diferencias fenotípicas, dado que las juveniles tienen una dimensión de máximo 16 por 9 cm, siendo opuestas con una forma ovoide y a veces lanceolada, presentando una estructura circular en la base, sin presentar un soporte, y de color verde claro. Por otra parte, las hojas adultas, son órganos laminares en forma de filodios, con un peciolo, y dimensiones de 8 a 35 cm de largo por 1.5 a 4 cm de ancho, tienen una estructura de huso lanceoladas con el nervio central definido.
- ✓ Presenta estructuras semejantes a umbelas con máximo 7 flores, que afloran en forma de botones cuadrados, a manera de turbina de color verde claro con un largo de 2 a 30 mm por un ancho que varía desde 10 a 20 mm.
- ✓ Presenta cuatro sépalos y cuatro pétalos en el cáliz y corola, además de tener en el androceo varios estambres, cuyos filamentos filiformes salen al exterior. Contiene un ovario con algunos óvulos filiformes, además de un estigma protuberante.
- ✓ Las partes sexuales de la flor están protegidas por una pieza cónica, comprimida y que tiene umbón, con dimensiones de 7 a 15 por 14 a 17 mm. Este opérculo, al madurar cae de la flor y deja libres a los estambres presentes en el androceo
- ✓ El fruto presenta forma de cápsula con longitud de 15 mm y ancho de 30 mm máximo, poseyendo cuatro caras en el hipanto.

4.2 Especies Similares

El eucalipto, pertenece a un gran número de especies arbóreas pertenecientes al género *Eucalyptus* de la familia *Mirtáceas*, que corresponden a casi 900 especies, 300 de estas presentan aceites esenciales en sus hojas (Carretero & Ortega, 2018).

En su mayor incidencia son de origen australiano y de Tasmania, aunque en la época contemporánea fueron introducidas en diferentes regiones del mundo, especialmente, en climas subtropicales o mediterráneos, los cuales eran aptos para su crecimiento, para obtener materia prima a partir de ellas, como madera y carbón, así como papel y compuestos químicos. Es así que España es uno de los países que producen mayoritariamente *E. globulus* (Carretero & Ortega, 2018).

Las hojas son perennes, de color verde grisáceo, presentan dimorfismo foliar muy claro. En cambio, las hojas localizadas en ramas jóvenes, no presentan un órgano de soporte y tienen una lámina delgada, horizontal ovoide con una textura de cera en su capa superior. Las que salen de ramas viejas son alternas, y tienen un peciolo plegado y marchitado de 2 a 3 cm de longitud, la lámina en forma de elipsis y husos, con un tamaño de 25 cm por 5 cm.

Presenta un nervio central con un tono que varía entre verde y amarillo, con partes laterales finas que se conectan al borde, mediante anastomosis. Se caracteriza por la presencia de manchas oscuras y glándulas que secretan el aceite esencial en el haz y el envés de las hojas. Sus flores se encuentran distribuidas por unidades con pedúnculos cortos, sin sépalos y sus pétalos en forma de una media esfera mostrando los múltiples y largos estambres que cuelgan hacia abajo. En cuanto a los frutos, estos se encuentran como envolturas en forma de globo que tienen cuatro costillas. En prácticas farmacéuticas o farmacia se utilizan las hojas secadas procedentes de troncos enramados antiguos o viejos. (Carretero & Ortega, 2018).

En la 5^o edición de la Real Farmacopea Española (RFE) existen dos estudios realizados en base a la estructura y propiedades del eucalipto, el primero trata sobre las hojas de *Eucalypti folium* y el segundo se centra en los aceites esenciales que pueden extraerse de estos órganos de la planta *Eucalypti aetheroleum*.

En base a lo que estipula la Farmacopea, aquellas hojas que se hayan extraído de ramas viejas de *E. globulus* y que se encuentren enteras, cortadas o desecadas, deben contener al menos 20 mL/kg y 15 m/kg de aceite esencial para generar una droga entera y cortada respectivamente.

Los aceites esenciales obtenidos de especies vegetales poseen propiedades organolépticas específicas como, por ejemplo, olores fragantes y aromáticos, sabores con un cierto amargor y picor, lo cual permite sentir frescura al probarlos, su textura es líquida un tanto viscosa, incolora o llegando a un amarillo pálido . Estos aceites se obtienen de las hojas, las cuales pueden ser recogidas durante todo el año, pero de preferencia de abril a septiembre, principalmente, hablando de especies de *Eucalyptus*, de *E. globulus*, *Eucalyptus polybractea* y *Eucalyptus smithii* y para esto se emplea un método de separación conocido como destilación por arrastre de vapor, para posteriormente hacer una rectificación empleando 1,8-cineol. (Macedo Ramírez Y. , 2018).

4.3 Composición Química

E. globulus contiene en sus hojas compuestos que le brindan ciertas propiedades y actividades, como el poder antiséptico, esto es gracias al aceite esencial, que está presente en un porcentaje que varía entre 1 y 3.5%, el cual está formado por eucaliptol, denominado químicamente como 1,8-cineol, en un mínimo de 70% y un máximo de 85%. Adicional a este compuesto, también contiene terpineol, α y β -pineno, p-cimeno, limoneno y otros monoterpenos, aldehídos como el mirtenal, la corvona que es una cetona y terpenoide, y finalmente, contiene sesquiterpenos en mínimas concentraciones, entre los cuales detallan el aromadendreno, globulol, entre otros (Carretero & Ortega, 2018).

