



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA

TITULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

**Caracterización física y química de aceites esenciales de especies aromáticas
de la Región Sur del Ecuador.**

TRABAJO DE TITULACION

AUTOR: Rojas Jaramillo, Katty Yasmín.

DIRECTOR: Valarezo Valdez, Benito Eduardo, Ph.D.

LOJA – ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.

Benito Eduardo Valarezo Valdez.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “**Caracterización física y química de aceites esenciales de especies aromáticas de la Región Sur del Ecuador**” realizado por Katty Yasmin Rojas Jaramillo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Junio 2016

F.....

Ph.D. Benito Eduardo Valarezo Valdez

DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Katty Yasmin Rojas Jaramillo declaro ser autora del presente trabajo de titulación: **“Caracterización física y química de aceites esenciales de especies aromáticas de la Región Sur del Ecuador”**, de la titulación de Bioquímica y Farmacia, siendo Benito Eduardo Valarezo Valdez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Formar parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f) _____
Katty Yasmin Rojas Jaramillo
1104793102

DEDICATORIA

*Un corazón agradecido reconoce la
bondad de Dios y de quienes son
instrumentos del padre para
bendecirnos.*

A mis padres, por su amor, sus innumerables sacrificios, valores y enseñanzas, todo lo que soy se los debo a ustedes.

A mi esposo, compañero de vida, mi dupla, por tu apoyo incondicional en todo momento.

A mis hijos, Daniel y Gabriel, detonantes de mi felicidad, por la brillante luz que son en mi diario vivir.

A ustedes mi vida, mis triunfos y todo mi amor.

Katty

AGRADECIMIENTO

“La gratitud nace en aquellos corazones que se toman tiempo para pensar en las misericordias del pasado”.

Charles Jefferson.

En este punto de mi vida, tras largos años recorridos, de buenas y malas experiencias, alegrías, tristezas, esperanza y sobre todo aprendizaje, quedan grabados en mí, profundos sentimientos que me inspiran a expresar mis más sinceras palabras de gratitud:

A Dios, por su infinito amor, fortaleza, sabiduría, por mi bella familia e infinitas bendiciones.

A mis padres, mi gratitud hacia ustedes es tan absoluta que las palabras sobran. Jamás podré retribuirles tanto y todo lo que han dado y han hecho por mí, para que llegue hasta aquí, para que sea quien soy. Los amo.

A mi querida abuelita Emma, gracias por siempre tener una mano extendida hacía mi cuando la necesite.

A Humberto, mi esposo, quien me ha demostrado su apoyo aún en los más duros momentos.

De manera muy especial al PhD. Eduardo Valarezo, en su calidad de Director del presente trabajo, por todo su apoyo y conocimientos brindados a lo largo de esta investigación y sobre todo por su confianza para llevar a cabo la realización de este proyecto.

A la Universidad Técnica Particular de Loja, especialmente a la Titulación de Bioquímica y Farmacia, por acogerme y permitirme el día de hoy estar aquí, culminando esta etapa tan importante en mi vida académica.

A mis amigas, Nathy y Dania, que siempre han sido mis confidentes y me brindan una palabra de aliento en momentos difíciles. Sé que a pesar del tiempo y las circunstancias, siempre estaremos juntas.

A todos gracias, muchas gracias.

Katty.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	ii
DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I.....	5
MARCO TEORICO	5
1.1. Aceites esenciales	6
1.1.1. Extracción.....	7
1.1.2. Clasificación.	8
1.1.3. Caracterización.....	9
1.1.4. Propiedades.	12
1.1.5. Usos y aplicaciones.....	13
1.2. Plantas medicinales	14
1.3. Flora Ecuatoriana.....	16
1.4. Flora aromática de la Región Sur del Ecuador	18
1.4.1. Achiote (<i>Bixa Orellana</i>).....	19
1.4.2. Albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>)	21
1.4.3. Apio (<i>Apium graveolens</i>).	22
1.4.4. Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i>).....	23
1.4.5. Ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>).	24
1.4.6. Esencia de rosas (<i>Pelargonium graveolens</i>).....	25
1.4.7. Eucalipto (<i>Eucaliptus globulus</i>).....	26

