



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIA PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“ISHPINGO (*Ocotea quixos*) COMO FUENTE DE ACEITE  
ESENCIAL PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”**

**Trabajo de titulación**  
Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA: JOHANNA ESTEFANIA LOGROÑO LOGROÑO**  
**DIRECTOR: ING. IVAN PATRICIO SALGADO TELLO**

**Riobamba-Ecuador**  
**2021**

© 2021, Johanna Estefanía Logroño Logroño.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Johanna Estefanía Logroño Logroño, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de Agosto de 2021.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters that appear to read 'J. E. L. L.'.

**Johanna Estefanía Logroño Logroño**

**060352238-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **“ISHPINGO (*Ocotea quixos*) COMO FUENTE DE ACEITE ESENCIAL PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”**, realizado por la señorita: **JOHANNA ESTEFANIA LOGROÑO LOGROÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

ING. PAOLA FERNANDA ARGUELLO HERNANDEZ  
..... MsC.....

19/08/2021

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

ING. IVÁN PATRICO SALGADO TELLO MsC.  
.....

19/08/2021

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

DRA. GEORGINA IPATIA MORENO ANDRADE  
..... MsC.....

19/08/2021

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

Dedico este presente trabajo en primer lugar a Dios todo poderoso por ser tan misericordioso al bendecirme con sabiduría, amor y fe durante todo este proceso educativo a mis padres Néstor Logroño y Luisa Logroño por su amor y apoyo incondicional, entrega y lucha constante durante mi formación por ellos y para ellos todo mi esfuerzo y amor. A mis hermanas, tías, abuelitos y amigos, quienes supieron depositar su confianza en mí, y motivarme a no abandonar mis sueños, fueron y serán un pilar fundamental en toda mi vida. Dedicado a ti Sherun por tu paciencia y motivación en esos momentos de desesperación, por tus enseñanzas y apoyo en esas noches largas de estudio, para ustedes con mucho amor este presente trabajo.

Johanna

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnico de Chimborazo a los docentes de la carrera quienes supieron impartir sus conocimientos y confianza para lograr culminar mi etapa profesional. A mis padres por todo su esfuerzo entregado a educar a sus tres hijas, a mis abuelitas y de manera especial a mis tías Pilar, Augusta, Ligia, por apoyarme moralmente y sobre todo económicamente gracias por brindarme su ayuda incondicional, siempre les estaré agradecida, no me alcanzar la vida para retribuir todo lo que han hecho por mí.

Johanna

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	XIII
RESUMEN.....	XIIII
ABSTRAC.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>2</b>
1.1	<b>ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>2</b>
1.1.1	<i>Aceites esenciales en el Ecuador .....</i>	<i>2</i>
1.1.2	<i>Clasificación de los aceites esenciales .....</i>	<i>3</i>
1.1.2.1	<i>De acuerdo con su consistencia .....</i>	<i>3</i>
1.1.2.2	<i>De acuerdo a su origen .....</i>	<i>3</i>
1.1.2.3	<i>Desde el punto de vista químico.....</i>	<i>3</i>
1.1.3	<i>Rendimiento de los aceites esenciales.....</i>	<i>4</i>
1.1.4	<i>Métodos de extracción de aceites esenciales .....</i>	<i>4</i>
1.1.4.1	<i>Prensado.....</i>	<i>4</i>
1.1.4.2	<i>Destilación por arrastre de vapor de agua.....</i>	<i>4</i>
1.1.4.3	<i>Destilación previa maceración .....</i>	<i>4</i>
1.1.4.4	<i>Extracción con solventes volátiles .....</i>	<i>4</i>
1.1.4.5	<i>Efloración o Enfleurage .....</i>	<i>5</i>
1.1.5	<i>Control de calidad de los aceites esenciales .....</i>	<i>5</i>
1.1.5.1	<i>Características Organolépticas .....</i>	<i>5</i>
1.1.5.2	<i>Constantes físicas .....</i>	<i>5</i>
1.1.5.3	<i>Propiedades Químicas .....</i>	<i>6</i>
1.1.6	<i>Aplicación de los aceites esenciales en la industria.....</i>	<i>6</i>
1.2	<b>ISHPINGO (OCOTEA QUIXOS) .....</b>	<b>8</b>
1.2.1	<i>Ecología de la especie.....</i>	<i>8</i>
1.2.2	<i>Descripción botánica.....</i>	<i>8</i>

1.2.3	<i>Descripción geográfica</i> .....	9
1.2.4	<i>Disponibilidad de la materia prima</i> .....	10
1.2.5	<i>Evaluación fisicoquímica de hojas y cálices de Ocotea quixos</i> .....	12
1.2.6	<i>Obtención del aceite esencial de Ishpingo (Ocotea quixos)</i> .....	12
1.2.7	<i>Composición química del aceite esencial del Ishpingo</i> .....	13
1.2.8	<i>Determinación fotoquímica</i> .....	13
1.2.8.1	<i>Metabolitos secundarios</i> .....	14
1.2.8.2	<i>Productos nitrogenados</i> .....	15
1.2.8.3	<i>Terpenos</i> .....	16
1.2.8.4	<i>Fenoles</i> .....	18
1.2.8.5	<i>Caracterización organoléptica y física del aceite esencial de hojas y cálices</i> .....	20
1.2.9	<i>Actividad biológica del aceite esencial</i> .....	20
1.2.9.1	<i>Actividad antibacteriana y antifúngico</i> .....	21
1.2.9.2	<i>Actividad antioxidante</i> .....	22
1.2.9.3	<i>Efecto antiinflamatorio</i> .....	22
1.2.9.4	<i>Agregación plaquetaria</i> .....	22
1.3	<b>ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO</b> .....	23
1.3.1	<i>Tipos de cromatografía de gases</i> .....	23
1.3.2	<i>Descripción del proceso del cromatógrafo de gases</i> .....	24
1.3.2.1	<i>Fase móvil</i> .....	24
1.3.2.2	<i>Sistemas de inyección de muestra</i> .....	24
1.3.2.3	<i>Configuraciones de columna y hornos</i> .....	24
1.3.2.4	<i>Detectores</i> .....	25
1.3.3	<i>Cromatografía de gases del aceite esencial de Ishpingo</i> .....	26
1.4	<b>APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ISHPINGO EN LA INDUSTRIA</b> .....	27

## **CAPÍTULO II**

<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>29</b>
2.1	<b>MÉTODOS PARA SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> .....	29
2.1.1	<i>Criterios de selección</i> .....	29
2.1.2	<i>Métodos para sistematización de la información</i> .....	30

## **CAPÍTULO III**

<b>3</b>	<b>RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
----------	--	-----------

3.1	COMPARACIÓN DE RESULTADOS SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ISHPINGO (OCOTEA QUIXOS) .....	31
3.2	EFFECTIVIDAD DEL USO DEL ACEITE ESENCIAL DE ISHPINGO (OCOTEA QUIXOS) 33	
3.2.1	<i>Actividad antimicrobiana y antifúngico</i> .....	33
3.2.2	<i>Actividad antioxidante</i> .....	35
	CONCLUSIONES.....	37
	RECOMENDACIONES .....	38
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Descripción Botánica de <i>Ocotea quixos</i> .....	9
<b>Tabla 2-1:</b>	Contenido de cenizas totales, cenizas solubles y humedad obtenidos de hojas y cálices de <i>O. quixos</i> (Lam.) Kosterm.....	12
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición química del aceite foliar de <i>Ocotea quixos</i> (Lam.) Kosterm.....	13
<b>Tabla 4-1:</b>	Tamizaje fitoquímico de hojas (H) y cálices (C) de <i>Ocotea quixos</i> (Lam.) Kosterm.....	14
<b>Tabla 5-1:</b>	Características organolépticas y físicas del aceite esencial de hojas y cálices de <i>O. quixos</i> (Lam.) Kosterm.....	20
<b>Tabla 6-1:</b>	Capacidad de inhibición del aceite esencial de <i>O. quixos</i> (Lam.) Kosterm contra el crecimiento de cepas de bacterias y hongos.....	21
<b>Tabla 1-3:</b>	Comparación de resultados de la composición química del aceite esencial de <i>Ishpingo</i> ( <i>O. quixos</i> ).....	32
<b>Tabla 2-3:</b>	Comparación de resultados de la actividad antimicrobiana y antifúngica del aceite esencial de <i>Ishpingo</i> ( <i>Ocotea quixos</i> ).....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b>	Árbol, frutos y hojas de Ocotea quixos. ....	9
<b>Figura 2-1.</b>	Mapa georeferencial de la presencia de O. quixos registrados en Ecuador. ....	10
<b>Figura 3-1.</b>	Cáliz de las flores de Ishpingo (Ocotea quixos).....	11
<b>Figura 4-1.</b>	Ejemplos de monoterpenos .....	17
<b>Figura 5-1.</b>	Ejemplos de sesquiterpetos .....	18

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1.</b> Vías bioquímicas de los metabolitos secundarios.....	15
--	----

## **INDICE DE ABREVIATURAS**

**m.s.n.m.:** metros sobre el nivel del mar

**ml:** mililitro

**mm:** milímetro

**m:** metro

**°C:** grados centígrados

**mg:** miligramo

**ppm:** partes por millón

**pH:** potencial de hidrogeno

**nm:** nanómetro

**μL:** microlitro

**°C/min:** grados centígrados sobre minuto

**eV (λ:** electronvoltio

## RESUMEN

La presente investigación se enfocó en el análisis de una de las variedades endémicas poco conocidas del Ecuador, siendo el caso del Ishpingo (*Ocotea quixos*) la cual se encontró en veda durante 6 meses debido al cambio del uso del suelo para establecimiento de pastizales, el objetivo de la presente investigación es contribuir con información valiosa sobre los principales compuestos y beneficios que brinda el aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*). Su obtención fue mediante el método de hidrodestilación por arrastre de vapor, el cual generó un rendimiento promedio de 1,9%, los principales compuestos químicos fueron identificados mediante cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas, por otra parte para la evaluación de su efectividad realizaron varios estudios, donde se analizó la actividad antimicrobiana y antifúngica, aplicando los métodos de difusión en disco, el protocolo EUCAST, el método de Bauer-Kirby, de tal manera que lograron identificar el efecto del mismo contra bacterias y hongos, para la actividad antioxidante utilizaron la prueba DPPH, la prueba de blanqueo de b-caroteno logrando de esta manera detectar el efecto inhibidor sobre los radicales libres, determinando así la presencia de 62 compuestos, sobresaliendo principalmente el Cariofileno 19,029%, Humuleno 14,323% y Eremofileno 11,407%, los mismos que se encuentran dentro del grupo de fenoles, flavonoides, cumarinas y terpenos, siendo responsables de la actividad antioxidante y efecto antimicrobiano, contra el crecimiento de *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus piogenes*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans* y *Porphyromona gingivalis* ATCC33277, determinando de esta manera la importancia de la utilización del aceite esencial en formulaciones de productos alimenticios, como un aditivo natural.

**Palabras claves:** <ISHPINGO (*Ocotea quixos*)>, <ACEITE ESENCIAL>, <CARACTERIZACIÓN QUÍMICA>, <PROPIEDADES ANTIOXIDANTES>, <ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL>.

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por LUIS  
ALBERTO CAMINOS VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.07.06 15:19:24  
-05'00'



1308-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

The present research focused on the analysis of the little known endemic varieties of Ecuador, in this case of Ishpingo (*Ocotea quixos*) which was in closure for 6 months due to change of soil use for the establishment of pastures, this research objective is to contribute with valuable information on the main compounds and benefits provided by the essential oil of Ishpingo (*Ocotea quixos*). The main chemical compounds identified by gas chromatography coupled to mass spectrophotometry, and several studies were carried out to evaluate its effectiveness, where the anti-microbial and anti-fungal activity was analyzed by applying the methods of disk diffusion, the EUCAST protocol, and the Bauer-Kirby method, in such a way could identify its effect against bacteria and fungi; to define the antioxidant activity used the DPPH test, the b-carotene bleaching test, thus detecting the inhibitory effect on free radicals, determining the presence of 62 compounds, mainly Caryophyllene 19.029%, Humulene 14.323% and Eremofilene 11.407%, which are found within the group of phenols, flavonoids, camarines and terpenes, being responsible for the antioxidant activity and anti-microbial effect, against the growth of *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans* and *Porphyromona gingivalis* ATCC33277, as a consequence to determine the importance of essential oil use in food product formulations, as a natural additive.

**Keywords:** <ISHPINGO (*Ocotea quixos*)>, <ESSENTIAL OIL>, <CHEMICAL CHARACTERIZATION>, <ANTIOXIDANT PROPERTIES>, <ANTIBACTERIAL ACTIVITY>.

0602758450  
MARIA  
GUADALUPE  
ESCOBAR  
MURILLO

Firmado digitalmente  
por 0602758450  
MARIA GUADALUPE  
ESCOBAR MURILLO  
Fecha: 2021.07.09  
13:20:36 -05'00'

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los aceites esenciales como materia prima para la industria se ha transformado en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes en muchos países, ya que presenta alrededor de 300 compuestos químicos como: alcoholes, ácidos, ésteres, fenoles, terpenos, aldehídos, que solos o combinados brindan actividad biológica (antibacteriano, antifúngico) frente a microorganismos patógenos. (Chango, K., 2018 p. 18).

Debido a la naturaleza de los aceites esenciales al ser hidrofóbica, lipofílica y su inmiscibilidad con el agua, se los obtiene por medio de varios métodos, pero el más utilizado es la destilación por arrastre de vapor, se encuentran presentes en una amplia variedad de especies, que son valoradas por su aroma, sus sabores característicos, así como propiedades medicinales, teniendo entre ellas al Ishpingo (*Ocotea quixos*) (Peredo, H. & Palou, E., 2009 p. 27).

El Ishpingo (*Ocotea quixos*) es una planta originaria de América del sur denominada comúnmente como canela amazónica, es una especie arbórea perenne dicotiledónea perteneciente a la familia Laurácea, este árbol endémico de la Amazonia ecuatoriana, tiende a crecer en altitudes comprendidas entre los 310 y 1250 msnm, que se desarrolla específicamente en climas húmedos tropicales (Herrera, M. & Villegas, A., 2017 p. 6).

Los árboles de Ishpingo han sido utilizados desde tiempos incaicos por las comunidades que habitan estas zonas con fines culinarios, terapéuticos y medicinales, el principal uso en el Ecuador, tanto de los cálices leñosos como de las hojas ha sido como especería para aromatizar ciertas comidas, como la colada morada y algunas preparaciones de chicha de maíz; en el campo de la medicina tradicional se lo ha utilizado en forma de infusión para atenuar dolores estomacales y en forma de tintura para dolores de piezas dentales (Scalvenzi, et al., 2016 p. 16).