No obstante, esta composición química mencionada, tiende a cambiar en dependencia del metabolismo que presente cada especie, lo cual cambia la cantidad o concentración de cada

componente o los transforma, esto a su vez, está sujeto al horario en el que se recolecte la materia, la estructura de la planta recolectada o el momento de su desarrollo. Dado esto, las cantidades en las que se encuentran los compuestos en cada aceite, va a variar, lo que significa que cada aceite esencial va a presentar su propia composición. Un ejemplo de esto es el aceite de canela que solo presenta cinamaldehído, siendo este, el 85% de su composición, comparándolo con el aceite de manzanilla que contiene alrededor de 130 componentes. Se puede decir, que los compuestos son mayoritarios si se encuentran en una concentración mayor a 1% en la mezcla de aceite. En los Aceites Esenciales los compuestos mayoritarios generalmente son hidrocarburos aromáticos de tipo alifático, además de, fenilpropano, monoterpenos, sesquiterpenos (Cabezas Sandoval, 2021).

En la Tabla 2 se pueden apreciar los componentes químicos que están presentes en el aceite de *E. globulus*, observándose que contiene aproximadamente del 2 al 4% de compuestos derivados del ácido ursólico, entre los que destacan los triterpenos, taninos y flavonoides (INKAPLUS, 2020).

Tabla 2. Componentes químicos del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus Globulus*.

Fuente: (González-Guiñez & Silva-Aguayo, 2016)

Peak	RT ¹ (min)	Composición (1%)	Compuesto	Identificación ²
1	_5,0	18,18	1R- α -pineno	IR, EM
2	_5,7	_0,69	-)- β -pineno	IR, EM
3	_5,9	_0,78	Desconocido	IR, EM
4	_6,5	_0,37	o-cimeno	IR, EM
5	_6,6	55,49	Eucaliptol	IR, EM, S
6	_7,0	_0,21	Metil m-tolil carbinol	IR, EM
7	_8,9	_0,33	(-)-terpinen-4-ol	IR, EM
8	_9,1	_0,79	α -terpineol	IR, EM

9	_11,7	0,50	Desconocido	IR, EM
10	_12,2	_2,98	α -gurjuneno	IR, EM
11	_12,5	_0,39	(+)-calereno	IR, EM
12	_12,6	_8,15	Longiborn-2-eno	IR, EM
13	_12,9	_2,09	(-)-alloaromadendreno	IR, EM
14	_13,3	_0,55	Desconocido	IR, EM
15	_13,3	_3,91	(+)-ledeno	IR, EM
16	_13,6	_0,37	α -cadineno	IR, EM
17	_14,1	_0,48	Desconocido	IR, EM
18	_14,2	_0,21	Humulano-1,6-dien-3-ol	IR, EM
19	_14,4	2,34	(-)-isolongifolol acetato	IR, EM
20	_14,5	0,89	Longifoleno	IR, EM
21	_14,9	0,30	(+)-rosifoliol	IR, EM

¹: RT: Tiempo de retención

²: Compuestos identificados por comparación con la base de datos del espectro de masa (EM), índice de retención de Kovats (IR) y estándares puros (S).

Sin embargo, no solo *E. globulus* presenta estos componentes, se ha analizado que las hojas de alrededor de 20 especies del género *Eucalyptus*, presentan como mínimo un 70% de cineol en su estructura, así como también, poseen más del 11% de taninos, flavonoides, caféico, ferúlico y gálico, que son ácidos fenólicos, ciertos derivados del floroglucinol y triterpenos. Es gracias a esto que, por la acción antiséptica, expectorante y antitusiva que presentan las hojas de estos árboles, se han usado a lo largo de la historia para tratar afecciones respiratorias, entre las cuales están, las más leves como resfriados, gripe, faringitis, rinorrea, y otras más graves como la sinusitis, el asma, la bronquitis y hasta la neumonía. Para esto se puede aplicar por inhalación o por vía oral, ayudando también a reducir síntomas como fiebre, dolor muscular y de las articulaciones, y para tratar heridas y úlceras si se aplica de manera tópica. (Aguilar, y otros, 2017).

En medicina tradicional si hablamos de las posibilidades medicas del eucalipto, se conoce que sus hojas se utilizan en varios países en el tratamiento de enfermedades como la de la diabetes así lo explican países de América del Sur, África y en Irán (Carretero & Ortega, 2018).

Aceite esencial 5-45 ml/kg, el constituyente mayoritario (70-80%) es el 1,8-cineol (o eucaliptol), los demás constituyentes son principalmente terpénicos, aparecen también una decena de heterociclos oxigenados con estructura mono- o sesquiterpénica (euglobales y macrocapales), compuestos fenólicos, ácidos fenólicos y flavonoides (rutósido, hiperósido), en la cera epicuticular aparecen flavonas metiladas (Ibérica, 2015).

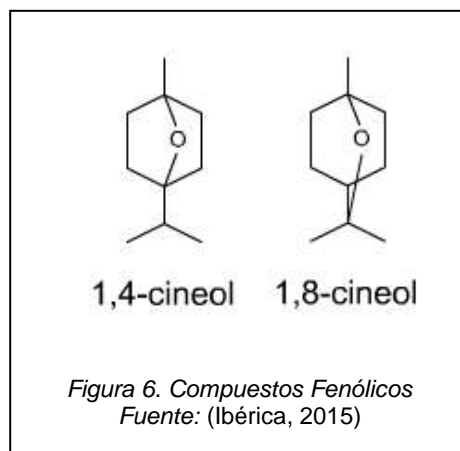


Tabla 3. Componentes de aceite esencial del *Eucalyptus Globulus*

Componentes	Porcentaje (%)
EUCALIPTOL	82.27%
LIMONENO	3.70%
A-PINENO	3.16%
GUAIOL	2.76%
TERPINEN-4-OL	1.40%
LINALOL	1.30%

A-TERPINEOL	1.20%
B-MIRCENO	1.12%
A-TERPINENO	1.10%

Fuente: (VELÁSQUEZ GARCÍA, 2019)

4.4 Actividad antimicrobiana

Se han realizado experimentos *in vitro* e *in vivo* para analizar la actividad antimicrobiana y antioxidante que presentan estas plantas, determinándose su afectividad, lo que se ha podido verificar, ya que estas han sido empleadas durante décadas, en varias regiones del mundo para tratar enfermedades del aparato respiratorio.