1.4.8. Hierba Luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	27
1.4.9. Limón (<i>Citrus limón</i>).....	28
1.4.10. Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>).....	29
1.4.11. Menta (<i>Mentha piperita</i>).....	30
1.4.12. Naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	31
1.4.13. Orégano (<i>Origanum vulgare</i>).....	32
1.4.14. Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>).....	33
1.4.15. Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	34
1.4.16. Ruda (<i>Ruta graveolens</i>).....	35
1.4.17. Sacha anís (<i>Tagetes filifolia</i>).....	36
CAPITULO II.....	37
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
2.1. Metodología.....	38
2.1.1. Recolección del material vegetal.....	39
2.1.2. Extracción del aceite esencial.....	40
2.1.3. Determinación de las propiedades físicas.....	42
2.1.4. Determinación de la composición química del aceite esencial.....	45
CAPITULO III.....	49
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	49
3.1. Propiedades físicas.....	50
3.1.1. Densidad relativa.....	50
3.1.2. Índice de refracción.....	51
3.1.3. Actividad Óptica específica.....	52
3.2. Composición Química.....	52
3.2.1. Composición Química del aceite esencial de Achiote.....	53
3.2.2. Composición Química del aceite esencial de Albahaca.....	54
3.2.3. Composición Química del aceite esencial de Apio.....	56
3.2.4. Composición Química del aceite esencial de Cedrón.....	57

3.2.5. Composición Química del aceite esencial de Ciprés.	59
3.2.6. Composición Química del aceite esencial de Esencia de Rosas.	61
3.2.7. Composición Química del aceite esencial de Eucalipto.	63
3.2.8. Composición Química del aceite esencial de Hierba luisa.	65
3.2.9. Composición Química del aceite esencial de Hojas de Naranja.	66
3.2.10. Composición Química del aceite esencial de Limón.	67
3.2.11. Composición Química del aceite esencial de Manzanilla.	69
3.2.12. Composición Química del aceite esencial de Menta.	71
3.2.13. Composición Química del aceite esencial de Naranja.	73
3.2.14. Composición Química del aceite esencial de Orégano.	74
3.2.15. Composición Química del aceite esencial de Romero.	75
3.2.16. Composición Química del aceite esencial de Ruda.	76
3.2.17. Composición Química del aceite esencial de Sacha anís.	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFIA	81
ANEXOS	95
ANEXO 1	96
ANEXO 2	97
ANEXO 3	99
ANEXO 4	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los aceites esenciales.	8
Figura 2. Cromatógrafo de gases.....	11
Figura 3. Taxonomía Achiote (<i>Bixa Orellana</i>).....	20
Figura 4. Taxonomía Albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>).....	21
Figura 5. Taxonomía. Apio (<i>Apium graveolens L.</i>	22
Figura 6. Taxonomía. Cedrón (<i>Aloysia triphylla L.</i>).....	23
Figura 7. Taxonomía. Ciprés. (<i>Cupressus sempervirens L.</i>).....	24
Figura 8. Taxonomía. Esencia de Rosas (<i>Pelargonium graveolens L.</i>).....	25
Figura 9. Taxonomía. Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus L.</i>).....	26
Figura 10. Taxonomía. Hierba Luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>).	27
Figura 11. Taxonomía. Limón (<i>Citrus limon</i>).	28
Figura 12. Taxonomía. Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>).....	29
Figura 13. Taxonomía. Menta (<i>Mentha piperita L.</i>).	30
Figura 14. Taxonomía. Naranja (<i>Citrus sinensis</i>).	31
Figura 15. Taxonomía. Orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>).....	32
Figura 16. Taxonomía. Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>).....	33
Figura 17. Taxonomía. Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	34
Figura 18. Taxonomía. Ruda (<i>Ruta graveolens</i>).	35
Figura 19. Taxonomía. Sacha anís (<i>Tagetes filifolia</i>).	36
Figura 20. Metodología del trabajo experimental.	38
Figura 21. Proceso de destilación, decantación y etiquetado.....	41
Figura 22. Muestra contenida en picnómetro.	42
Figura 23. Proceso de determinación del índice de refracción.	43
Figura 24. Proceso para la determinación de la actividad óptica específica.....	44
Figura 25. Cromatógrafo de gases.....	45
Figura 26. Condiciones operacionales para CG-EM en la columna DB-5MS.	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sitios de recolección del material vegetal.....	39
Tabla 2. Densidad relativa.	50
Tabla 3. Índice de refracción.....	51
Tabla 4. Actividad óptica específica.	52
Tabla 5. Composición química del aceite esencial de Achiote.	53
Tabla 6. Composición química del aceite esencial de Albahaca.	54
Tabla 7. Composición química del aceite esencial de Apio.	56
Tabla 8. Composición química del aceite esencial de Cedrón.	57
Tabla 9. Composición química del aceite esencial de Ciprés.	59
Tabla 10. Composición química del aceite esencial de Esencia de Rosas.....	61
Tabla 11. Composición química del aceite esencial de Eucalipto.....	63
Tabla 12. Composición química del aceite esencial de Hierba luisa.	65
Tabla 13. Composición química del aceite esencial de Hojas de Naranja.....	66
Tabla 14. Composición química del aceite esencial de Limón.	67
Tabla 15. Composición química del aceite esencial de Manzanilla.	69
Tabla 16. Composición química del aceite esencial de Menta.	71
Tabla 17. Composición química del aceite esencial de Naranja.....	73
Tabla 18. Composición química del aceite esencial de Orégano.	74
Tabla 19. Composición química del aceite esencial de Romero.	75
Tabla 20. Composición química del aceite esencial de Ruda.....	76
Tabla 21. Composición química del aceite esencial de Sacha anís.	77