Investigaciones fotoquímicas realizadas por diversos autores han logrado determinar que los cálices y hojas del Ishpingo son ricos en aceites esenciales, por lo tanto los objetivos de la presente investigación fueron: Identificar los principales compuestos químicos presentes en el aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*), determinar la actividad biológica que posee el aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*) contra hongos y bacterias, conocer el compuesto químico responsable de la actividad antioxidante que posee en el aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*).

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 Aceites esenciales

El planeta cuenta con una gran variedad de plantas, pero de las cuales solo se ha obtenido cuatro mil aceites esenciales, estos extractos puros adquiridos de dichas especies aromáticas son compuestos de complicada composición química, secretados y almacenados en diferentes sistemas del material vegetal (Ortuño, 2006, p. 12).

Dentro de los metabolitos secundarios de las plantas se encuentran los aceites esenciales, que son compuestos volátiles, mezcla de hidrocarburos saturados y no saturados, alcoholes, aldehídos, ésteres, éteres, cetonas, fenoles y terpenos (Babar, A. et al. 2015 p. 2). Producidas en mayor parte, por especies vegetales de las familias *Apiaceae*, *Lauraceae*, *Myristicaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Myrtaceae*, *Rosaceae*, *Piperaceae*, *Verbenaceae* y *Rutaceae* (Soto, 2019, p. 3).

El uso de los aceites esenciales se remonta hace más de 5000 años con civilizaciones antiguas como en Mesopotamia, donde los aceites esenciales eran utilizados con fines religiosos para ceremonias y rituales, además se le atribuían propiedades curativas. El uso de los aceites esenciales posteriormente llegó a las culturas asentadas en Egipto, India, Grecia y Roma. (Montoya, 2006, p. 8)

A partir de este momento se inicia la obtención de aceites esenciales de manera casera, pero fue entre los años 980 y 1037 A.C. que se registró la primera extracción de aceite esencial mediante destilación utilizando para ello un sistema de refrigeración y fue realizada por el médico filósofo persa Avicena (Hidalgo y Romero, 2016 : p. 21).

#### ***1.1.1 Aceites esenciales en el Ecuador***

Según (Calero y Anguisaca, 2019: p. 18) indica que la aparición de los aceites esenciales se da con la llegada de los españoles a Ecuador en el año de 1531 comandados por Francisco Pizarro, desde ahí no existe documentación verídica acerca del uso de los aceites esenciales hasta el siglo XVIII con el Padre Jesuita Juan Bautista Aguirre oriundo de Daule, quien se le consideró el primer

alquimista en Ecuador, en su poesía escrita en esotérico, se da a conocer que elaboraba estudios experimentales de los fenómenos químicos.

En la actualidad la multinacional Young Living es la productora más grande de aceites esenciales, está ubicada en Chongoncito perteneciente a la comuna de Chongón en Guayaquil, en el año 2014 produjo 6 toneladas de aceites esenciales y 9 toneladas en el 2015, todas estas esencias van a la sede principal de los Estados Unidos, para luego regresar embotellado y a la venta en Ecuador; desde el 2009 la multinacional está produciendo su propia materia prima en 400 hectáreas en Chongón, así como su abono orgánico, que obtiene mediante la lumbricultura. Las plantas que más tiene en siembra Young Living son: falsa canela, orégano, menta, eucalipto, mastrante, entre otras, teniendo así más de 100 tipos de aceites esenciales (Anguisaca, 2019, p.18).

### ***1.1.2 Clasificación de los aceites esenciales***

Para la clasificación de los aceites esenciales se observa diferentes criterios: consistencia, origen y la naturaleza química de los componentes mayoritarios.

#### *1.1.2.1 De acuerdo con su consistencia*

Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente, los bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, las oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. (Martínez, 2003, p. 1).

#### *1.1.2.2 De acuerdo a su origen*

Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo, son muy costosas, los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química, son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.) (Martínez, 2003, p. 2).

#### *1.1.2.3 Desde el punto de vista químico*

Los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (clavo, canela, anís, etc.). (Martínez, A., 2003 p. 2)

### **1.1.3 Rendimiento de los aceites esenciales**

Regularmente el contenido de aceites esenciales aumenta después de la lluvia y alrededor del mediodía, cuando se ha eliminado el agua de rocío depositada sobre la planta, y ha comenzado una deshidratación antes de la humedad relativa alta de la noche; la excepción a este comportamiento se presenta en la manzanilla que alcanza una mayor concentración de aceite esencial durante la noche. La mayoría de plantas contienen de 0,01 a 10% de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2% (SENA, 2016 , p. 8).

### **1.1.4 Métodos de extracción de aceites esenciales**

Los aceites esenciales se pueden extraer mediante diferentes métodos como: prensado, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles y con fluidos supercríticos.

#### **1.1.4.1 Prensado**

En el prensado, el material vegetal es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para la extracción de esencias cítricas (Rodríguez et al., 2012: p. 8).

#### **1.1.4.2 Destilación por arrastre de vapor de agua**

En la destilación por arrastre con vapor de agua la muestra vegetal fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada (Martínez, 2003 p. 3)

#### **1.1.4.3 Destilación previa maceración**

El método se aplica para extraer el aceite de semilla de almendras amargas, bulbos de cebolla, bulbos de ajo, semillas de mostaza y hojas de corteza de abedul. En el caso de plantas aromáticas, la maceración en agua caliente se emplea para favorecer la separación de su aceite esencial, ya que sus componentes volátiles están ligados a componentes glicosilados (SENA, 2016 ,p. 14).

#### **1.1.4.4 Extracción con solventes volátiles**

En el método de extracción con solventes volátiles, la muestra debe estar seca y molida se pone en contacto con solventes como alcohol o cloroformo. Estos compuestos solubilizan el aceite

esencial, pero también extraen otras sustancias como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio, pues a nivel industrial resulta costoso por el alto valor comercial de los solventes y porque se obtienen esencias mezcladas con otras sustancias (Rodríguez et al., 2012: p. 8).

#### *1.1.4.5 Efloración o Enfleurage*

Se emplea para la extracción de esencias de flores delicadas, sensibles al calor y costosas como: rosa, jazmín, azahar, acacia, violeta, y resinas como la mirra. Los pétalos frescos se ponen en contacto con una delgada capa de grasa y el perfume emitido por las flores se absorbe. Después de dos o tres meses, muchas capas de grasa se saturan con las moléculas perfumadas del aceite de la flor, el cual se trata con alcohol y luego se destila para obtener la esencia. Este método tiene sus ventajas debido a que la extracción de algunas plantas tiene bajo contenido intrínseco del aceite esencial, y otros métodos destruirían estas frágiles esencias (SENA, 2016, p. 19).

### **1.1.5 Control de calidad de los aceites esenciales**

En la industria de los Aceites Esenciales, para mantener una calidad constante, es necesario fijar criterios de calidad para cada aceite esencial. El conjunto de estos criterios constituye la norma de calidad. Un adecuado y estricto control de calidad se basa en la determinación de propiedades organolépticas, constantes físicas, propiedades químicas y la combinación de datos analíticos obtenidos con técnicas modernas (Montoya, 2010, p. 87).

#### *1.1.5.1 Características Organolépticas*

Se describe el olor, color, sabor y aspecto de los aceites obtenidos, puesto que estas características físicas contribuyen a la definición de la calidad y además orientan sobre las posibles aplicaciones industriales (SENA, 2016 p. 20).

#### *1.1.5.2 Constantes físicas*

##### **a. Densidad a 20 °C**

Esta determinación tiene interés por encontrarse siempre citada en literaturas afines, ayudando a definir calidades y permitiendo también descubrir, en algunos casos, cantidades pequeñas de adulterantes. La densidad puede determinarse con un picnómetro, o un densímetro electrónico (Montoya, 2010 ,p. 87).

##### **b. Punto de solidificación o de congelación**

Tiene por objeto determinar y separar componentes de distinto punto de solidificación, y en algunos casos, también definir la calidad del aceite.

### **c. Índice de refracción**

El índice de refracción de un aceite esencial con respecto al del aire, corresponde a la razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción emitido, de un rayo de luz que pasa del aire al aceite. Aunque los valores representados por el índice de refracción de los aceites esenciales oscilan entre límites muy pequeños, se practica su determinación porque puede señalar adulteraciones y envejecimientos de los mismos (SENA, 2016, p. 20).

#### *1.1.5.3 Propiedades Químicas*

Algunas de las características químicas más importantes de los Aceites Esenciales son:

### **a. Índice de acidez (I.A)**

Indica el grado de acidez de un aceite esencial, y expresa el número de miligramos de hidróxidopotásico necesarios para neutralizar los ácidos que contiene un gramo de aceite (Franco et al., 2015: p.5).

### **b. Índice de éster (I.E.)**

Se determina el contenido de esteres de la muestra, y se expresa el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para saponificar los esteres que contiene un gramo de aceite esencial. (Bernal, 2012, p.28).

### **c. Índice de saponificación**

Representa la suma del índice de acidez y el índice de éster. Índice de acetilo (I.AC.): Su finalidad principal es determinar la riqueza de grupos OH (Alcoholes) mediante el índice de acetilo; y posteriormente, de forma empírica, calcular el contenido en alcoholes (SENA, 2016, p. 21).

### **d. Composición porcentual**

La cual puede ser de interés para los casos en que la calidad del aceite esencial está definida por su contenido en determinados compuestos (Bernal, 2012, p.29).

#### *1.1.6 Aplicación de los aceites esenciales en la industria*

### **a. Industria Alimentaria**

Es la industria que más aceites esenciales requiere, encontrando principalmente en productos como aceites, vinagres, encurtidos, embutidos, sopas, helados, confitería, etc. También se utilizan en la preparación de bebidas no alcohólicas, en refrescos y helados. Otro de sus usos es como aditivos naturales: colorantes, antioxidantes o conservantes (Tránsito,2004, p. 18).

## **b. Industria licorera**

Esta especialidad se nutre casi exclusivamente de plantas aromáticas, ya sean extractos o esencias, el rol en este sector es fundamental, debido a que en muchos países existe una industria licorera dedicada a especies autóctonas, la que aprovecha el conocimiento popular de las plantas aromáticas, para la elaboración de formulaciones tipo amargos, aperitivos, o licores regionales (Tránsito, 2004 ,p. 19).

## **c. Industria Farmacéutica**

Dentro de las principales usos farmacéuticos de los aceites esenciales podemos encontrar: analgésicos (hierbabuena), antisépticos y bactericidas (eucalipto, lemongrass), antiparasitarios (paico, boldo), sedantes y tranquilizantes (valeriana, melisa), estimulantes (hierbabuena, romero), inmunomoduladores (albahaca), descongestivos, expectorantes y antitusivos (eucalipto, pino), digestivos (cedrón, peperina), diuréticos (enebro), antiinflamatorios (manzanilla, hierbabuena), antiespasmódicos (paico), antioxidantes (manzanilla, menta), antirreumáticos y antiartríticos (clavo, canela), rubefacientes (romero, alcanfor), entre muchos otros(CD-P-SC, 2018, p. 6).

## **d. Industria de Cosméticos**

Este sector emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje. En este campo se pueden citar lo aceites de geranio, lavanda, rosas y pachuli (CD-P-SC, 2018, p. 6).

## **e. Industria de productos de uso veterinario**

Se emplea el aceite esencial de paico (*Dysphania ambrosioides*) muy apreciado por su contenido de ascaridol, de efecto antiparasitario. También utilizan limoneno y mentol como insecticidas (Ortiz, 2018, p. 10)

## **f. Desodorantes Industriales**

Actualmente se ha desarrollado el uso de esencias para reducir el olor desagradable de algunos productos industriales como el caucho, los plásticos y las pinturas. La industria de las pinturas emplea limoneno como disolvente biodegradable. En textiles, como enmascaradores de olores en tratamientos con mordientes antes y después del teñido. En papelería se los utiliza para impregnar fragancias en cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales, etc. (Tránsito, 2004, p. 19)

## **g. Industria tabacalera**

Demanda mentol para los cigarrillos mentolados.

## **h. Biocidas e insecticidas**

Existen esencias con propiedades bactericidas, como el tomillo, clavo, salvia, menta, orégano, pino, etc. También se elaboran productos insecticidas contra hormigas, áfidos, pulgas, moscas, piojos, polillas, coleópteros, cucarachas y nematodos (Tránsito,2004, p. 19)

### **1.2 Ishpingo (*Ocotea quixos*)**

#### **1.2.1 Ecología de la especie**

El Ishpingo (*Ocotea quixos*) es una planta originaria de América del sur, denominada comúnmente como Ishpink, canela amazónica, Ispingu y/o Ishpingo, es una especie arbórea perenne dicotiledónea perteneciente a la familia *Laurácea*, este árbol endémico de la Amazonia ecuatoriana tiende a crecer en altitudes comprendidas entre los 310 y 1250 msnm, específicamente en climas húmedos tropicales (Noriega et al., 2008: p. 10).

#### **1.2.2 Descripción botánica**

Cuando el árbol ha alcanzado su madurez a los seis años adquiere una altura promedio entre los 3 y 6 m, las hojas tienen peciolo de 0.9 – 1.5 cm de largo, láminas de 14.5-23.5 cm por 3.5-6.0 cm de grosor, base cuneada, ápice apiculado, muestra márgenes enteros, haz verde oscuro y envases verde claro, con flores blanco verdosas, escamas del disco pardo-negras, cáliz de 6 sépalos, fruto de 4 cm forma oval, produce frutos cada dos años luego de alcanzar los 20 años de edad, como se puede observar en la figura 1-1 (Mosquera y Veloz, 2011).

Al pasar el tiempo produce una corteza resistente de color oscuro, por este motivo ha sido valorada y consumida desde épocas ancestrales, las hojas el cáliz y la corteza poseen un color característico muy similar al de la canela asiática (*cinnamomun verum*), y el aceite esencial se puede obtener a partir de cualquiera de estos segmentos (Cárdenas y Salinas,2007: p. 2).



**Figura 1-1.** Árbol, frutos y hojas de *Ocotea quixos*.

Fuente: López, 2013, p. 12

Antiguamente, se considera a esta especie dentro de los géneros *Nectandra* o *Licaria Laurus* sin embargo su clasificación botánica es la presentada a continuación en la tabla 1-1.

**Tabla 1-1:** Descripción Botánica de *Ocotea quixos*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase:</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden:</b>	<i>Laurales</i>
<b>Familia</b>	<i>Lauraceae</i>
<b>Genero</b>	<i>Ocotea</i>
<b>Especie:</b>	<i>Ocotea quixos</i> (Lam) Kosterm

Fuente: (Flor y Parra, 2017: p. 4)

### 1.2.3 Descripción geográfica

Los árboles se encuentran distribuidos en Sur América, su hábitat es el bosque húmedo tropical de la Amazonia ecuatoriana, se tiene registros de su presencia en la provincia de Morona Santiago, específicamente en el sector del Valle del Upano, la ciudad de Macas, las comunidades shuar de San Miguel de Ishpink, Jimiaraentsa y Shinkiatam, las comunidades achuar de Makusar y Juyukamentsa, y en el cantón Gualaquiza, en la provincia de Zamora Chinchipe a alturas entre 1100 a 1250 m.s.n.m. entre otros lugares como se puede evidenciar en la figura 2-1 (Cazorla, 2013, p. 6).