4.5 Ensayos y aplicaciones

A pesar de las propiedades y beneficios que presentan las hojas de eucalipto, no existen muchos ensayos clínicos realizados, y los pocos que están disponibles, hacen referencia a la composición de los aceites y a su actividad en compuestos dendríticos para tratar complicaciones de la cavidad bucal y la faringe y para las enfermedades respiratorias. (Aguilar, y otros, 2017).

En referencia a estudios en los que se habla de los efectos de la planta con relación a patologías y sus propiedades antimicrobianas se ha investigado y estudiado tanto con diversos extractos de las hojas, así como con el aceite esencial obtenido por destilación por arrastre de vapor.

En su mayoría o el 100% han demostrado poseer actividad contra bacterias, hongos, insectos, ácaros, etc. La actividad antibacteriana de un compuesto metanólico de hojas de eucalipto, se logró comprobar inhibiendo en un 50% de muestras, la reproducción y crecimiento de especies de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenzae*, extraídas de la cavidad bucal, faríngea y nasal, de 200 pacientes con afecciones respiratorias, que se encontraban hospitalizados en Irán (Carretero & Ortega, 2018). Sin embargo los autores de este estudio han sugerido que se deben realizar más estudios con extractos de hojas en infecciones respiratorias (Cabezas Sandoval, 2021).

De esta misma manera, se ha realizado ensayos empleando un producto comercializado de *E. globulus*, cuya concentración de aceite esencial no se especifica, para inhibir el crecimiento de bacterias como *Streptococcus pyogenes*, *S. pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, entre otras y algunos virus como el adenovirus y el virus de la parotiditis, obtenidas de pacientes infectados en el trato respiratorio (Carretero & Ortega, 2018).

Otro ejemplo, es un estudio sobre la actividad contra microbios que presenta el aceite esencial de eucalipto, el alcohol xilitol de abedul, y la enzima papaína extraída de papaya, frente a cepas de *S. aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, siendo la primera una bacteria Gram positiva y las dos últimas Gram negativas, además de estudiarse en el hongo *Candida albicans*. Para analizar los resultados se realizó un ensayo de control empleando el antiséptico clorhexidina al 0,5%, con lo que se determinó que el aceite esencial presentó una actividad antimicrobiana semejante o incluso superior a la del control, mientras que el xilitol no presentó ningún efecto y la papaína por su parte solo actuó sobre el hongo de una manera reducida. (Aguilar, y otros, 2017).

Por otro lado, se experimentó en ratas diabéticas, que estaban infectadas con *Candida albicans*, considerando que los animales enfermos, en especial con diabetes, no tienen una buena respuesta inmune contra infecciones, a estos animales se les mantuvo con una dieta

adecuada y se les suministró extractos de hojas de eucalipto, observándose una notable mejora no solo en la inhibición del crecimiento del hongo en ciertos órganos como hígado y riñones, si no que también, una reducción y mejora en los niveles de glucosa en sangre (Carretero & Ortega, 2018).

Este efecto se debe a la presencia de todos los componentes que forman parte del principio activo del aceite, entre ellos se encuentran, los fenoles, taninos y monoterpenos que contribuyen con la actividad antifúngica y antioxidante, que, junto con el cineol, que es el principal responsable, potencian los beneficios que poseen estos extractos de las hojas de eucalipto. Aunque, no solo estas estructuras de la planta son las que poseen estas propiedades, se ha demostrado que el acetato de etilo presente en las ramas de *E. globulus*, contiene eucaliptona G, compuesto que actúa frente a cepas de *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Macedo Ramírez Y. , 2018).

Este derivado del floroglucinol ya ha sido analizado con anterioridad, extrayéndose esta eucaliptona, del etanol presente en las hojas de eucalipto, verificándose que presenta inhibición en bacterias causantes de caries dentales. El cineol presente en los aceites esenciales posee un sinnúmero de beneficios, como, por ejemplo, actúa sobre el epitelio y secreción bronquial anormal, también sirve como calmante y antiinflamatorio. Esto se debe a que se ha demostrado que este compuesto inhibe a la enzima ciclooxigenasa, impidiendo de esta manera la síntesis de prostaglandinas, que son sustancia que actúan en la respuesta inmune del cuerpo causando inflamación y, por lo tanto, dolor. (Carretero & Ortega, 2018).

Además, se ha logrado determinar que las hojas de eucalipto pueden inhibir ciertas contracciones musculares que surgen en los bronquios de manera involuntaria causando espasmos, así también pueden impedir que los mastocitos generen histaminas que tienen intervención en las reacciones alérgicas, y de esta manera tener utilidad en la terapia del asma, y otras afecciones de los pulmones y bronquios. Las propiedades frente a la diabetes también han sido estudiadas, en animales, como ya se mencionó con anterioridad, se han

realizado investigaciones en Alemania, administrando 1,8-cineol, aplicando diferentes condiciones, tanto en las dosis, como en los lapsos de tiempo y en las afecciones y dolencias que se quieran analizar (Carretero & Ortega, 2018).

En el 2001 se realizó un ensayo para identificar la actividad antiinflamatoria de este componente del aceite esencial, para esto se optó por la participación de 32 personas que presentaban cuadros severos de asma y estaban con tratamiento de prednisolona de 5 a 24 mg/día, adicional a esto, algunos pacientes habían sido suministrados con broncodilatadores concomitantes. Durante la investigación se prescribió que 16 pacientes tomen, por vía oral, 1,8-cineol en una dosificación de 200 mg, antes de cada comida por 12 semanas, mientras que las otras 16 personas debían consumir un placebo, es decir un compuesto de control, que tenía la misma especificación farmacéutica, pero que no contenía cineol. Demostrándose de esta manera la eficacia de este compuesto. (Carretero & Ortega, 2018).