RESUMEN

Los aceites esenciales de las partes aéreas de dieciséis especies ampliamente cultivadas alrededor de la Región Sur del Ecuador fueron aislados mediante el método de arrastre con vapor en un equipo tipo Clevenger. La composición química se determinó usando Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas, donde se determinó que los compuestos mayoritarios de las especies estudiadas fueron: en el aceite esencial de *Bixa orellana* el epi- α -bisabolol (28,41%); en *Ocimum basilicum*, cinamil acetato (40,90%) y linalol (28,55%); en *Apium graveolens*, limoneno (72%); en *Aloysia triphylla*, el α y β citral (29,97% y 22,64% respectivamente); en *Cupressus sempervirens*, limoneno, sabineno y α -pineno (15,04%; 13,32% y 13,24% respectivamente); *Pelargonium graveolens*, β -citronelol (24,79%) y citronelol formato (14,13%); en *Eucaliptus globulus*, 1-8 cineol (77,36%); en *Cymbopogon citratus*, geranial y β - citral (44,90% y 31,38% respectivamente); *Citrus limon*, limoneno (47,11%); *Matricaria recutita*, alcanfor (20,56%); *Mentha piperita*, carvona (41,04%); *Citrus sinensis*, limoneno (94,20%); *Origanum vulgare*, γ -terpineno y terpineno-4-ol (15,91% y 15,57% respectivamente); *Rosmarinus officinalis*, alcanfor y β -mirceno (22,68% y 20,60% respectivamente); *Ruta graveolens*, β -nonanona y 2-undecanona (47,94% y 41,17%); en *Tagetes fillifolia*, trans-anetol (78,53%).

PALABRAS CLAVE: CG-EM, composición química, aceite esencial, componentes volátiles.

ABSTRACT

The essential oils of the aerial parts of sixteen species grown in around the Southern Region of Ecuador, were isolated by hydrodistillation in Clevenger-type device. The chemical composition was determined by using gas chromatograph GC-MS. It was determined that in the species studied the main compounds were as follows: in the essential oil of *Bixa Orellana*, epi- α -Bisabolol (28.41%); in *Ocimum basilicum*, cinnamyl acetate (40.90%) and linalool (28.55%); in *Apium graveolens*, limonene (72%); *Aloysia triphylla*, α and β citral (29.97% and 22.64% respectively); in *Cupressus sempervirens*, limonene, sabinene and α -pinene (15.04%, 13.32% and 13.24% respectively); *Pelargonium graveolens*, β -citronellol (24.79%) and citronellyl formate (14.13%); *Eucalyptus globulus*, 1-8 cineole (77.36%); in *Cymbopogon citratus*, geranial and β - citral (44.90% and 31.38% respectively); *Citrus limon*, limonene (47.11%); *Matricaria recutita*, camphor (20.56%); *Mentha piperita*, carvone (41.04%); *Citrus sinensis*, limonene (94.20%); *Origanum vulgare*, γ -terpinene and terpinene-4-ol (15.91% and 15.57% respectively); *Rosmarinus officinalis*, camphor and β -myrcene (22.68% and 20.60% respectively); *Ruta graveolens*, β -nonanone and 2-undecanone (47.94% and 41.17%); in *Tagetes fillifolia*, trans-anethole (78.53%).