**Figura 2-1.** Mapa georeferencial de la presencia de *O. quixos* registrados en Ecuador.

Fuente: Carrasco y Simbaña, 2016 :p. 4

#### **1.2.4 Disponibilidad de la materia prima**

(Torres, 2013, p. 20) Manifiesta en su investigación para la fundación Chakuap que para determinar la cantidad total de materia prima se basa en el cálculo de la producción total hojas, cáliz y corteza, que se puede obtener por planta en el área de recolección, para lo cual se deben tener en cuenta datos importantes para establecer su disponibilidad como son:

El aprovechamiento del árbol de Ishpink en estado silvestre debe estar orientado a recolectar preferentemente de los cálices presentados en la figura3-1. La cosecha de corteza y hojas, debe centrarse de preferencia en arboles cultivados, sobre las cantidades cosechadas de corteza en plantaciones, se puede obtener desde 5 kilos (11 libras) en plantas jóvenes hasta 20 kilos (44

libras) en plantas adultas por planta al año, por medio de poda de ramas (Torres, 2013: p. 21). Como se observa en la figura 3-1.



**Figura 3-1.** Cáliz de las flores de Ishpingo (*Ocotea quixos*)

**Fuente:** Fundación Chakuap, 2016, p.23

La cantidad de hojas cosechadas está entre 135 a 180 kg (197 a 396 libras) de hojasmaduras/árbol/año en plantas silvestres de 20 a 30 metros de altura. En plantas cultivadas de 6 a 10 m de altura se reportan recolecciones entre 45 y 100 kg (100 a 220 libras) de hojas/árbol/año. (Torres, 2013, p. 21)

La recolección de cáliz reporta una cantidad promedio de 45 kg/árbol cada dos años, provenientes exclusivamente de plantas silvestres. Con estos datos se debe calcular el volumen mínimo y máximo de materia prima disponible en el área de recolección, lo que se realiza multiplicando el número de individuos aprovechables registrados por la cantidad de materia prima mínima y máxima promedio al año, así:

Mediante el inventario presentado por (Torres, 2013, p. 22) para la fundación Chankuap suproducción es:

Número de plantas en edad productiva: 150 plantas

Número de plantas en edad reproductiva (estado silvestre): 15 plantas

Número de plantas en edad productiva (cultivadas): 135 plantas

Producción promedio de cáliz: 15 plantas x 45 kg/planta = 675 kg de cáliz.

Producción de corteza: 135 plantas x 5 kg/planta = 675 kg mínimo.

Producción de hoja (plantas cultivadas): 135 plantas x 20 kg/planta = 2.700 kg máximo

### 1.2.5 Evaluación fisicoquímica de hojas y cálices de *Ocotea quixos*

(Jibaja y Maldonado, 2018: p.5) Al realizar el estudio fotoquímica del aceite esencial de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. (ISHPINGO), logró determinar el contenido de cenizas totales, cenizas solubles en agua e insolubles en ácido según la Norma Cubana NRSP 309 (1992). En la cual utilizó una muestra de 2 gramos la cual fue calentada suavemente, hasta carbonizar y calcinar en una mufla Thermolyne Maxi-Mix III Type 65800 a 700–750 °C. El residuo fue pesado en una balanza Metler Toledo A-311 hasta su peso constante. Las determinaciones se realizaron por duplicado y se reportó el dato promedio a continuación en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Contenido de cenizas totales, cenizas solubles y humedad obtenidos de hojas y cálices de *O. quixos* (Lam.) Koster

Parámetros	Hojas	Cálices
Cenizas totales	4,8%	2,8%
Cenizas solubles	2,8%	2,7%
Humedad	8,0%	12,0%

Fuente:(Jibaja y Maldonado,2018:p. 8)

### 1.2.6 Obtención del aceite esencial de *Ishpingo* (*Ocotea quixos*)

Para la obtención del aceite esencial(Chango, 2018)recolecto las ramas con hojas de los árboles de la especie en Macas-Morona Santiago del vivero CAGUACO, dedicado a la entrega de materia prima para extracción de aceites esenciales, adquirió un costal, luego fue traslado hacia el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Química de la EPN donde se procedió a separar las hojas de los tallos, fue necesario 10 kilogramos de hojas, porque son fuente principal para la obtención del aceite esencial, posteriormente procedieron a clasificar y lavar las hojas con agua corriente para eliminar asperezas.

Las hojas se colocaron en el extractor de aceites esenciales cuya técnica aplicada fue destilación por arrastre de vapor de agua, el proceso duró 6 horas, el aceite fue recolectado en un matraz, se separó el aceite esencial del agua por decantación durante una noche porque la cualidad del aceite esencial de *Ishpingo* (canela amazónica), puede presentar una densidad parecida a la del agua, al día siguiente obtuvieron 15ml de aceite esencial 100% puro (Chango, 2018).

### 1.2.7 Composición química del aceite esencial del Ishpingo

La investigación de (Mosquera y Veloz, 2011: p.2) indican que los estudios químicos que se han realizado hasta el momento se centran en la extracción de los aceites esenciales encontrando en los cálices y las hojas de la planta alrededor de 62 compuestos como se puede observar en la tabla 3-1 realizada por (Noriega et al., 2008: p. 4).

**Tabla 3-1:** Composición química del aceite foliar de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm.

Compuesto	Método de identificación	Tiempo de retención (min)	Identificado RA %	No Identificado RA%
1. NI	CG-MS	5,243		0,038
2. NI	CG-MS	5,543		0,128
3. NI	CG-MS	5,775		1,590
4. Canfeno	CG-MS	6,030	0,250	
5. Benzaldehido	CG-MS	6,211	0,886	
6. IR $\alpha$ pineno	CG-MS	6,303	0,748	
7. IR $\beta$ pineno	CG-MS	6,418	2,194	
8. NI	CG-MS	6,798		0,057
9. Terpinolen	CG-MS	6,955	0,197	
10. Cimeno	CG-MS	7,079	0,062	
11. 3,3 dimetil-2 metileno canfeno	CG-MS	7,154	0,708	
12. p Cimeno				
13. Moslino	CG-MS	7,246	2,951	
14. NI	CG-MS	7,613	0,291	
15. linalol	CG-MS	8,101		0,087
16. hidroxicinimaldehido	CG-MS	8,274	0,952	
17. Bornil alcohol	CG-MS	8,629	0,113	
18. 4 terpineol	CG-MS	9,893	0,053	
19. $\alpha$ terpineol	CG-MS	10,014	0,332	
20. Cinemaldehido	CG-MS	10,299	0,265	
21. Acetol	CG-MS	12,059	3,425	
22. NI	CG-MS	12,270	0,055	
23. $\alpha$ cubebeno	CG-MS	13,294		0,056
24. NI	CG-MS	13,626	0,304	
25. Ciclosativeno	CG-MS	14,207		0,099
26. $\alpha$ Copaeno	CG-MS	14,250	0,088	
27. Cinamato de metil	CG-MS	14,353	7,000	
28. NI	CG-MS	14,564	7,214	
29. NI	CG-MS	14,824		0,131
30. NI	CG-MS	15,066		0,126
31. NI	CG-MS	15,144		0,069
32. Cariofileno	CG-MS	15,241		0,067
33. NI	CG-MS	15,438	19,029	
34. NI	CG-MS	15,599		0,078
35. Cinamato de etilo	CG-MS	15,704		0,054
36. NI	CG-MS	15,913	4,733	
37. Humuleno	CG-MS	16,069		0,533
38. NI	CG-MS	16,270	14,323	
39. NI	CG-MS	16,374		0,024
40. NI	CG-MS	16,590		0,286
41. $\alpha$ cumemeno	CG-MS	16,616		0,310
42. NI	CG-MS	16,699	0,172	
43. NI	CG-MS	16,832		0,148
44. Eremofileno	CG-MS	16,909		0,610
45. NI	CG-MS	17,053	11,407	
46. NI	CG-MS	17,188		6,016
47. NI	CG-MS	17,315		1,092
48. NI	CG-MS	17,472		0,137
49. $\alpha$ cadineno	CG-MS	17,546		0,054
50. NI	CG-MS	17,624	0,763	
51. NI	CG-MS	17,766		3,243
52. NI	CG-MS	17,986		0,133
53. $\alpha$ Calcoreno	CG-MS	18,047		0,196
54. NI	CG-MS	18,215	0,099	
55. NI	CG-MS	18,673		0,196
56. Espatuleno	CG-MS	19,017		0,124
57. Oxido de cariofileno	CG-MS	19,091	0,280	
58. NI	CG-MS	19,241	3,831	
59. 1,5,5,8- tetrametil- 1,2 oxabicyclo 1.9.1.01. dodeca-3,7-dieno	CG-MS	19,486		0,081
	CG-MS	19,871	1,165	
60. NI	CG-MS	20,365		0,102
61. NI	CG-MS	20,458		0,063
62. NI	CG-MS	21,154		0,183
Total			83,89	16,111

Fuente:(Noriega, 2008 : p. 4)

### 1.2.8 Determinación fotoquímica

(Flores et al., 2014: p. 2) define a la fotoquímica como el estudio de los componentes químicos de las plantas, técnica más común para obtener los Principios Activos (PA) a partir de plantas es conocida como extracción y su finalidad es la separación de la materia soluble (componentes fotoquímicos) de los tejidos vegetales (materia insoluble) por acción de un disolvente, como se presenta en la tabla 4-1.

En la búsqueda de plantas con principios activos, las pruebas químicas resultan de gran utilidad, pues se caracterizan por ser específicas, rápidas y requerir un equipo mínimo (fácil de transportar cuando es necesario), además de ser económicas. Entre todos los métodos destaca el tratamiento de los extractos con los agentes cromógenos, el AFP, el cual contempla la detección de los principales tipos de metabolitos que se encuentran relacionados con alguna actividad biológica a saber: alcoholes, alcaloides, flavonoides, compuestos carbonílicos, esteroides, índoles, ácidos grasos y azúcares, así como los correspondientes derivados de los tres últimos tipos de compuestos. (Flores et al., 2014: p. 3)

Así mismo, (Sierra et al., 2018: p. 9) mencionan que, tras la extracción de los componentes químicos, la detección de estos es la etapa siguiente en un análisis fotoquímica, algunas sustancias pueden ser observadas a simple vista (como las clorofilas y algunos otros pigmentos), mientras que la detección de sustancias incoloras se realiza mediante el análisis de placas cromatografías.

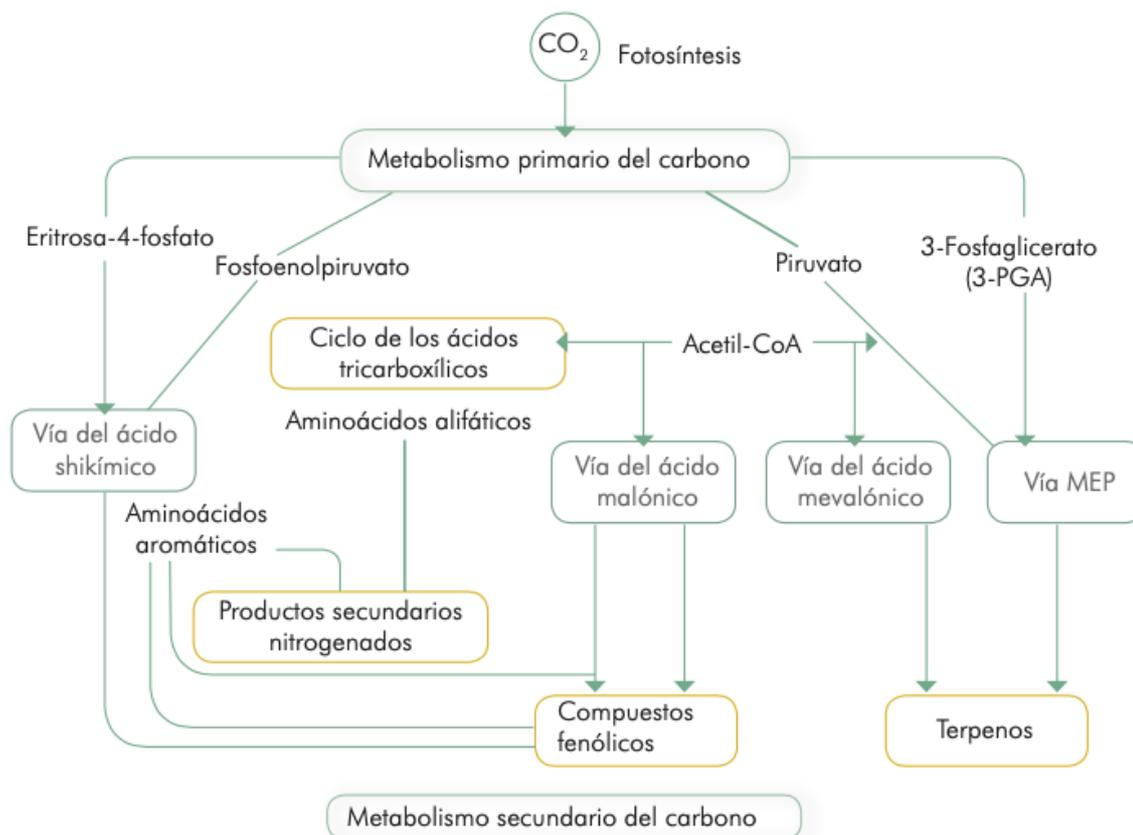
**Tabla 4-1:** Tamizaje fitoquímico de hojas (H) y cálices (C) de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm

METABOLITO	EXTRACTOS					
	Etéreo		Alcohólico		Acuoso	
	H	C	H	C	H	C
Aceites y grasas	+/-	-				
Lactonas y coumarinas	-	-				
Alcaloides	-	-	-	-	-	-
Triterpenos-Esteroides	-	-	-	-		
Saponinas			+	+	+	+
Azúcares Reductores			+	+	+	+
Fenoles y taninos			+	+	+	+
Aminoácidos			-	-		
Flavonoides			+	+	+	+
Cardenolidos			-	+		
Quinonas			-	-		
Antocianidinas			+	-		
Mucilagos					-	-

Fuente:(Jibaja y Maldonado, 2018: p. 9)

#### 1.2.8.1 Metabolitos secundarios

A través del tiempo, el hombre ha hecho uso de los metabolitos secundarios con diversos propósitos, entre los que pueden mencionarse el uso como saborizantes, colorantes, fragancias, insecticidas, drogas medicinales y adictivas, y cosméticos. Los metabolitos secundarios que contienen nitrógeno incluyen a los alcaloides, aminoácidos, aminas, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos. Los no nitrogenados se dividen en terpenoides, poliacetilenos, policétidos y fenilpropanoides, presentados en la gráfica 1-1(Flores et al., 2014: p. 4).