4.6 Ingesta en el hombre

4.6.1 Por vía oral:

- Infusión: Puede ingerirse de 1,5 a 3 g de hojas, de preferencia que se hayan convertido en polvo, y realizar la infusión en 150 mL de agua, en un máximo de hasta 4 veces al día.
- Tintura medicinal, realizando la extracción del principio activo de las hojas en etanol con un porcentaje máximo de 80%, en una dilución de 1 en 5: es apta solo para adultos y ancianos, 2,5 con un límite de 4 veces por día.
- Aceite esencial: En caso de adultos, la ingesta puede ser de 3 a 8 gotas en un vaso de agua en ebullición. Mientras que, para niños mayores de 4 años, pero menores de 12, la cantidad de gotas disminuye a 2 o 4 en el vaso de agua, en las mismas condiciones.

Finalmente, en el caso de inhalación, es recomendable de 100 a 200 mg, solo para mayores de 4 años, esta dosificación puede administrarse en un máximo de 3 veces por día de manera oral y 5 veces al día por vía inhalatoria.

- **Contraindicaciones:** No se debe administrar en niños menores de 2,5 años en ninguna formulación ni administración.
- **Aceite esencial:** Se puede aplicar por vía tópica, unas gotas en el pecho o en la espalda, en un máximo de 2 a 3 veces al día, a partir de los 4 años de edad. O durante el baño a una temperatura no mayor a los 38 °C, durante no más de 20 minutos. (Carretero & Ortega, 2018).

4.6.2 Por vía tópica

Los efectos adversos más comunes con vómito, náuseas o disentería, aunque generalmente es bien tolerada, sin embargo, como ya se mencionó, se debe administrar a partir de los 4 años de edad, debido a que puede ocasionar espasmos en la laringe y cuerdas bucales a los menores, además de estar prohibido su uso en niños que padezcan convulsiones.

Por otro lado, se recomienda seguir con la dosificación mencionada, puesto que dosis elevadas pueden originar hipersensibilidad y reacciones neurológicas, dado la composición presente en las hojas de eucalipto.

En la administración tópica, está contraindicado el empleo de aceite esencial en baños, en personas que padezcan lesiones cutáneas, infecciones severas, insuficiencia cardíaca o circulatoria, pirexia entre otras. En el caso de la administración oral se prohíbe el uso en personas que presenten gastritis ulcerosas o inflamaciones de los intestinos. No se disponen de estudios suficientes sobre la reacción que se genere en embarazadas y lactantes, por lo que no se recomienda su uso en estos casos.

El aceite esencial de eucalipto y, en especial, el cineol que este contiene, tiene utilidad tanto en la industria cosmética como en la farmacéutica y en otras industrias como en la que se dedica a la elaboración de perfumes, en la cual se emplea especialmente este compuesto de la especie *E. citriodora*. (Carretero & Ortega, 2018).

Habitualmente su consumo es por infusión y para ello se realiza una decocción descrita así:

- Una cucharada sopera de hojas de eucalipto por taza.
- Hervir agua y añadir las hojas.
- Dejar infundir unos quince minutos y tomar tres tazas al día.

Al optar por el aceite esencial de eucalipto, se debe tomar de 3 a 9 gotas al día, en agua tibia o caliente o depositándolas en un terrón de azúcar. Se puede encontrar además eucalipto en cápsulas, en cuyo caso se seguirá las indicaciones del laboratorio. En el caso de inhalaciones o vaporizaciones, se puede utilizar el aceite esencial de eucalipto, de cinco a diez gotas en medio litro de agua hirviendo. Es frecuente asociar el eucalipto a otras plantas, también beneficiosas en las enfermedades del árbol respiratorio, por ejemplo, se asocia a plantas con acción frente a la tos como drosera o tomillo. También a expectorantes como hisopo o grindelia, y antiinflamatorios como malva y altea para las afecciones de garganta (INMA VINUE, 2018).

4.6.3 Otros usos medicinales

Los habitantes primitivos de Tasmania, suelen usar las hojas del eucalipto como medicina, para aliviar las infecciones en la garganta, la gripe y otras enfermedades que ya han sido mencionadas, por lo que esta planta es empleada no solo en este sector si no en todo el mundo.

Las hojas adultas o viejas del eucalipto, al estar en contacto con el aire, generan ozono, que es un componente con propiedades antimicrobianas, que además estimula un mejor funcionamiento del sistema inmune y ayuda en la desinflamación, aliviando el dolor. Dado esto, estas hojas son expectorantes, antisépticas, aromáticas, ayudan a reducir la fiebre, disminuyen los niveles de glucosa en la sangre, actúan como bactericidas, fungicidas y atacan a los virus. Así también, se pueden tomar las cortezas de la planta en lugar de la hoja, la cual presenta en su composición, taninos que actúan frente a la disentería, con un efecto constringente, aportando también sobre los tejidos de la vejiga disminuyendo su inflamación (Morales Castro & Villegas Chero, 2019).

Esta especie arbórea o eucalipto en el ámbito de la medicina es una especie ampliamente utilizada no solo por la medicina tradicional, sino reconocida por diferentes Farmacopeas. Bibliográficamente se evidencia que el Comité de Medicamentos a base de Plantas-HMPC, presentó un informe de investigación sobre el uso medicinal de las hojas de Eucalipto, respaldando los beneficios para tratar afecciones respiratorias, gracias a su poder descongestionante, antiinflamatorio, antiséptico y desinfectante; además, autores como Portilla y González con el artículo “Terapia natural para el tratamiento del asma bronquial”; López y Miranda con la investigación “Actividad expectorante y toxicológica de una formulación elaborada a partir de *E. Globulus*, *Borago officinalis L*, *Sambucus Nigra L.*”, demostraron su poder expectorante y descongestionante. Existen otras investigaciones que hablan de sus propiedades curativas como aceite esencial, tal es el caso de los artículos: “Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de eucalipto sobre cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus subsp. Aureus*”, y “Composición química y evaluación de la actividad antioxidante del Aceite Esencial foliar de *E. Globulus* de Norte de Santander” (Sarcco Mamani & Taype Castillo, 2020).

En el caso del Ecuador, a pesar que la introducción del árbol de eucalipto, se lo hizo para sanear terrenos húmedos, tipo pantano, debido a su alto poder para retener y captar agua, dado que desecan el terreno e impiden que se formen charcos, y de esta manera terminar con el crecimiento de las larvas de mosquito, para así poder erradicar o disminuir enfermedades

como el paludismo, a esto se le sumó, que ya se conocía el poder que tienen las hojas de eucalipto en el alivio de la fiebre, usándola para el tratamiento de estas enfermedades. (Fernández Darriba, 2016).

Como ya se ha indicado, las hojas de eucalipto actúan como antigripales, disminuyendo las inflamaciones en el tracto respiratorio y gastrointestinal. En algunas regiones, especialmente en el continente americano, debido a los estudios realizados, recomiendan el uso de las hojas para tratar la diabetes. La composición del eucalipto, puede causar severos daños a nivel interno del organismo, generando inflamación en los intestinos, o en el sistema excretor, lo que se reconoce mediante la aparición de sangre en la orina, o incluso ocasionando dificultad para respirar, por lo que se debe administrar las dosis adecuadas de esta planta, siguiendo las recomendaciones brindadas anteriormente. (Morales Castro & Villegas Chero, 2019).

En el caso de vaporizaciones, estas se realizan a manera de infusión, ya que se añaden hojas de eucalipto en un recipiente que contenga agua hirviendo, y para evitar la pérdida de vapor, se debe acercar la cabeza al recipiente, evitando sufrir algún accidente como quemadura, y se cubre con alguna tela o una toalla, respirando el vapor que va a contener el extracto de las hojas, y por tanto, sus componentes. Esto también se puede realizar, incluyendo en la vaporización otras plantas medicinales del Ecuador, que presentan alta eficacia contra afecciones, así como el eucalipto, es por esto, que se puede usar además, hisopo, orégano, romero, menta y lavanda. O hacer otra infusión, para combatir el catarro, usando el eucalipto mezclado con toronjil, hisopo, malva y pétalos de amapola, todo en iguales cantidades. Un buen antigripal es hacer una tisana que se toma caliente, empleando la mezcla de hierbas con agua hirviendo, endulzándola con miel y agregando una flor de azahar. Otro uso que se le puede dar al eucalipto es para perfumar habitaciones y brindarles humedad, en la época de invierno, agregando hojas de esta planta en agua que está calentándose, en estufas o en radiadores (Morales Castro & Villegas Chero, 2019).

Existen 2 especies de eucalipto en el país. El *Eucaliptos glóbulos* fue traído de Australia y ocupa el un 0.89% de la flora. Y en la década del 90 se introdujo otro tipo, conocido como *Eucaliptus Urograndis* (híbrido de *Eucalyptus Urophylla* y *Eucalyptus Grandis*). Esta variedad se la trajo desde el Brasil y se la usó principalmente para fabricación de tableros, biomasa o para producción de pulpa de papel. En el mundo existen alrededor de 700 clases de eucaliptos, la mayoría se encuentra en Australia y Tasmania (Jumbo Benítez & Guevara Pérez, 2016).

4.6 Actividad Fotoquímica

En todos los países y aún más en países latinoamericanos o de oriente medio Las plantas han constituido la base de los sistemas de medicina tradicional para mantener la salud e incrementar la calidad de vida del hombre, también han sido utilizadas en el campo de la preservación del patrimonio cultural, como en el caso de ecuador donde encontramos un aproximado de 25000 especies incluidas el eucalipto. Si echamos una mirada a la historia, se cita que los primeros intentos de combatir insectos dañinos a los bienes culturales, hace más de 2300 años, fueron con aceites obtenidos de plantas, pero posteriormente y con el surgimiento y desarrollo de la industria química estas fueron desplazadas. No obstante, hoy se aprecia un fuerte interés por la utilización de sustancias naturales para prevenir y controlar el biodeterioro básicamente por los daños que los productos químicos provocan al medio ambiente, al soporte que los recibe y al personal que los aplica. (SARABIA, 2019).

Tabla 4. Compuestos presentes en algunas especies de eucalipto.

Eucalipto	Principales Compuestos	Lugar
Camaldulensis (hojas)	Eucaliptol (46.74%), aromadendreno (12.1%), terpinen-4-ol (7.6%) y α -pineno (6.35%).	Irán