**Gráfico 1-1.** Vías bioquímicas de los metabolitos secundarios

Fuente: Sierra et al., 2018 p. 12

### 1.2.8.2 Productos nitrogenados

Según (Pérez y Jiménez, 2010), los compuestos nitrogenados son principalmente los alcaloides y glucósidos cianogénicos. Los alcaloides son un diverso grupo de compuestos con cerca de 4 000 estructuras conocidas. Estos son fisiológicamente activos en humanos (cocaína, nicotina, morfina) y por supuesto de gran interés para la industria farmacológica. Por otra parte, para los glucósidos cianogénicos, se consideran posiblemente, los metabolitos secundarios con mayor relación en las funciones de defensa.

Para (Valencia, 2013), los aminoácidos son la unidad estructural básica de las proteínas, alcaloides y purinas. La biosíntesis de los alcaloides se basa en la reacción de los aminoácidos con otros metabolitos como acetato o mevalonato o incluso por la adición de amoníaco o alquilaminas a un esqueleto terpénico. Posteriormente se producen diversas reacciones que dan lugar a la variedad de grupos estructurales existentes en los alcaloides.

Los alcaloides presentan unos caracteres comunes que los diferencian de los demás compuestos secundarios, pues son moléculas orgánicas más o menos complejas, de carácter básico, presentan uno o más átomos de nitrógeno formando parte de un heterociclo; se sintetizan de aminoácidos o

de sus derivados inmediatos y son sustancias con cierta toxicidad, preferentemente activas sobre el sistema nervioso central. (Sierra et al., 2018: p. 13)

### 1.2.8.3 Terpenos

Los terpenos son los principales componentes de la resina de las plantas y de los aceites esenciales extraídos de dichas plantas y son bien conocidas sus propiedades medicinales. Los terpenos son una amplia clase de compuestos orgánicos de origen natural; también se conocen como isoprenoides, ya que su estructura se basa en la repetición de unidades de isopreno (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>). Tanto el cannabis, como el lúpulo, el romero y el clavo contienen β-cariofileno, que se sepa el único terpeno que afecta a los receptores cannabinoides. (López et al., 2016 :p. 2)

(Maguana y Romero,2006:p.27) Manifiesta que las bacterias Gram negativas presentan mayor sensibilidad a los terpenoides, porque su pared celular es menos compleja, conformada por una sola red de mureína, muy delgada, en comparación con las Gram positivas que presentan alrededor de 40 capas de mureína. Los Terpenoides actúan de tres maneras cualquiera de estas produce una disrupción de la membrana terminando con la muerte de la bacteria:

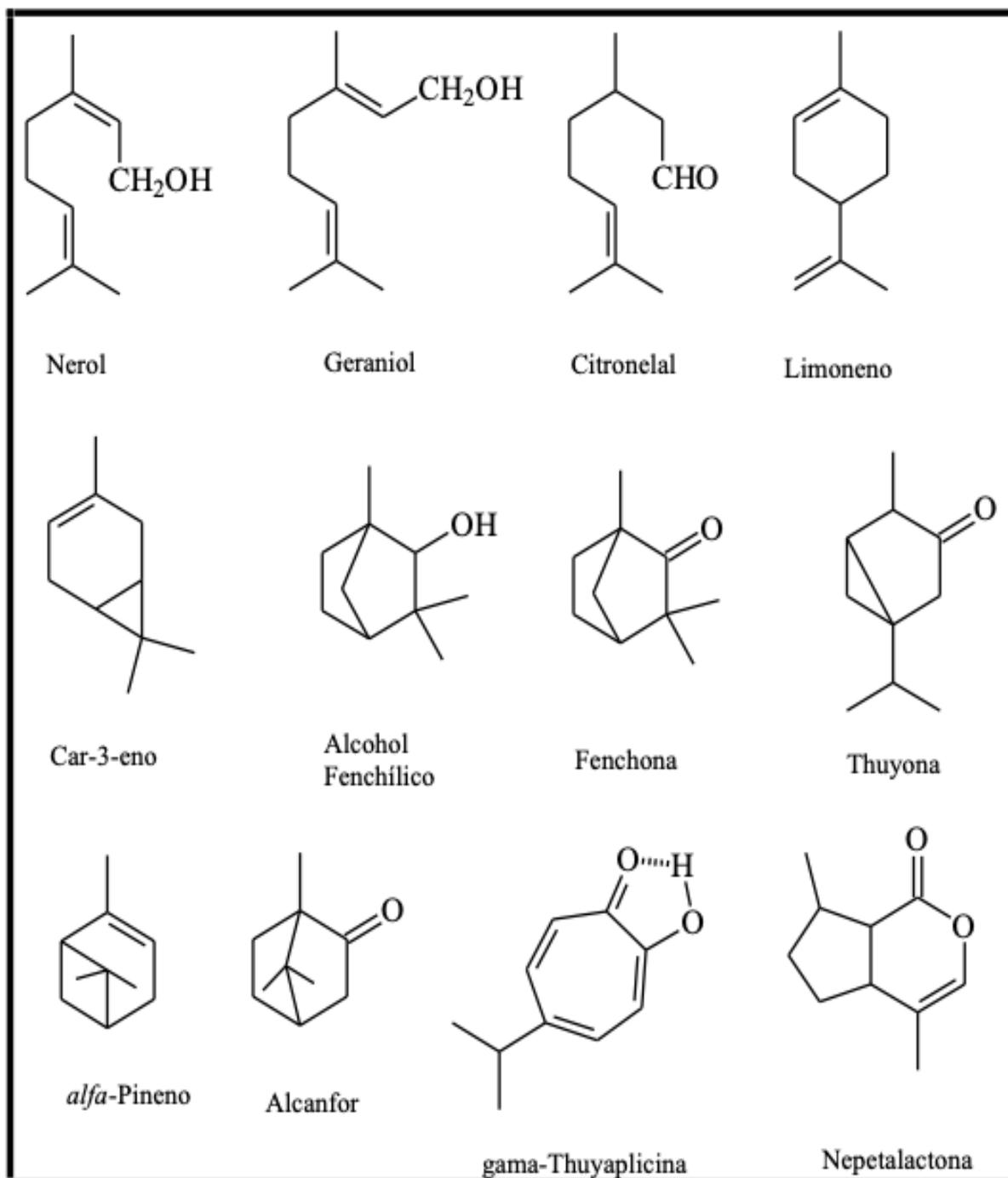
Aumentando la permeabilidad de la membrana a iones pequeños.

Afectando la estabilidad estructural de la membrana.

Desestabilizando el empaquetamiento de la bicapa lipídica

#### a. Monoterpenos y sesquiterpenos

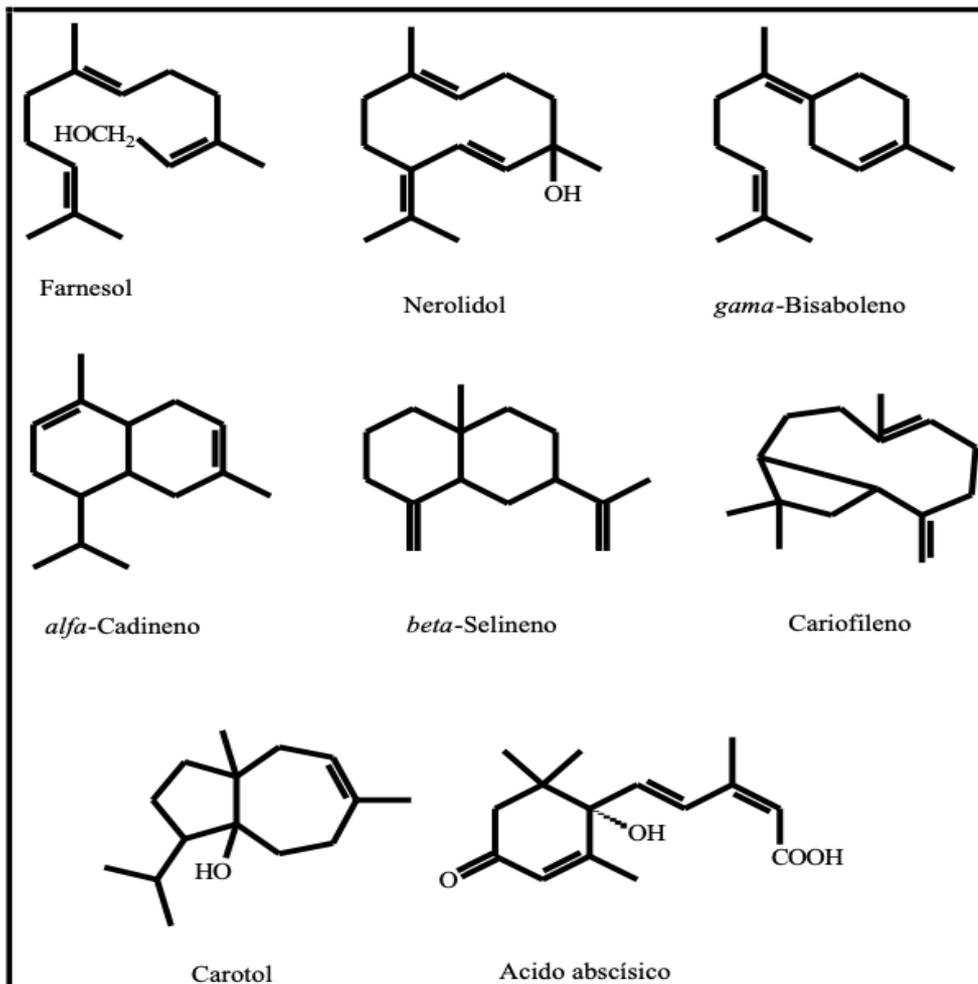
(Martínez,2003,p. 4) Determina que son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos derivados biosintéticamente de geranilpirofosfato (GPP) y farnesilpirofosfato (FPP) respectivamente, se puede observar en la Figura4-1 muestra varios ejemplos de monoterpenos naturales representantes de varias clases de esqueletos como mentano, pinano, canfano, etc.



**Figura 4-1.** Ejemplos de monoterpenos

Fuente: Martínez,2003 ,p. 9

La Figura 5-1 muestra ejemplos de sesquiterpenos naturales con varias clases de esqueletos (metano como el limoneno, pinano como el  $\alpha$ - pineno, canfano como el alcanfor, carano como el car-3-eno, thuyano como la thuyona, y fenchano como el alcohol fenchílico), y dos con esqueletos irregulares la  $\gamma$ -thuyaplicina y la nepetalactona (Martínez, A. 2003 p. 4).



**Figura 5-1.** Ejemplos de sesquiterpetos

Fuente: Martínez,2003, p. 9

### **b. Extracción y aislamiento de monoterpenos y sesquiterpenos**

La mayoría de monoterpenos y sesquiterpenos se encuentran presentes en los aceites esenciales de diversas plantas. A partir de dichos aceites es posible realizar su aislamiento mediante la utilización de uno o varios métodos cromatográficos tales como la cromatografía en columna, en capa fina y HPLC. Para las cromatografías en columna y en capa fina se utiliza ampliamente la sílica gel como fase estacionaria. Como fase móvil se emplean solventes apolares puros o mezclados tales como: Tolueno-acetato de etilo 93:7, benceno, cloroformo, diclorometano, benceno-acetato de etilo 9:1, benceno-acetato de etilo 95:5, cloroformo-benceno 75:25, cloroformo-etanol-ácido acético 94:5, cloroformo-benceno 1:118 (Martínez, 2003, p. 8).

#### *1.2.8.4 Fenoles*

(Flor y Parra,2017: p.17) Indica que los compuestos fenólicos forman parte de un gran grupo de metabolitos secundarios de las plantas, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza,

su estructura presenta un anillo de benceno con al menos un grupo hidroxilo, la síntesis del anillo aromático se realiza por la vía del ácido sikímico y la vía del acetato.

La vía del acetato da lugar a la formación de ácidos benzoicos hidroxilados y aminados, a partir de estos compuestos se forman cumarinas y lignanos.

#### **a. Clasificación de los compuestos fenólicos**

##### **Ácidos fenólicos**

Su estructura contiene un anillo aromático unido a un grupocarboxilo, ampliamente distribuido en la naturaleza, existen dos grupos: Ácidos benzoicos son el grupo carboxílico enlazado directamente al anillo aromático, C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>. Ácidos cinámicos se forma del grupo carboxílico enlazado a partir de un sustituyente 2-propanilo C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> (Castillo y Marínez, 2015: p. 29)

##### **Fenoles libres**

Se encuentran raramente en las plantas en forma de heterósidos. (Carrion y Garcia , 2010: p. 35)

##### **Cumarinas**

Son derivados de la benzo-alfa-pirona, muchas de ellas son fenólicas, están ampliamente distribuidos en las plantas de las familias *Umbeliferae* y *Rutaceae*. (Avalos y Perez , 2009: p. 129)

##### **Lignanos**

Son aquellos cuya estructura consta de dos unidades de fenilporpano, son dímeros formados por la condensación de alcoholes derivados del ácido cinámico están ampliamente distribuidos en plantas vasculares de las familias Pinaceae, Podofilaceae, Rutaceae y Lauraceae.(Palacios, 2015, p. 17)

##### **Flavonoides**

Entre los compuestos fenólicostambién se encuentran los flavonoides, su esqueleto carbonado contiene 15 carbonos ordenados en dos anillos aromáticos unidos por un puente de tres carbonos. Se clasifican en función del grado de oxidación del puente de tres carbonos, siendo las principales antocianinas (pigmentos), flavonas, flavonoles e isoflavonas. Entre sus funciones se encuentra la defensa y la pigmentación (Naveda, 2010, p. 15).

## Taninos

Los taninos son compuestos fenólicos poliméricos que se unen a proteínas desnaturalizándolas, el nombre de tanino procede de la antigua práctica de utilizar extractos vegetales para convertir la piel animal en cuero (en el curtido, se unen al colágeno aumentando su resistencia al calor, al agua y a microorganismos). Existen dos categorías: taninos condensados y taninos hidrolizables (Aillón, 2014, p. 15).

### b. Propiedades y aplicaciones de los compuestos fenólicos

En las plantas los fenoles actúan como fitoalexinas, ya que al momento de sufrir heridas las plantas secretan fenoles para poder defenderse de los ataques fúngicos y bacterianos, influye en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, puesto que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor y aromas, cuentan con actividad antimicrobiana, ya que el fenol se empleaba como el primer antiséptico en las cirugías (Flor y Parra, 2017: p. 17)

#### 1.2.8.5 Caracterización organoléptica y física del aceite esencial de hojas y cálices

Se describe en la tabla 6-1 el olor, color y aspecto de los aceites obtenidos, puesto que estas características físicas contribuyen a la definición de la calidad y además orientan sobre las posibles aplicaciones industriales

**Tabla 5-1.** Características organolépticas y físicas del aceite esencial de hojas y cálices de *O. quixos* (Lam.) Kosterm

Parámetros	Hojas	Cálices
Rendimiento (%)	0,88	1,24
Olor	Dulce, agradable	Dulce, agradable
Color	Amarillo	Amarillo
Índice de refracción	1,335	1,551
Densidad (g/ml)	0,938	0,777

Fuente:(Jibaja y Maldonado, 2018: p. 9)

#### 1.2.9 Actividad biológica del aceite esencial

Se le atribuye al aceite esencial de las hojas de *Ocotea quixos*, la capacidad de ser antioxidante, antibacteriano y antifúngico.

### 1.2.9.1 Actividad antibacteriana y antifúngico

Capacidad de matar, destruir o inactivar microorganismos, impedir su proliferación y/o impedir su acción patógena.

En el experimento realizado por (Noriega et al., 2008 : p. 6) presentados en la tabla 7-1, escogieron los siguientes patógenos para su análisis por responsables de varias infecciones severas, mencionándose las principales a continuación:

*Escherichia coli* causa infecciones intestinales.

*Staphylococcus aureus* provoca infecciones de la piel, neumonía, sepsis con o sin metástasis (osteítis, artritis, endocarditis, abscesos localizados y gastroenteritis).

*Staphylococcus epidermidis* produce infecciones tanto en mucosas como en membranas animales y humanas.

*Streptococcus mutans* origina infecciones en la cavidad bucal, siendo la más conocida la caries dental.

*Streptococcus pyogenes* ocasiona la fiebre reumática e infecciones de la garganta

*Cándida albicans* induce infecciones superficiales que afectan a la piel, uñas y mucosas, así como la infección vaginal conocida como candidiasis (Brooke ,1999).

**Tabla 6-1.** Capacidad de inhibición del aceite esencial de *O. quixos* (Lam.) Kosterm contra el crecimiento de cepas de bacterias y hongos

Cepas de hongo y bacterias	Crecimiento como concentración en µl /ml									
	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78	0,39	0,19	0,097
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Streptococcus piogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente:(Noriega et al., 2008: p. 6)

#### 1.2.9.2 *Actividad antioxidante*

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena (Londoño, 2015, p. 1).

(Bruni et al., 2004: p. 2) comprobó la actividad antioxidante el aceite esencial de *Ocotea quixos* mediante la prueba de DPPH, dando resultados prometedores que lo ponen en una posición media comparando con el aceite esencial de Trolox siendo más fuerte que este, pero más débil que el *T. vulgaris*.

#### 1.2.9.3 *Efecto antiinflamatorio*

La inflamación es una respuesta protectora, cuyo principal objetivo es librar al organismo del elemento causante del daño celular, como microbios y toxinas, y de las consecuencias de ese daño, con formación de células y tejidos necróticos. Sin la inflamación, las infecciones se diseminarían y las heridas nunca cicatrizarían. Por otro lado, la inflamación no curada adecuadamente es la base de las reacciones de hipersensibilidad y enfermedades crónicas, como la artritis reumatoide, la aterosclerosis y la fibrosis pulmonar (Enciso y Arroyo, 2011: p. 2). Nuestro país posee una variada flora y dentro de ella, muchas especies con reconocida actividad benéfica para la salud, dentro de estas especies se encuentra el género *Ocotea quixos*.

Los compuestos del aceite esencial del género *Ocotea quixos* como el trans-cinamaldehído y cinamato de metilo, fueron aplicados en modelos in vitro e in vivo con ratones de laboratorio demostrando el efecto antiinflamatorio frente al edema que estas presentaban, sin dañar la mucosa gástrica. (Ballabeni et al., 2007: p. 3).

#### 1.2.9.4 *Agregación plaquetaria*

Los antiagregantes plaquetarios son hoy en día uno de los principales tratamientos en enfermedad coronaria y aterosclerótica, poseen mecanismos de acción diversos y complejos.

La actividad inhibidora significativa en la agregación plaquetaria y la retracción del coágulo en el plasma, el aceite de *Ocotea* in vivo, administrado por vía oral en un tratamiento subagudo (30-100 mg kg<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante 5 días) a ratones, evitó la trombosis aguda inducida por inyección intravenosa de colágeno-epinefrina. Estos hallazgos actuales indican que el aceite esencial de *Ocotea quixos* posee un antitrombótico potente y seguro con actividad antiplaquetaria y vaso relajante. (Ballabeni et al., p. 5)

### **1.3 Análisis cromatográfico**

La cromatografía es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, la cual tiene aplicación en todas las ramas de la ciencia y la física, es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes (Parrales et al., 2012 : p. 11).

Las técnicas cromatográficas son muy variadas, encontrando entre ellas una fase móvil que consiste en un fluido (gas, líquido o fluido supercrítico) que arrastra a la muestra a través de una fase estacionaria que se trata de un sólido o un líquido fijado en un sólido. Los componentes de la mezcla interactúan en distinta forma con la fase estacionaria. De este modo, los componentes atraviesan la fase estacionaria a distintas velocidades y se van separando. Después de que los componentes hayan pasado por la fase estacionaria, separándose, pasan por un detector que genera una señal que puede depender de la concentración y del tipo de compuesto (Castro et al., 2020 :p. 28). Diferencias sutiles en el coeficiente de partición de los compuestos da como resultado una retención diferencial sobre la fase estacionaria y por tanto una separación efectiva en función de los tiempos de retención de cada componente de la mezcla.

La cromatografía puede cumplir dos funciones básicas que no se excluyen mutuamente:

- Separar los componentes de la mezcla, para obtenerlos más puros y que puedan ser usados posteriormente (etapa final de muchas síntesis).
- Medir la proporción de los componentes de la mezcla (finalidad analítica). En este caso, las cantidades de material empleadas son pequeñas (Castro et al., 2020 :p. 28).

#### ***1.3.1 Tipos de cromatografía de gases***

La cromatografía gas-sólido se basa en una fase estacionaria sólida en la cual se produce la retención de los analitos como consecuencia de la adsorción física. La cromatografía gas - sólido ha tenido una aplicación limitada debido a la retención semipermanente de las moléculas activas o polares y a la obtención de picos de elución con colas (una consecuencia del carácter no lineal del proceso de adsorción), de modo que esta técnica no ha encontrado una gran aplicación excepto para la separación de ciertas especies gaseosas de bajo peso molecular (Parrales et al., 2012: p. 18).

La cromatografía gas - líquido se basa en la distribución del analito entre una fase móvil gaseosa y una fase líquida inmovilizada sobre la superficie de un sólido inerte. El concepto de cromatografía gas - líquido fue enunciado por primera vez, en 1941, por Martin y Synge, quienes fueron también los responsables del desarrollo de la cromatografía de distribución líquido – líquido (Rivera, 2008, p. 9) Más de una década tuvo que pasar, sin embargo, antes de que la importancia de la cromatografía gas - líquido se demostrara experimentalmente. Tres años más tarde, en 1955, apareció en el mercado el primer aparato comercial para cromatografía gas -

liquido. Desde entonces, las aplicaciones de esta técnica han crecido de una forma espectacular. Se ha estimado que unos 200 000 cromatógrafos de gases están actualmente en uso por todo el mundo (Parrales et al., 2012: p. 19).

### **1.3.2 Descripción del proceso del cromatógrafo de gases**

#### **1.3.2.1 Fase móvil**

La fase móvil gaseosa proporciona un rápido equilibrio entre las fases con mayor eficiencia en la obtención de los análisis. Los gases más utilizados son: nitrógeno, helio, hidrogeno y argón. La fase móvil no debe interactuar con la fase estacionaria ni con la muestra, debe tener bajo costo, ser compatible con el detector y tener alta pureza. Para dar una mayor reproducibilidad al análisis, la saturación del gas debe ser constante y debe ser controlada a través de válvulas de aguja (Rivera, 2008, p. 9)

#### **1.3.2.2 Sistemas de inyección de muestra**

El modo estándar, adecuado para aproximadamente 95% de las aplicaciones de las columnas empacadas, es la inyección directa. La muestra es inyectada con una jeringa hipodérmica a través de un séptum de goma (o hule) de silicona autosellante, a un alineador de vidrio (*glass insert*) contenido en un bloque metálico, donde es vaporizada y barrida hacia la columna. El bloque se calienta a una temperatura que se fija en un valor suficientemente alto para convertir prácticamente en forma instantánea la muestra líquida en vapor. La cantidad de muestra inyectada es del orden de  $\mu\text{L}$  para líquidos y algo superior para gases (Ozores, 2020, p. 3)

#### **1.3.2.3 Configuraciones de columna y hornos**

##### **Columnas**

En cromatografía de gases se usan dos tipos generales de columnas, las *empaquetadas*, o *de relleno* y las *tubulares abiertas*, o *capilares*. Hasta la fecha, la mayor parte de la cromatografía de gases se ha realizado con columnas de relleno, sin embargo, en la actualidad esta situación está cambiando rápidamente, y parece probable que, en un futuro próximo, excepto para ciertas aplicaciones especiales, las columnas de relleno serán sustituidas por las más eficaces y rápidas columnas capilares (Fuentes, 2019, p. 18).

Las columnas cromatográficas varían en longitud desde menos de 2 hasta 50 m, o más. Se construyen de acero inoxidable, vidrio, sílice fundida, o Teflón. A fin de poder colocarse en el interior de un termostato, normalmente se configuran como helicoides con diámetros de 10 a 30 cm. En una sección posterior se encuentra una discusión detallada acerca de las columnas, rellenos de columna y fases estacionarias (Parrales et al., 2012: p. 14).

### **Hornos (o estufas)**

La temperatura de la columna es una variable importante para un trabajo preciso ha de regularse a las décimas de grado, por ello la columna normalmente se introduce dentro de un horno termostaticado. La temperatura óptima de la columna depende del punto de ebullición de la muestra y del grado de separación requerido. En la práctica, con una temperatura igual o ligeramente superior al punto de ebullición promedio de la muestra, se obtienen tiempos de elución razonables (2 a 30 min). Para muestras con un amplio intervalo de ebullición, a menudo es conveniente emplear una programación de temperatura, con lo que se aumenta la temperatura de la columna bien de forma continua bien por etapas, al mismo tiempo que tiene lugar la separación (Parrales et al., 2012 : p. 14).

#### *1.3.2.4 Detectores*

Durante el desarrollo de la cromatografía de gases se han investigado y utilizado docenas de detectores. En las secciones que siguen a continuación, se describen los utilizados más frecuentemente. En cromatografía de gases, un detector ideal tiene las siguientes características:

- Adecuada sensibilidad
- Buena estabilidad y reproducibilidad.
- Una respuesta lineal para los analitos que se extienda a varios ordenes de magnitud.
- Un intervalo de temperaturas de trabajo comprendido desde la temperatura ambiente hasta al menos 400 °C.
- Un tiempo de respuesta corto que lo haga independiente del caudal.
- Alta fiabilidad y manejo sencillo. Hasta el punto de estar a prueba de la impericia de operadores inexpertos.
- Respuesta semejante para todos los analitos, o por el contrario, una respuesta selectiva y altamente predecible para una o más clases de analitos.
- No destructivo de la muestra. (Reyes, 2012, p. 7)

#### *a. Detector de ionización de llama (FID)*

En cromatografía de gases, el detector de ionización de llama (FID) es uno de los detectores más extensamente utilizado y, por lo general, uno de los más aplicables. En un quemador, el efluente de la columna se mezcla con hidrogeno y con aire para luego encenderse eléctricamente (Sarría, 2017, p. 27).

#### *b. Detector de conductividad térmica (TCD)*

Uno de los primeros detectores que se utilizaron en cromatografía de gases, y uno de los que todavía tiene una gran aplicación, se basa en los cambios en la conductividad térmica de la

corriente de gas ocasionados por la presencia de las moléculas de analito. Este dispositivo se denomina a veces un catarómetro. El sensor de un catarómetro consiste en un elemento calentado eléctricamente cuya temperatura, a una potencia eléctrica constante, depende de la conductividad térmica del gas circundante. El elemento calentado puede ser un hilo fino de platino, oro o tungsteno, o también, un termistor semiconductor. La resistencia del hilo o del termistor da una medida de la conductividad térmica del gas (Parrales et al., 2012: p. 17).

### *c. Otros tipos de detectores*

Un espectrómetro de masas unido directamente al cromatógrafo es otro medio de llevar a cabo la detección de los compuestos separados cromatográficamente. El detector fotométrico de llama se ha utilizado extensamente para el análisis de contaminantes del aire y del agua como los pesticidas y los hidrocarburos. Se trata de un detector selectivo que sobre todo es sensible a los compuestos que contienen azufre y fósforo. En este detector, el eluyente se hace pasar a través de una llama hidrogeno/aire a baja temperatura, la cual convierte parte del fósforo a una especie HPO que emite bandas de radiación centradas alrededor de 510 y 526 nm. El azufre de la muestra se convierte simultáneamente en S<sub>2</sub>, el cual emite una banda centrada en 394 nm. Para aislar esas bandas se emplean los filtros adecuados, y sus intensidades se registran fotométricamente. Con la fotometría de llama se han detectado otros elementos entre los que se incluyen los halógenos, nitrógeno y diversos metales, como el estaño, cromo, selenio y germanio. (Agilent Technologies, 2014, p. 92)

En el detector de fotoionización, el efluente de la columna se irradia con un haz intenso de radiación ultravioleta de energía variable desde 8.3 a 11.7 eV ( $\lambda = 149$  a 106 nm), la cual provoca la ionización de las moléculas. Al aplicar un potencial a través de una celda que contiene los iones producidos, se origina una corriente de iones, la cual es amplificada y registrada (Parrales et al., 2012: p. 21)

### **1.3.3 Cromatografía de gases del aceite esencial de *Ishpingo***

(Jibaja y Maldonado, 2018 : p. 10) En su estudio el análisis cromatográfico del aceite esencial de cálices revela la presencia de dos grandes picos con tiempos de retención de 12,213 y 13,718 minutos; en tanto que en el aceite esencial de las hojas se observaron también dos picos representativos por su tamaño, con una ligera variación en sus tiempos de retención (12,117 y 13,677 minutos). Se utilizaron las siguientes condiciones experimentales:

- Muestra de ensayo: 25 mL de aceite esencial diluido en 1 mL de CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>
- Equipo: Varían CP-3380

- Columna: DB-5 (polydimethylsilo-xane bonded phase), diámetro interno 0.32 mm, largo 30 m, espesor 0.15 mm

Las condiciones de operación fueron:

- Temperatura del inyector: 280 °C
- Temperatura de FID 280 °
- Gas portador: Nitrógeno, flujo 159 mL/min, split 1:40

Programación de temperatura:

Inicial: 45 °C, se incrementa a 100 °C con una rampa de 1 °C/min, y sucesivamente a 250 °C con una rampa de 5 °C/min, esta temperatura se mantiene hasta el final del análisis. La corrida demoró 95 minutos (Jibaja y Maldonado,2018: pp. 6-7).