	Eucaliptol (29.2%), α -felandreno (17.43%), α -pineno (7.1%), aromadendreno (5.75%) y terpinen-4-ol (4.92%)	Irán
	Eucaliptol (77.41%), terpinen-4-ol (3.68%), α -pineno (3.64%), limoneno (3.21%) y β -mircenol (1.41%).	Colombia
	Terpinen-4-ol (10.24%), eucaliptol (7.89%), α -terpineno (6.93%), α -felandreno (4.01%), carvacrol (3.87%), terpineol (3.3%), citronelol (3.22%), β -citronelol (3.22%), timol (2.19%), β -cariofileno (1.83%) y citronelal (0.79%);	Guatemala
	γ -terpineno (71.36%), eucaliptol (0.46%), o-cimeno (17.63%), terpinoleno (1.10%) y α -pineno (0.54%).	Malasia
	p-cimeno (17.38 a 28.60%), β -felandreno (12.35-14.47%), β pineno (0.94-11.48%), criptona (4.97-7.25%), terpinen-4-ol (4.21%), espatulenol (7.83-14.15%), α -pineno (1.66-5.01%) y eucaliptol (1.78-2.89%).	República de Serbia
Tereticornis (hojas)	α -Pineno (30.1%), eucaliptol (21.8%). Citronelal (44.8%), citronelol (9.78%), ácido citronelico (6.47%) y eucaliptol (3.10%) α -pineno (1.58%).	India Colombia
Citriodora (tallo, hojas)	Timol (10.9%), citronelol (39.27%), citronelal (18.9%) y β cariofileno (2.62%).	Guatemala
Globulus (tallo, hojas)	Eucaliptol (82.27%), limoneno (3.7%), α -pineno (3.16%), guaiol (2.76%), terpinen-4-ol (1.4%) y linalol (1.3%). Eucaliptol (75%).	Colombia Uruguay

Fuente: (Boom, Orozco, Alean, & Rojano, 2018)

4.7 Actividad Antioxidante

La matriz biológica de la capacidad antioxidante que tiene una está representada por el contenido de metabolitos secundarios. Estudios han demostrado el potencial anticancerígeno

de los extractos de eucalipto contra algunas células cancerosas del colon, páncreas, pulmón, próstata, ovario, cuello uterino, hígado y neuroblastoma, se ha determinado la capacidad antioxidante del aceite esencial de eucalipto oleosa con las técnicas de DPPH (2,2- difenil-1-picrilhidrazilo) y ABTS (2,2'-azino-bis-83-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid). Los resultados para DPPH fueron una consecuencia de la baja cantidad de metabolitos presentes en todas las muestras. Sin embargo, con el ensayo ABTS la parte más activa se presentó en las hojas con un valor IC50 de 13,0 mg/L, seguido de los tallos con IC50 de 43,5 mg/L (Marzoug et al., 2011). Los principales compuestos que contribuyen a la actividad antioxidante del aceite esencial de las hojas del eucalipto son los compuestos terpénicos (Boom, Orozco, Alean, & Rojano, 2018).

A parte de los metabolitos secundarios pertenecientes a la familia de los terpenos, la literatura reporta la presencia de otros metabolitos (compuestos pertenecientes a la familia de los compuestos fenólicos) tales como ácido gálico, ácido protocatequídico, ácido elágico, quercetina, glicósido de quercetina, naringenina, catequina, epicatequina, rutina, quercitrina, apigenina y miricetina (Boom, Orozco, Alean, & Rojano, 2018).

Según se conoce como actividad antioxidante total o capacidad antioxidante total a la medición analítica de concentraciones de radicales de diferente naturaleza, en un sistema oxidativo controlado. En los alimentos de origen vegetal, se atribuye esta capacidad a la presencia de compuestos resulta de una combinación de las propiedades quelantes del hierro y capturadoras de radicales libres.

Últimamente se han desarrollado métodos biológicamente relevantes que los populares ensayos químicos de actividades antioxidantes, porque tienen en cuenta algunos aspectos de metabolismo, ingesta y ubicación del compuesto antioxidante en las células. Hacen uso de células cancerosas o glóbulos rojos, con un precursor de tinción agregado en el interior del citosol de la célula, que sólo se convierte en un medio de contraste si está dañado por el estrés oxidativo. Sin embargo, estos métodos han sido cuestionados por no haberse encontrado

correlaciones entre sus resultados y la actividad biológica in vivo (CIAPPINI, STOPPANI, & MARTINET, 2015).

Aplicación del Eucalyptus como alternativa médica.

Entendiendo que la aplicación práctica de la medicina herbaria se basa en el uso terapéutico de la floras o plantas medicinales como sustitutas de las medicinas tradicional farmacéutica o en combinación. De estas plantas se usa los extractos en diversas formas de preparación para mejorar el estado de salud de las personas.

Se determina entonces que existe gran interés por la medicina tradicional y, dentro de esta, la medicina alternativa del reino Plantae, que ha generado numerosos estudios, divulgados en prestigiosas publicaciones. Pero, hay poco uso de medicamentos de origen vegetal por parte de los profesionales de la salud; sus tratamientos están basados únicamente en fármacos sintéticos, incluso, en el tratamiento de problemas de salud diagnosticados como enfermedad leve (SENPLADES, 2016).

Tabla 5. Descripción de enfermedades y dolencias y aplicación de plantas medicinales utilizadas para su tratamiento.

Enfermedades identificadas	Especie utilizada
Enfermedades del sistema digestivo, infecciosas y parasitarias:	- Toronjil
- Cólicos	- Zaragoza
- Dolor de estómago	- Menta
	- Orégano

- Diarrea	- Paico
- Gastritis	
Enfermedades de la piel y del tejido muscular:	
- Acné	- Sábila
- Quemaduras	- Teatina
- Prurito	- Manzanilla
- Sarpullidos	- Toronjil
- Inflamaciones de la piel	
Enfermedades del sistema respiratorio:	
- Resfriados	- Eucalipto
- Gripe	- Zaragoza
- Tos	- Llantén
- Inflamaciones de la garganta	- Ajo
	- Hoja del aire
	- Limón
	- Carambola
Enfermedades cardiocirculatorias:	
- Problemas del corazón	- Toronjil
- Mala circulación	- Zaragoza
- Purificación de la sangre	- Menta
	- Apio
	- Orégano
Enfermedades hiperlipidemias:	
- Colesterol y triglicéridos	- Linaza
	- Fruta de pan
	- Pepino
	- Apio
	- Albahaca
	- Verdolaga
	- Mastranto
	- Sábila
Inflamaciones agudas y crónicas:	
- Inflamaciones en general	- Llantén
- Inflamación en las vías urinarias y riñones	- Malva
	- Manzanilla

	- Beldaco
	- Bototillo
	- Sábila
	- Canela
	- Hoja del aire
Enfermedades del sistema sensorial:	- Llantén
- Dolor de cabeza	- Menta
- Dolor de oído	- Noni
	- Ruda de castilla
	- Orégano
Enfermedades osteomusculares:	- Ortiga
- Dolores reumáticos	- Almendra
- Fracturas	- Ají de gallinaza
Enfermedades inmunológicas:	- Caña agria
- Diabetes	- Guanábana
- Cáncer	- Col
	- Noni
Otros síntomas:	- Canela
- Cólicos menstruales	- Toronjil
	- Mastranto
	- Zaragoza
	- Ajenjo

Elaborado por: Autor.

Fuente: (Gallegos-Zurita, 2016)

Discusión

La presente investigación tuvo por objeto evaluar las actividades biológicas y los compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial de *Eucalyptus Globulus*, mediante la comparación bibliográfica, para su posible aplicación en la medicina natural.

Para la obtención del aceite esencial una de las características importantes es la presencia abundante de hojas dentro de la planta. Las hojas maduras cuando llegan a un grado óptimo de madurez, poseen los compuestos elementales para segregar el aceite en su grado requerido; sin embargo, producto del estudio se puede corroborar que las investigaciones hacia esta especie tan importante, necesita tener más realce en el área de la biotecnología, por la diversidad de compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial y los beneficios que aportan a la salud humana (Aguilar, y otros, 2017) (Cabezas Sandoval, 2021).

Dentro de las actividades biológicas, en base a varios estudios realizados, se conoce que la actividad biácida presente en el aceite esencial, se debe a la presencia del Eucaliptol (1,8-Cineol) con una proporción aproximada del 70% (Macedo Ramírez Y. , 2018).

El extracto del *E. globulus* tiene beneficios protectores ante ciertos tipos de picaduras de insectos, cumpliendo también un rol importante como larvicida para combatir enfermedades con agentes transmisores como el dengue hemorrágico y la fiebre amarilla (Villegas & Rivera, 2012).

Sin embargo, a pesar de los efectos positivos y beneficios que puede tener el *E. globulus*, existen reacciones negativas no principalmente en materia de estudio químico, sino más bien en el tema industrial, uso de suelo e incluso para programas de conservación, protección de flora y fauna, entre otros aspectos (Aguilar, y otros, 2017).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El presente estudio y las investigaciones realizadas de forma exhaustiva, pudo determinar que el uso del *E. globulus* es una especie que ha tenido constante desarrollo, entre otros beneficios uno de los principales usos está en la medicina natural como remedio alternativo para combatir enfermedades de orden respiratorio, un uso que sin duda brinda la oportunidad de aplicación de nuevas tecnologías y el desarrollo de diversos mecanismos de control médico salubre.
- Debido al estudio realizado y la investigación bibliográfica se ha podido determinar la presencia bioquímica y bioactiva de compuestos que forman parte del *E. globulus*, así como su aplicación biológica en diferentes procesos industriales, mismos que tienen una relación directa con la industria maderera y la industria farmacéutica, siendo esta última en donde mayormente se han visto resultados beneficiosos haciendo que las investigaciones de sus compuestos bioquímicos y bioactivos, cada vez sean más importantes en la cadena de valor investigativo y científico.
- En el cuadro comparativo planteado se identificó diferentes afecciones y enfermedades presentes en el ser humano, de forma conjunta con plantas medicinales que sirven como alternativas para su prevención y/o tratamiento; al realizar el análisis detallado en base al cuadro resumen, se puede decir que el *E. globulus* es una especie que se utiliza mayormente y de manera específica para afecciones respiratorias y sus asociadas, sin embargo, se debe mantener abierta las opciones de nuevas aplicaciones no solo médicas sino también en otro tipo de industrias.

5.2 RECOMENDACIONES

- Promover los estudios investigativos en relación al *E. globulus*, al ser una especie predominante en el país especialmente en la región andina.
- Realizar estudios experimentales por medio de la academia universitaria para identificar nuevos beneficios y alternativas médicas del *E. globulus*.
- Elaborar productos derivados del *E. globulus*, siguiendo las normas sanitarias en el Ecuador y comercializarlas para uso medicinal.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Referencias Bibliográficas

Acosta Solis, M. (2015). *El Eucalipto en el Ecuador*.

Guzmán Douglas (2008). Métodos de monitoreo de calidad de Agua.

Aguilar, F., Cárdenas, M., Briceño, M., Lara, Z., Vélez, C., & Rodríguez, E. (2017). *Efecto protector de “Eucalipto” frente al daño genotóxico inducido por ciclofosfamida en leucocitos y hepatocitos de Rattus norvegicus*.

Alvarez, D., Chang, G., & Mendizábal, R. (2005). *Seminario de Agro-negocios*. Obtenido de Eucalipto.

Amaya Sánchez, P., & Sandoval Jaime, J. (2020). *EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN Y USO DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO*.

Argentina, G. d. (2016). <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/eucalyptus-amygdalina>. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/eucalyptus-amygdalina>.

Asturnatura. (2019). www.asturnatura.com. Obtenido de www.asturnatura.com.

Boom, E. A., Orozco, J. A., Alean, J. D., & Rojano, B. (2018). *Evaluación de la Actividad Antioxidante de Aceites Esenciales*.

Cabezas Sandoval, M. (2021). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de Eucalyptus globulus, Rosmarinus officinalis y Cymbopogon citratus frente a cepas ATCC*.

Carretero, M., & Ortega, T. (2018). *Eucalipto en afecciones respiratorias*.