Por otro lado (Noriega et al.,2008: p. 2) indica que, para la separación cromatográfica, la muestra de aceite esencial se preparó disolviendo 30 µL de aceite en 1 mL de metanol. Con la ayuda de un dispositivo CAMAG Linomat IV, se depositaron volúmenes de 20, 15 y 10 µL en TLC Merck sílice 60. El disolvente utilizado fue tolueno-acetato de etilo-éter de petróleo.

#### **1.4 Aplicación del aceite esencial de Ishpingo en la industria**

En los últimos años está siendo aprovechado el Ishpingo (idioma shuar) o canela amazónica *Ocotea quixos*, su corteza interna de las ramas, la misma que tiene características organolépticas similares a la canela de oriente *Cinnamomum zeylanicum* o *Cinnamomum verum*, utilizada en la industria de alimentos como especia. De la planta también se aprovecha el cáliz de la flor deshidratado tanto como especia como para la elaboración de artesanías (Herrera y Villegas, 2017: p. 7).

Los pobladores originarios de la Amazonía, tradicionalmente obtienen varios beneficios de ella, como son: medicinas, alimentos, materiales para la construcción de casas, canoas, colorantes, ingredientes, etc. Desde hace muchos años, la industria ha puesto su interés en los productos forestales maderables y no maderables provenientes de este ecosistema, debido a que el uso especialmente de materias primas extraídas de él, se ha convertido en una actividad principal de la que se está fabricando productos importantes para el hombre (Torres,2013, p. 3).

Las capacidades curativas vienen a partir de tres tipos básicos de componentes presentes en los aceites esenciales encontrados en la corteza. Estos aceites contienen los componentes activos llamados: cinamaldehído, acetato de cinamilo y alcohol cinámico, más una amplia gama de otras sustancias. Contiene además compuestos fenólicos (antioxidantes), es una fuente excelente

de fibra, manganeso, hierro y calcio. Algunas personas desarrollan alergias y dermatitis después de la exposición al aceite. No se recomienda su uso medicinal en mujeres embarazadas (Cárdenas et al., 2016: p. 5).

Desde hace aproximadamente 7 años, se viene estudiando las propiedades del aceite esencial extraído de las hojas de la planta, el mismo presenta propiedades inhibitoras del crecimiento de hongos y bacterias, así como un aroma particular, por lo que su uso está en crecimiento en la industria farmacéutica y cosmética (Reyes y López, 2012: p. 30).

El aceite fue utilizado para un experimento de evaluación de actividad antimicrobiana y antifúngica, demostrando que el aceite foliar tiene una alta capacidad inhibitoria contra hongos (levaduras) y bacterias; siendo el resultado la inhibición del crecimiento de cepas de *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus mutans* (Torres, 2013, pp. 4-5).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) al aceite esencial se lo puede incorporar a la industria como un aditivo natural siendo estas sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, su textura o su aspecto, algunos de ellos se llevan empleando desde hace siglos para conservar alimentos, como ocurre con la sal en la carne, el azúcar en mermeladas y el dióxido de azufre en el vino (OMS, 2018, p. 1).

Según la Administración Nacional de Medicamentos, alimentos y tecnología médica (ANMAT) los aditivos son ingredientes agregados intencionalmente, cuyo objetivo es el de modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, durante el proceso de elaboración, envasado, almacenado, transporte o manipulación de un alimento. Es decir, en general se utilizan para aumentar la estabilidad o capacidad de conservación, incrementar la aceptabilidad de alimentos genuinos, pero faltos de atractivo, permitir la elaboración más económica y en gran escala de alimentos de composición y calidad constante en función del tiempo (ANMAT, 2015).

En el transcurso del tiempo se han obtenido una gran variedad de nuevos aditivos para satisfacer las necesidades de la producción alimentaria, dichas sustancias se pueden obtener de plantas, animales o minerales o producirse sintéticamente. Se añaden de forma intencionada con un determinado propósito tecnológico para dotar al alimento, actualmente se utilizan cientos de miles de aditivos con funciones específicas que permiten que los alimentos sean más inocuos o tengan un mejor aspecto (OMS, 2018, p. 2).

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Métodos para sistematización de la información

La metodología descriptiva fue aplicada para el desarrollo de la presente investigación, en la cual implica analizar sistemáticamente fuentes bibliográficas, criterios por parte de expertos, acerca de las investigaciones y resultados que se han llevado a cabo en el estudio del aceite esencial obtenido del Ishpingo (*Ocotea quixos*) y sus componentes bioactivos como aditivos naturales en la industria, la misma que podrá ser utilizada y replicada para posteriores investigaciones.

Para iniciar con la redacción de la investigación se tomó en cuenta que el 70% de las investigaciones sean desarrolladas desde el año 2015 en adelante, mientras que el 30% de estudios se buscó menores al 2015 dichos datos se tomó en cuenta gracias a la importancia de sus resultados para contribuir en la presente trabajo, lo cual fue tomado de varias fuentes confiables como artículos científicos, artículos de revisión, revistas especializadas, libros y trabajos de titulación, para su búsqueda se utilizaron plataformas digitales como: Google, Google académico, INFOMED, ELSERVIER, Scielo, Dialnet, Google Scholar, entre otras.

##### 2.1.1 Criterios de selección

Como bien sabemos internet es una de las principales fuentes de información utilizadas en este tiempo, diseñada para promover el intercambio ilimitado de la información, sin que existan necesariamente reglas o procedimientos para asegurar la calidad de la información expuesta. Cualquier persona puede crear su propia página Web, indica (Ronconi, R. 2015 p. 2,3,4) pero vio la necesidad de desarrollar las siguientes estrategias efectivas de evaluación.

- Exactitud: Se debe asegurar que los autores suministren la información necesaria, si el sitio web pertenece a alguna entidad gubernamental, una organización comercial, institución educativa, la información está libre de errores gramaticales, ortografía, tipografía, los gráficos y tablas deben estar claramente titulados y fáciles de leer.
- Autoría: Debe estar dada por el responsable de la plataforma digital este puede ser una persona o grupos de personas quienes cuiden su prestigio y las fuentes utilizadas.
- Objetividad: Se deben detallar claramente los objetivos, metas, opiniones que expresa el autor de dicha página.

- Organización: Se espera que el sitio se encuentre ordenado lógicamente y que cada segmento de información se relacione con los demás.
- Navegabilidad: Se considera la facilidad que se le ofrece al usuario de ubicarse y moverse dentro del sitio.
- Actualidad: Indica si el contenido se actualiza con regularidad.
- Acceso: Manifiesta la facilidad de conexión su costo y condiciones de uso.

### ***2.1.2 Métodos para sistematización de la información***

Constatando a través de la literatura revisada el efecto positivo que presenta el aceite esencial de Ishpingo y la coincidencia de numerosos autores sobre su poder inhibitorio frente algunos microorganismos y hongos, los estudios publicados respecto a las propiedades bioactivas del Ishpingo (*O. quixos*, se destacan a Naranjo (1981), Gupta (1995) y Ulloa (2006), quienes mencionan sus usos tradicionales; Bruni y Medici (2003) y Ballabeni et al. (2007), quienes reportan la composición química del aceite del cáliz y su actividad biológica.

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Comparación de resultados sobre la composición química del aceite esencial de Ishpingo (Ocotea quixos)

Para conocer la composición cuantitativa del aceite esencial de Ishpingo se realizó la comparación de 5 autores de los cuales se obtuvo un promedio de 47 compuestos bioactivos, destacándose el  $\beta$ -cariofileno presente en todas las investigaciones, los datos más importantes se los presenta en la tabla 7-3, donde el método de obtención vario por investigador siendo la hidro-destilación por arrastre de vapor más aplicada en dichas investigaciones, para el rendimiento del aceite esencial (Jibaja y Maldonado, 2018) manifiestan que de los cálices obtuvieron un rendimiento del 1,24 %, después de 2 horas de destilación, (Bruni et al.,2004) reportó el 1,9 % después de 8 horas de destilación y por último (Noriega et al.,2008) obtiene un rendimiento de 0,88 %.

**Tabla 1-3.** Comparación de resultados de la composición química del aceite esencial de Ishpingo (*O. quixos*)

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>					
<b>Autores</b>	(Bruni et al.,2004)	(Noriega et al.,2008)	(Scalvenzi et al.,2016)	(Rodríguez, 2016)	(Galeano et al.,2018)
<b>Método de extracción</b>	Destilación por arrastre de vapor				
<b>Parte analizada</b>	Cáliz	Hojas	Hojas	Hojas	Hojas- Tallos
<b>Compuestos identificados</b>	44	62	50	45	34
<b>Compuestos más sobresalientes</b>	Transcinnamaldehído (27,9%)	β-cariofileno (19%)	Transcinnamaldehído (16,6%)	1,8-cineol (34,38%)	β-cariofileno (19,00 %)
	Metilcinnamato (21,6%)	α-humuleno (14%)	β-cariofileno (10,59 %)	Metilcinnamato (26,07%)	α-humuleno (14,20%)
	Benzaldehido (3,6%)	Eremofileno (11%)	Trans-metiliso-eugenol (11,94 %)	β-cariofileno (14,87%)	Eremofileno (11,40%)
	β-cariofileno (18,5%)	Linalol (0,087%)	α-pineno (9,39 %)		
	1,8-cineol (8,0 %)				

**Realizado por:** (Logroño, Johana,2020)

Mediante la información proporcionada se logró determinar que existe una gran diferencia en cuanto a la composición química del aceite esencial del Ishpingo (*Ocotea quixos*), la misma que se debe a los cambios genéticos de las plantas, al clima, tipo de suelo, estación del año y lugar geográfico en el que se desarrolle la planta, coincidiendo con (Carrasco y Simbaña,2016) quienes encontraron ciertas variaciones en el aceite esencial debido a las condiciones del suelo de los lotes estudiados donde la zona de Archidona presento una humedad de 21,71%, un pH de 5,53% y 10.58% de materia orgánica; y en Misahualli, una humedad 25,87%, un pH de 7,13 y 22,10% de materia orgánica dando como resultado la ausencia del compuesto Eucaliptol causado por la escasa humedad que presentaba la tierra, en cuanto al rendimiento se destaca el mayor de 0,64% obtenida gracias al pH cercano a neutro de la muestra de Archidona, el rendimiento resulta ser bajo en algunos lugares debido al pH neutro y a una escasa humedad los cuales no permiten una mayor absorción de nutrientes.

Otro de los motivos que se debe tomar en cuenta para evitar que el aceite esencial pierda sus aspectos cualitativo y cuantitativo, es el estado de la materia prima siendo las hojas frescas y sanas, la parte principal para la obtención de la mayoría de los compuestos bioactivos, el método de extracción que mejor efecto tuvo fue la hidro destilación por arrastre de vapor, en este punto se debe tomar en cuenta la temperatura, si se trabaja a la presión atmosférica se podrá separar un componente de mayor punto de ebullición que el agua a una temperatura inferior a 100 ° C, esta técnica se utiliza cuando los compuestos cumplen con las condiciones de ser volátiles, inmiscibles en agua, tener presión de vapor baja y punto de ebullición alto.

## **3.2 Efectividad del uso del aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*)**

### **3.2.1 Actividad antimicrobiana y antifúngico**

Para evaluar la actividad antimicrobiana y antifúngico los autores aplicaron diversos métodos, entre los cuales se encontró la difusión en disco, protocolo EUCAST, el método de Bauer-Kirby de difusión en placas con agar y en tubos de caldo para cultivo, de esta manera lograron evaluar el efecto de los aceites esenciales contra bacterias y hongos, observando los siguientes resultados en la tabla 8-3.

**Tabla 2-3:** Comparación de resultados de la actividad antimicrobiana y antifúngica del aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*)

<b>Actividad antimicrobiana y antifúngica</b>					
<b>Autores</b>	(Bruni et al., 2004)	(Noriega et al., 2008)	(Jibaja y Maldonado, 2018)	(Scalvenziet al., 2016)	(Galeano et al., 2018)
	Concentración mínima inhibitoria (CMI)				
	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml
<b>Bacterias gran positivas</b>					
<b>Staphylococcus aureus</b>	-	0.11	-	0.11	0.11
<b>Enterococcus faecalis</b>	-	1.05	-	-	1.05
<b>Listeria grayi</b>	-	0.52	-	0.52	0.52
<b>Staphylococcus epidermidis</b>	-	0.11	0.75	0.11	0.11
<b>Bacillus subtilis</b>	-	-	0.75	-	-
<b>Streptococcus mutans</b>	-	13.08	-	-	13.08
<b>Bacterias gran negativas</b>					
<b>Escherichia coli ATCC 25922</b>	-	13.08	-	-	13.08
<b>Listeria grayi ATCC 19120</b>	-	0.52	-	-	0.52
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>	0.049	0.11	0.75	-	0.11
<b>Klebsiella oxytoca</b>	-	1.05	-	-	1.05
<b>Levaduras</b>					
<b>Candida albicans</b>	-	0.11	0.75	-	0.11
<b>S. cerevisiae</b>	0.24	-	-	-	-
<b>Candida tropicalis</b>	-	1.05	-	-	1.05
<b>Hongos</b>					
<b>Aspergillus oryzae</b>	-	-	-	0.20-0.50	-
<b>Cladosporium cladosporioides</b>	-	-	-	0.50	-
<b>Fusarium solani</b>	-	-	-	0.50	-
<b>Rhizopus stolonifer</b>	-	-	-	0.20-0.50	-
<b>Trichophyton. mentagrophytes</b>	0.50	0.52	-	0.50	-
<b>Moniliophthora roreri</b>	-	-	-	0.50	-

Realizado por: (Logroño, Johana, 2020)

La efectividad antimicrobiana y antifúngica del aceite esencial de Ishpingo donde (Noriega et al., 2008; Scalvenzi et al., 2016; Galeano et al., 2018; Ortiz y Ortiz, 2018), evaluaron concentraciones similares de aceite esencial contra 12 cepas bacterianas con cierta variación para 6 especies fúngicas, observando que las bacterias Gram-positivas son más susceptibles a diferentes concentraciones del aceite esenciales que las bacterias Gram-negativas, como lo afirma (Argote et al., 2017) que la mayor resistencia en las bacterias Gram-negativas podría atribuirse a las diferencias en la

membrana celular de estos grupos de bacterias, de esta manera la membrana externa de las bacterias Gram-negativas tiene superficies altamente hidrofílicas, mientras que los extremos lipofílicos de la membrana celular de las bacterias Gram-positivas pueden facilitar la penetración por un compuesto hidrófobo. Una de las características importantes del aceite esencial de Ishpingo es la hidrofobicidad que presentan sus componentes de tipo monoterpenos oxigenados, tales como 1,8-cineol, metilcinnamato, etc., estos compuestos han sido reportados como buenos moduladores de la actividad antibacteriana, estudios recientes han demostrado que los compuestos fenólicos actúan como antimicrobianos, como los derivados del ácido cinámico cuya actividad es significativa contra *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, ya que permite separar los lípidos de la membrana celular bacteriana y así hacerla más permeable.

La actividad antifúngica contra las cepas de dermatofitos y fitopatógenos del aceite esencial de Ishpingo fue relativamente buena, estos resultados se pueden relacionar con la especificidad de los aceites ricos en trans-cinamaldehído contra cepas de hongos en lugar de bacterias, según lo reportado (Bullerman *et al.*, 1977; Hitoko *et al.*, 1980; Karapinar, 1990) se ha reportado que la mayoría de los aceites esenciales inhiben el desarrollo de los hongos en condiciones *in vitro*, la actividad antifúngica en estos trabajos estuvo fuertemente asociada con fenoles monoterpénicos, especialmente el timol, carvacrol y eugenol, otros componentes de los aceites esenciales como el aldehído cinámico de la canela, el mentol de la hierbabuena y el eugenol del clavo presentan actividad antifúngica.

### 3.2.2 *Actividad antioxidante*

Para conocer la actividad antioxidante se analizó el estudio realizado por (Espadero, 2017) quien utilizó un aditivo natural con el objetivo de evaluar *in-vivo* la eficiencia cosmética en dos formulaciones (loción y crema) elaborados con aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*), tuvieron participación en este estudio sujetos de (30 a 44 años) y (40 a 50 años) evaluaron dos zonas del rostro, la frente y patas de gallos que se forman con el paso de los años, durante un periodo de tiempo de 0 a 56 días de aplicación, siendo el tratamiento con la concentración de 0.4% a los 28 días presentó la mayor efectividad, tanto en la loción como en la crema, se debe tomar en cuenta que este parámetro no se debe sobrepasar caso contrario afectara al aspecto sensorial provocando sensación de desagrado al consumidor.

(Bruni *et al.*, 2004: p. 2) por otro lado estudiaron la actividad antioxidante *in-vitro* del aceite esencial de Ishpingo se evaluó mediante la prueba DPPH y la prueba de blanqueo de b-caroteno, que permiten seguir, respectivamente, el paso primario y secundario de oxidación, los resultados se compararon con las actividades de los antioxidantes sintéticos y con el aceite esencial comercial

de *T. vulgaris*, conocido por sus propiedades antioxidantes, este tipo de enfoque les permitió definir la eficacia antioxidante de un aceite esencial, en la prueba DPPH, el aceite esencial de Ishpingo reveló un notable efecto eliminador de radicales libres, comprobó la actividad antioxidante el aceite esencial de *Ocotea quixos*.

(Montealegre,2011,p.61) Menciona que otra aplicación en la que destaca él aceites esenciales Ishpingo es como fuente botánica potencial para encontrar o desarrollar nuevos agroquímicos, pues se caracterizan por presentar baja toxicidad para animales de sangre caliente, alta volatilidad y toxicidad para plagas de granos almacenados y microorganismos que afectan las plantas.

Gracias a la composición química que presento el aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*) fue utilizado en varios experimentos para evaluar su efectividad, cabe recalcar que la gran parte de estudios son mediante la técnica *in-vitro* debido a que los resultados son generalmente más específicos que los análisis en *in-vivo*, para de esta manera evaluar principalmente su actividad antimicrobiana, antifúngico y antioxidante, siendo los principales responsable de esta acción los compuestos fenólicos, flavonoides y terpenos: donde los primeros constituyen uno de los grupos de micronutrientes más grande presentes en el reino vegetal, hoy en día, existe un gran interés en el estudio de estos metabolitos secundarios, debido a sus propiedades antioxidantes la cual permite un notable efecto eliminador de radicales libres benéficos para la salud humana, tales como en el tratamiento y prevención del cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras patologías, mientras que los terpenos son extensamente usados por sus cualidades aromáticas, juegan un rol importante en la industria alimenticia, agropecuaria y medicinal gracias al efecto antibacteriano y antifúngico

## CONCLUSIONES

- Los componentes bioactivos que se identificó del aceite esencial de Ishpingo (*Ocotea quixos*) presentes en las hojas, cálices, tallos y cortezas son cerca del 83.89%, sobresaliendo tres componentes, en los cuales tenemos al Cariofileno (19%), Humuleno (14%), Eremofileno (11%) para lograr obtener una estandarización en el contenido del aceite es fundamental realizar una caracterización edafoclimática lo que garantiza una materia prima uniforme y de calidad, complementada fundamentalmente con los procesos de extracción de tal manera que permiten obtener pureza y mayor cantidad de metabolitos secundarios presentes en el mismo.
- El estudio de la actividad biológica comprobó que el aceite foliar de Ishpingo (*Ocotea quixos*) tiene una alta capacidad de inhibición contra el crecimiento de cepas de bacterias (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus piogenes*, etc.), de hongos (*Aspergillus oryzae*, *Trichophyton mentagrophytes*) y de levaduras, gracias a la presencia y acción que ejercen los compuestos fenólicos, flavonoides y terpenos del aceite esencial, pero esta actividad se puede ver disminuida por la diferencia en las concentraciones, volumen, condiciones de incubación y variación en la composición química del aceite estudiado.
- Los compuestos que presentan fuerte actividad antioxidante en el aceite esencial son el Cariofileno, Trans-cinamaldehído y Metilcinnamato, los cuales además de ser responsable de inhibir el crecimiento de radicales libres, son usados como terapéuticos naturales en la medicina tradicional INGA, al observar que presenta beneficios relajantes en el sistema nervioso, controlando las secreciones de adrenalina y cortisol producidas por la medula suprarrenal.
- En la actualidad existen varias alternativas que se pueden implementar para aprovechar de manera sostenible este recurso natural como lo es Ishpingo, destacando la extracción del aceite esencial, el mismo que presenta propiedades inhibitorias del crecimiento de hongos y bacterias, así como un aroma particular, para la elaboración de productos horneados, cárnicos, lácteos, refrescos, tés aromatizados, productos de confitería, como constituyente de fitocomplejos para cultivos agro biológicos. Es importante resaltar que en el futuro el aceite foliar de *O. quixos* puede ser una fuente importante para el desarrollo agroindustrial

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprovechar la información aquí generada, como fuente para crear planes de protección del Ishpingo, describiendo de manera detallada de las técnicas y medidas que son necesarias a fin de garantizar el origen y la calidad de la materia prima, para que el producto sea seguro para el consumo humano, enfocándose en procedimientos que controlen su adecuado cultivo, la aplicación de buenas prácticas de recolección de sus hojas, cáliz y corteza, dependiendo de esto directamente la inocuidad y eficacia de los productos elaborados y también desempeñan una función importante en la protección del recurso para que su explotación sea avalado por el Ministerio del Ambiente.
- Para obtener mayor información sobre la aplicación en la industria alimentaria se recomienda utilizar el aceite esencial en formulaciones de productos alimenticios, como un aditivo natural y evaluar su efecto inhibidor y antioxidante, actividades que han demostrado gran efectividad en estudios realizados mediante técnicas *in-vitro*, garantizando óptimos resultados en cuanto a las cualidades del producto y la vida útil del mismo.
- Se recomienda a los futuros investigadores realizar el análisis de los costos de producción, siendo una información importante dentro de las actividades de biocomercio, ya que nos permiten cuantificar o determinar la inversión realizada o que debemos realizar para su industrialización.

## **GLOSARIO**

**Fitocomplejos:** Es el conjunto de todas las sustancias presentes en la droga vegetal, es decir, sus principios activos junto a los demás componentes, todos igualmente importantes para determinar la actividad de la planta.

**Mureína:** O peptidoglucano es un copolímero de azúcares y aminoácidos, compuesto por acetil-glucosamina y ácido acetil-murámico formando cadenas no ramificadas en una estructura reticular. Constituye la estructura básica de la pared de procariotas y proclorofitas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA MÉDICA- ANMAT. 2015.** Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos. y tecnología Médica. [En línea] 2015. [Consulta: 16 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar/consumidores/alimentos/aditivos.pdf>

**AGILENT TECHNOLOGIES.** Su recurso imprescindible para columnas consumibles [En línea] 2014. [Consulta: 27 de Febrero de 2020] Disponible en: <https://www.agilent.com/cs/library/catalogs/public/5991-5213ES.pdf>

**AILLÓN ROJAS, Cristina Lorena.** Estudio de actividad antioxidante en fracciones provenientes de dos plantas medicinales ecuatorianas: extractos hidroalcohólicos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (Ruíz y Pavón) tropaeolacea) y aceites esencial (*peperomia inaequalifolia*)(Ruíz y Pavón). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Universidad Politécnica Salesiana, Carrera en Ingeniería en biotecnología de los recursos naturales, Quito. 2015 pp.1-136. [Consulta: 05 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9903/1/QT08034.pdf>

**ANGUISACA CRIOLLO, Erick Andrés.** Extracción de seis aceites esenciales: “hierba luisa, limón Meyer, menta piperita, flor de naranjo, Pelargonium graveolens y tomillo por arrastre de vapor y su aplicación en la gastronomía”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera De Gastronomía. Cuenca-Ecuador. 2019. pp. 18. [Consulta: 28 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32199/1/Trabajo%20de%20titulación.pdf>

**AVALOS, Adolfo & PEREZ, Elena.** Metabolismo secundario de plantas . Departamento de Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal). [En línea] *Reduca (Biología)*, 2009 (Madrid-España), pp.1-25. [Consulta: 25 de Agosto de 2020]. Disponible en: [https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo\\_secundario\\_de\\_plantas.pdf](https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf)

**BABAR, Ali. et al 2015.** Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. ELSEVIER. [En línea], 2016, (Arabia) [Consulta: 07 de Mayo de 2015]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2221169115001033?token=BAF03A7477DBA6A4BA981CDA9EBFF9BFA9675CA9FDEF35AB238CE25ED7CE91997E4EE7E8D412F5771D2FFA87AC910D1B>

**BALLABENI, Vigilio. et al.** Antiplatelet and antithrombotic activities of essential oil from wild *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. (Lauraceae) calices from Amazonian Ecuador. ELSEVIER [En línea], 2010, (Italia) [Consulta: 19 de Julio de 2020] DOI:10.1016 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/6717723\\_Antiplatelet\\_and\\_antithrombotic\\_activities](https://www.researchgate.net/publication/6717723_Antiplatelet_and_antithrombotic_activities)

f\_essential\_oil\_from\_wild\_Ocotea\_quixos\_Lam\_Kosterm\_Lauraceae\_calices\_from\_Amazonia\_n\_Ecuador.

**BERNAL VILLAVICENCIO, Carla Patricia.** Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad San Francisco de Quito, Carrera de ingeniería química. Quito-Ecuador. 2012. pp. 18. [Consulta: 28 de Mayo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1980/1/105022.pdf>

**BRUNI, Renato. et al.** Chemical composition and biological activities of Ishpingo essential oil, a traditional Ecuadorian spice from *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. (Lauraceae) flower calices. *FOOD CHEMISTRY*. [En línea] 2004. (Quito-Ecuador). N° 85. pp.1-7. [Consulta: 14 de Agosto de 2020]. DOI:10.1016 Disponible en: <http://1-s2.0-S0308814603003698-main.pdf>

**CÁRDENAS, Carlos et al.** Fitoquímica de extractos de *Ocotea quixos* y *Piper carpubya*. [En línea]. *Qualitas*. Vol. 11: 56-83. (2016). Ecuador. [Consulta: 11 de Julio de 2020] Disponible en: [https://www.unibe.edu.ec/wpcontent/uploads/2017/08/04\\_Fitoquimica\\_Ocotea.pdf](https://www.unibe.edu.ec/wpcontent/uploads/2017/08/04_Fitoquimica_Ocotea.pdf)  
**CÁRDENA S, Dairo & SALINAS, Nelson.** *Libro rojo de plantas de Colombia*. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. pp. 232 [En línea], Bogotá-Colombia, 2007. [Consulta: 15 de Agosto de 2020]. Disponible en: [https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR\\_MADERABLES.pdf](https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf)

**CARRASCO LÓPEZ, Omar & SIMBAÑA SARMIENTO, Marco.** Variación de la composición química del aceite esencial de hojas de Ishpingo (*Ocotea quixos*) en función del tipo de suelo, el área geográfica, y de factores ambientales dentro de las zonas de cultivo de la especie vegetal, en la región oriental del Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en biotecnología de los recursos naturales. Quito-Ecuador. 2016. pp. 44-58 [Consulta: 12 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12140/1/UPS-QT09798.pdf>

**CARRION, Ana & GARCIA, Candida.** Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de métodos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Cuenca. (Cuenca). 2010. pp.35. [Consulta: 25 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>.

**CASTILLO, Encarna y MARTÍNEZ , Isabel.** Manual de fitoterapia. [En línea]. Segunda edición . Elsevier, 2015. [Consulta: 25 de Agosto de 2020]. eBook ISBN: 9788490228296 Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/manual-de-fitoterapia/castillo-garcia/978-84-9022-747-3>.