CIAPPINI, M., STOPPANI, F., & MARTINET, R. (2015). *ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FLAVONOIDES EN MIELES DE TRÉBOLES, EUCALIPTO Y ALFALFA*.

- Cruz, A. (1 de septiembre de 2020). Mapa del coronavirus: expansión en cifras del Covid-19 en el mundo. *El Mundo*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2020/03/02/5e5cd4ebfc6c83632e8b4644.html>
- Danysoft. (2021). *Danysoft : Soluciones Software Profesionales*. Obtenido de <https://www.danysoft.com/maxqda/>
- Espinosa Andrews, H., García Marquez, E., & Gastélum Martínez, E. (2016). *Los Compuestos Bioactivos y Tecnologías de Extracción*.
- Fernández Darriba, A. (2016). *El Género Eucalyptus (Myrtaceae) en Galicia: Claves y descripción*.
- Freire Bedón, S. (2018). *CUIDADOS EMPÍRICOS EN AFECCIONES RESPIRATORIAS EN*. Ambato.
- Gallegos-Zurita, M. (2016). *Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador*. Babahoyo.
- García, C., Montero, G., Coronado Ortega, M., Vázquez, A., & Pelayo, L. (2017). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/298283511_Extraccion_de_aceite_esencia_l_de_hojas_de_eucalipto_Eucalyptus_Camaldulensis_en_Baja_California
- González-Guñez, R., & Silva-Aguayo, G. (2016). *ACEITE ESENCIAL DE Eucalyptus globulus Labill Y Eucalyptus nitens*.
- Granados, D. (2007). (Chapingo, Ed.) Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62913208.pdf>
- Ibérica, F. (2015). Obtenido de https://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Eucalyptus_globulus.htm
- Iglesias Abad, S. (2018). *Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de Eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano*.
- INKAPLUS. (2020). *EUCALIPTO*. Obtenido de <http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/Eucalipto.pdf>

- INMA VINUE. (2018). Obtenido de <https://farmaceuticainmavinue.com/por-que-debes-tomar-eucalipto/>: <https://farmaceuticainmavinue.com/por-que-debes-tomar-eucalipto/>
- Jumbo Benítez, N., & Guevara Pérez, A. (2016). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido*.
- Lin, L., Cui, H., Zhou, H., Zhang, X., Bortolini, C., Chen, M., & Dong, M. (2015). *Nanoliposomes containing Eucalyptus citriodora as antibiotic with specific antimicrobial activity*. *Chemical Communications*.
- Lopez, A. (2019). *Elsevier*. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296>
- Macedo Ramírez, Y. (2018). *EFICACIA ANTIFÚNGICA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE EUCALYPTUS GLOBULUS*.
- Macedo Ramírez, Y. (2018). *Eficacia antifúngica del extracto etanólico de Eucalyptus globulus sobre Candida albicans in vitro*.
- Majada, J., Lopez, G., & Araujo, C. (Enero de 2012). *Reserachgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320078144_Eucalyptus_globulus_Labill
- Martinez, A. (2013). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
- Ministerio de Salud Publica*. (2016). Obtenido de <https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/ASH0120.dir/doc.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/reforestaran-para-abastecer-la-demanda-nacional-de-madera/>
- Missouri, J. B. (2015). <https://www.missouribotanicalgarden.org/>. Obtenido de <https://www.missouribotanicalgarden.org/>.

- Morales Castro, J., & Villegas Chero, M. (2019). *Evaluación del efecto antibacteriano In vitro del aceite esencial de las hojas de.*
- Moreno Rodríguez, L. (2015). *Manejo e Industrialización del Eucalipto (Eucalyptus Globulus).*
- NARANJO, J., GUAIMEET, P., & GÓMEZ DE SARABIA, S. (2019). *Evaluación fitoquímica de extractos naturales de Eucalyptus citriodora y Pinos Caribe con actividad biocida.*
- Pátzcuaro. (2016). *Plantas medicinales usadas para las afecciones respiratorias.*
- Pineda, J. (2019). *Eucalipto, Usos, Propiedades y Beneficios.* Obtenido de encolombia.com: <https://encolombia.com/salud-estetica/medicina-alternativa/caseros/eucalipto/>
- PlantNET. (2015). <https://plantnet.rbg Syd.nsw.gov.au/cgi-bin/NSWfl.pl?page=nswfl&lvl=sp&name=Eucalyptus~dalrympleana>. Obtenido de <https://plantnet.rbg Syd.nsw.gov.au/cgi-bin/NSWfl.pl?page=nswfl&lvl=sp&name=Eucalyptus~dalrympleana>.
- Quilca, C. (2013). *Prepositorio institucional UNCP.* Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2603/Quilca%20Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sarcco Mamani, S., & Taype Castillo, L. (2020). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FOTÓNICA DE LA MOLIENDA DE.*
- SENPLADES. (2016). *Mejorar la calidad de vida de la población - Plan Nacional 2013 - 2017.* Obtenido de <http://www.buenvivir.gob.ec/33>.
- Soliz, M. A. (2011). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20449/1/13631%20El%20eucalipto%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Urango, M., Montoya, P., Cuadros , Q., & López , M. (2010). *Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud.* Obtenido de Perspect Nutr Humana.:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082009000100003

VELÁSQUEZ GARCÍA, R. (2019). *EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE LAS HOJAS DE EUCALIPTO DESHIDRATADO*.

Villegas, M., & Rivera, S. (2012). *Revisión xilológica de las principales especies del*.

Vinueza, M. (2013). *Ecuador Forestal [Figura]*. Obtenido de <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-15-eucalyptus-globulus-labill/>

White, L. B., Foster, S., & Staff, H. (2014). *El Recetario Herbario: Las mejores alternativas naturales a los medicamentos*.