**CASTRO, Leonardo et al.** Composición fitoquímica de los aceites esenciales de *Syzygium aromaticum* y *Citrus limonia* y actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* cepa ATCC 25923. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Bioquímica y farmacia, Cuenca. 2020. pp.1-101. [Consulta: 05 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34033/1/Trabajo%20de%20Titulación.%20pdf.pdf>

**CAZORLA MARTÍNEZ, Marlon Patricio.** “Actividad fotoprotectora de la maracuyá (*passiflora edulis*), Ishpingo (*Ocotea quixos*) en fototipos III (*homo sapiens*) para elaboración de un protector solar”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de bioquímica y farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013. pp. 1-113. [Consulta: 10 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2556/1/56T00323.pdf>

**CHANGO SÁNCHEZ, Katherine Alexandra.** Efecto inhibitorio del aceite esencial de *ocotea quixos* al 50%, 75% y 100% sobre cepas de *porphyromona gingivalis atcc33277*. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad de odontología, Carrera de odontología, Quito-Ecuador. 2018. pp.18-19. [Consulta: 12 de Marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16710/1/T-UCE-0015-ODO-055.pdf>

**COMITÉ PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES (CD-P-SC).** Guía sobre aceites esenciales en productos cosméticos. [En línea], Primera edición. Editorial: dirección Europea para la Calidad del Medicamento y la Asistencia Sanitaria del Consejo de Europa (EDQM) , España. 2018. pp.6. [Consulta: 29 de Junio de 2020]. Disponible en: [https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/docs/Guia\\_Aceites\\_Esenciales.pdf](https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/docs/Guia_Aceites_Esenciales.pdf)

**ENCISO, Edwin & ARROYO, Jorge.** Efecto antiinflamatorio y antioxidante de los flavonoides de las hojas de *Jungia rugosa* Less (matico de puna) en un modelo experimental en ratas. SciELO. [En línea], 2011, (Perú) [Consulta: 18 de Julio de 2020]. ISSN 1025-5583 Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S102555832011000400002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102555832011000400002)

**ESPADERO, Mónica. 2017.** Evaluación in vivo de la eficiencia cosmética de dos formulaciones elaboradas con *Ocotea quixos*. [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Universidad Politécnica Salesiana-Unidad de Posgrados.[En línea] 2017. [Consulta: 16 de Julio de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14897/1/UPS-CT007321.pdf>

**FIGUEIREDO, N. et al.** Atividade antimicrobiana in vitro de Geraniol e Cariofileno sobre *Staphylococcus aureus*. Scielo. [En línea] Vol.20 No.1,( la Habana), 2015. [Consulta: 16 de Julio de 2020]. ISSN 1028-4796 Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962015000100009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000100009)

**FLOR OLIVO, Héctor & PARRA PEDRAZA, Michelle.** Estandarización fitoquímica de extractos hidroalcohólicos de *Ischpink*, *Ocotea quixos* (Lam.) Kostern. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador. 2017. pp.4 [Consulta: 25 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14166/1/UPS-QT11566.pdf>

**FLORES, Virginia. et al.** Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes [En línea], 2014, (México), pp. 18-23. [Consulta: 12 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67435407003.pdf>

**FRANCO MORA, O. et al.** “Ácidos grasos y parámetros de calidad del aceite de semilla de uva silvestre (*Vitis spp.*)”. Scientia Agropecuaria [En línea], 2015, (México) pp.5. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2015.04.04. [Consulta: 15 de Julio de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n4/a04v6n4.pdf>

**FUENTES, Pablo.** Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases para la diferenciación de nueces (*Juglans regia*) según su origen. Universidad de Cádiz. [En línea] Cádiz, 2019. [Consulta: 25 de Febrero de 2020] Disponible en: [https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/22384/TFM\\_Fuentes\\_Pablo\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/22384/TFM_Fuentes_Pablo_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**GALEANO, Paula, ORTIZ, Yudy & ORTIZ, Fredy.** Chemical composition and antioxidant and antibacterial activity of *Ocotea quixos*. *INFOMED*. [En línea]. Volumen 23, Número 4 (2018), Colombia. [Consulta: 25 de Febrero de 2020]. Editorial Ciencias Médicas (ECIMED) ISSN 1028-4796 Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/562/333>.

**HERRERA CARRIÓN, Mónica Paulina, & VILLEGAS ÁLVAREZ, Andrea Abigail.** Estudio de la composición química, actividad antimicrobiana y antioxidante del aceite esencial proveniente de la corteza de la *Ocotea quixos* (Lam) Kosterm. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en biotecnología de los

recursos naturales, Quito-Ecuador.2017. pp.4. [Consulta: 2 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13846/1/UPS-QT11516.pdf>

**HIDALGO MASÍAS, Gilda & ROMERO FAYA, Ana.** Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Piura, Facultad De Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura-Perú. 2016 pp.21. [Consulta: 2 de Abril de 2020]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2658/ING\\_569.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2658/ING_569.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**JIBAJA, Yolanda & MALDONADO, María.** Estudio fitoquímico del aceite esencial de *Ocotea quixos* (lam.) kosterm. (Ishpingo). *infoANALÍTICA*. [En línea], 2018,(Quito-Ecuador), pp. 1-14 [Consulta: 12 de Marzo de 2020]. DOI: 10.26807/ia.v6i2.80. Disponible en: <http://80-1-174-1-10-20180731.pdf>

**JIMÉNEZ, J.** Los extractos vegetales: una industria creciente basada en la innovación. Scielo. vol.30 supl.1 (La Habana). (2015)[En línea] [Consulta: 10 de Agosto de 2020]. ISSN 2224-4697 Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522015000400012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000400012)

**LONDOÑO, Julian.** Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. [En línea] 2015. [Consulta: 05 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>.

**LÓPEZ, N. et al.** Propiedades beneficiosas de los terpenos iridoides sobre la salud. [En línea]. *Nutrición clínica y Dietética Hospitalaria*, 2012,. N° 32. pp.1-11,(Madrid- España) [Consulta: 19 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/PDF/PROPIEDADES.pdf>

**MAGUANA, F. & ROMERO, A. 2006.** Actividad Antimicrobiana de un grupo de Terpenoides. [En línea] 2006. [Consulta: 19 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://200.45.54.140/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/08-Exactas/2006-E-057.pdf>.

**MARTÍNEZ, Alejandro.** Aceites esenciales. [En línea]. Universidad de Antioquia, Facultad Química Farmacéutica. Medellin-Colombia. 2003. pp.1. [Consulta: 15 de Mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA\\_esencias2001b.pdf](http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf).

**MONTEALEGRE PINZÓN, Catalina.** ETNOBOTANICA PRELIMINAR DEL Espíngo (*Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm.) EN LA MEDICINA TRADICIONAL INDIGENA INGA, PRUEBAS FITOQUIMICAS Y EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad De Ciencias Carrera de Biología, Bogota, 2011. pp.1-83. [Consulta: 18 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8875/tesis813.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MONTOYA CADAVID, Gildardo de Jesús.** *Aceites esenciales, una Alternativa de diversificación para el eje cafetero.* [En línea], Primera edición. Editorial Sección de publicaciones e imagen, Manizales-Colombia. 2010. pp.87. [Consulta: 28 de Abril de 2020]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/50956/7/9588280264.pdf>

**MONTOYA, Silvia.** Trade and Industrial Politics Estrategies. Australian Gonment AusAid. [En línea] 2006. (Chile) [Citado el: 20 de Marzo de 2020.] Disponible en: <http://www.sadctrade.org/files/Essentials%20Oils%20TIB.pdf>

**MOSQUERA, Tatiana & VELOZ, Teresa.** “Eficacia in-vitro de un colutorio elaborado con aceite esencial de la hoja de ishpingo *Ocotea quixos* (Lam.) Kostern. ex O.C.Schmidt y clavo de olor *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry”. *Scientific paper La Granja.* [En línea], 2011, (Quito-Ecuador), Vol.13(1): 31-41. [Consulta: 17 Junio de 2020] ISSN: 1390-3799. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8774/1/Eficacia%20intro%20de%20un%20colutorio%20elaborado%20con%20aceite%20esencial%20de%20la%20hoja%20de%20ishpingo%20Ocotea%20quixos.pdf>

**NAVEDA, Gabriela.** Establecimiento de un proceso de obtención de extracto de ruda (*Ruta graveolens*) con alto contenido de polifenoles. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería química y agroindustria. Ecuador. 2010 pp.1-98. [Consulta: 23 de Agosto de 2020]. Disponible en: 2010. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2295/1/CD-3036.pdf>.

**NORIEGA, Paco. et al.** “Antimicrobial and Antioxidant Bioautography Activity of Bark Essential Oil from *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm”. *Journal of Planar Chromatography* 31 (2018) 2, (Pavia-Italia). pp. 163–168. [Consulta: 15 de Junio de 2020] Disponible en: <https://JPC - Journal of Planar Chromatography - Modern TLC> Antimicrobial and antioxidant bioautography activity of bark essential oil from *Ocotea quixos* (Lam.) kosterm.-2.pdf

**NATURAL INGREDIENTS AND SCIENCE- NUTEXA** [En línea] 2017. [Consulta: 18 de Junio de 2020] Disponible en: <https://www.nutexa.com/2017/06/13/qa-todo-sobre-los-extractos-vegetales/>.

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD-OMS. 2018.** Aditivos alimentarios [En línea] (2018). [Consulta: 24 de Enero de 2020.] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

**ORTIZ NÚÑEZ, Alex Dario.**“Evaluación de aceites esenciales y antibióticos sobre los índices productivos y morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cevallos-Ecuador. 2018. pp. 10. [Consulta: 28 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28645/1/Tesis%20147%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20603.pdf>

**ORTUÑO SÁNCHEZ, Manuel Francisco.***Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes.* [En línea], Pimera edición. España: AIYANA, 2006. [Consulta: 28 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=cW5TsDKqx9wC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

**OZORES, Martha.** *Laboratorio de Técnicas Instrumentales UAv.* [En línea] 2020. [Consulta: 25 de Febrero de 2020] Disponible en: <http://laboratoriotecnicasinstrumentales.es/analisis-quimicos/cromatografa-de-gases>

**PALACIOS, Francisca.** Efectos de distintos niveles de déficit hídrico sobre las concentraciones y composición química. [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Postgrado, Chile. 2015 pp.1-43. [Consulta: 29 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148224/Palacios%20Efecto%20de%20distintos%20niveles%20%282015%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**PARRALES, Adriana, et al.** Cromatografía de gases. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Universidad Superior Politécnica del Litoral, Facultad de ingeniería en ciencias de la tierra, Guayaquil. 2012 pp.1-45. [Consulta: 13 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91597/D-68860.pdf>

**PEREDO LUNA, H, & PALOU GARCIA, E.** Aceites esenciales: métodos de extracción [En línea]. Universidad de las Américas, Puebla-México. 2009. pp.27. [Consulta: 08 de Marzo de 2020]. Disponible en: [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf)

**REYES, F, PALOU, E & LÓPEZ, A.** alimentos y ambiental. [En línea]. Departamento de Ingeniería Química, (2012). México. [Consulta: 02 de Julio de 2020]. Disponible en: [https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Reyes-Jurado-et-al-2012.pdf](https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Reyes-Jurado-et-al-2012.pdf)

**RIVERA, Dafne.** Caracterización de aceites esenciales por cromatografía de gases de tres especies del género piper y evaluación de la actividad citotóxica. [En línea] (Trabajo de

titulación). (Ingeniero). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ciencia. (Guatemala). 2020. [Consulta: 05 de Agosto de 2020]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2677.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2677.pdf)

**RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, Margarito. et al.** *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. [En línea], Primera edición. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 2012. pp.38. [Consulta: 28 de Abril de 2020]. Disponible en: [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf)

**RODRÍGUEZ, Carla. 2016.** “Determinación de las propiedades físicas, composición química y evaluación de la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial de la especie *Ocotea quixos* Kosterm de la provincia de Morona Santiago”. *Ilibrary*. [En línea], Universidad Técnica Partículas de Loja, 2016. (Loja). [Consulta: 25 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://library.co/document/9yngwmkz-determinacion-propiedades-composicion-evaluacion-actividad-biologica-antioxidante-santiago.html>

**RODRIGUEZ, Margarito, ALCARAZ, Lilia & REAL, Sergio. 2012.** PROYECTO SAGARPA-CONACYT. [En línea] 2012. [Consulta: 29 de Mayo de 2020]. Disponible en: [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf).

**RONCONI, Roberto.** Criterios para evaluar fuentes de información provenientes de Internet. [En línea], 2015 [Consulta: 25 de Mayo de 2020.] Disponible en. <http://eprints.rclis.org/19297/1/CriteriosparaEvaluarFuentes.pdf>

**SARRIA VILLA, Rodrigo Andrés.** Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas. [En línea] (2017). [Consulta: 18 de Agosto de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324558249\\_CROMATOGRAFIA\\_DE\\_GASES\\_ACOPLADO\\_A\\_ESPECTROMETRIA\\_DE\\_MASAS](https://www.researchgate.net/publication/324558249_CROMATOGRAFIA_DE_GASES_ACOPLADO_A_ESPECTROMETRIA_DE_MASAS)

**SCALVENI, Laura. et al.** Actividad antifúngica *in vitro* de aceites esenciales de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. Y *Piper aduncum* L. *SciELO* [En línea], 2016, (Puyo-Ecuador), pp.16-17. [Consulta: 15 de Abril de 2020]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v28n1/art05.pdf>

**SENA.** *Introducción a la industria de los aceites esenciales de plantas medicinales y aromáticas*. [En línea] Primera edición. Colombia 2016. pp.8. [Consulta: 05 de Abril de 2020]. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion\\_industria\\_aceites\\_esenciales\\_plantas\\_medicinales\\_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf).

**SIERRA, Mauricio. et al.** *Productos naturales: metabolitos secundarios y aceites esenciales* [En línea]. Primera edición. Colombia. ENTRE LIBROS-e-book solution NIT 9000557319-. 2018. ISBN 978-958-56645-5-5 [Consulta: 17 de Agosto de 2020]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/329197168\\_PRODUCTOS\\_NATURALES\\_METABOLITOS\\_SECUNDARIOS\\_Y\\_ACEITES\\_ESENCIALES](https://www.researchgate.net/publication/329197168_PRODUCTOS_NATURALES_METABOLITOS_SECUNDARIOS_Y_ACEITES_ESENCIALES)

**SOTO VÁSQUEZ, Marilú Roxana.** “Composición química y efecto del aceite esencial de las hojas de *Lippia alba* (*Verbenaceae*) en los niveles de estrés académico de estudiantes universitarios”. *Scielo* [En línea], (2019), (Trujillo-Perú) pp. 3. [Consulta: 28 de Abril de 2020].  
Número ISSN: 1815-8242. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n1/a19v26n1.pdf>

**TORRES, Gonzalo.** *Manual de buenas prácticas de recolección del Ishpingo (Ocotea quixos)*. [En línea], Primera edición. Editorial: Madas & Ávila comunicación, Ecuador, 2013. pp.1-42. [Consulta: 24 de Junio de 2020]. Disponible en: <http://chankuap.org/wp-content/uploads/2014/03/Manual-de-buenas-practicas-de-la-Ishpink.pdf>

**TRÁNSITO, M.** Usos de los aceites esenciales. dōTERRA Peace® [En línea], 2020, (México) pp. 18-19. [Consulta: 28 de Mayo de 2020.] Disponible en : <https://media.doterra.com/mx/es/brochures/ebook-100-uses-for-essential-oils.pdf>

**VILLEGAS, Andrea. 2017.** Estudio de la composición química, actividad antimicrobiana y antioxidante del aceite esencial proveniente de la corteza de la *Ocotea quixos* (Lam)Koster. [En línea], (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Carrera en Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, 201, (Quito) [Consulta: 22 de Junio de 2020.] Disponible en : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13846/1/UPS-QT11516.pdf>