KEYWORDS: GC- MS, chemical composition, essential oil, volatile components.

INTRODUCCIÓN

El descubrir que las plantas podían servir como alimentos, fuente de abrigo y como medicinas fue una de las primeras experiencias de la humanidad (Schultes & Raffath, 2004), las mismas se han utilizado a través de los siglos, por diversos grupos, para aliviar diferentes padecimientos, ya que son la principal fuente de productos naturales, utilizadas por sus significativas acciones terapéuticas tanto en el cuerpo humano como en el de otros animales. (Mendoza & Figueroa, 2006). Se emplean como materia prima en la fabricación de productos farmacéuticos semisintéticos más complejos, la estructura química de sus principios activos puede servir de base para la producción de drogas sintéticas y tales principios pueden ser utilizados como marcadores taxonómicos en la búsqueda de nuevos medicamentos (Akerlele, 1993).

Los productos naturales son estructuras biológicamente validadas a través de la evolución conjunta con el resto de los seres bióticos. La modificación de estos extractos naturales a través de metodologías químicas abre una nueva oportunidad en la búsqueda de diversidad. La síntesis orgánica dará respuesta para la fabricación de algunos productos naturales de tal modo que sea industrialmente útil, tomando en cuenta que las plantas y los microorganismos son maquinarias por excelencia en la síntesis de metabolitos secundarios con estructuras de gran interés, ya sea por su complejidad química como por su bioactividad, ya que son capaces de interactuar con diversas proteínas y del mismo modo interviniendo positivamente en procesos patológicos que afectan la salud. (Gutierrez y Estévez, 2009).

Es necesario, hacer esfuerzos para evitar que el conocimiento tradicional sobre plantas medicinales se pierda definitivamente, de tal manera que se logre preservar esta preciada herencia ancestral y cultural, y que a su vez sea registrada la información sobre especies útiles, que pueden ser de alto interés para la creación de nuevas fuentes de medicamentos entre otros beneficios para la humanidad, aportando, al mismo tiempo, a la protección de la biodiversidad. (Akerlele, 1993); (Katewa, Chaudhary, & Jain, 2004)

En el presente estudio se planteó lograr la caracterización mediante la determinación de la composición química y propiedades físicas de los aceites esenciales de dieciséis especies aromáticas que son ampliamente cultivadas y utilizadas alrededor de nuestra región en pro de que en la posteridad sirvan como base en investigaciones que pretendan utilizarlos como materia prima debido a su importancia en las industrias farmacéutica, cosmética y alimenticia.

La investigación se desarrolló en la Sección de Ingeniería de Procesos del Departamento de Química de la Universidad Técnica Particular de Loja. El objetivo general planteado fue caracterizar física y químicamente los aceites esenciales obtenidos de especies aromáticas de la Región Sur del Ecuador. En lo referente a los objetivos específicos considerados como componentes del proyecto se realizó la extracción de los aceites esenciales; la determinación de las propiedades físicas (densidad relativa, índice de refracción y actividad óptica) se realizó únicamente con las especies de las que se pudo obtener volúmenes suficientes para los diferentes procesos a los que debían ser sometidos. En cuanto a la identificación de los compuestos volátiles de los aceites esenciales, se trabajó con todas las especies destiladas a excepción de *Bursera graveolens*. Para llevar a cabo la investigación se inició con la recolección del material vegetal, el cual fue sometido a un tratamiento post cosecha, previo a la extracción de los aceites mediante arrastre con vapor. Se determinó la densidad relativa según la norma AFNOR NF T75-111 (ISO 279:1998); el índice de refracción mediante la norma AFNOR NF 75-112 (ISO 280:1998); la actividad óptica mediante la norma ISO 592; y la composición química utilizando cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de masas CG/MS.

CAPITULO I
MARCO TEORICO

1.1. Aceites esenciales.

En la bibliografía actual podemos encontrar un sinnúmero de definiciones de los aceites esenciales (AE), desde el punto de vista químico, botánico, e industrial; de una manera generalizada se los ha definido como metabolitos de ciertos vegetales, compuestos generalmente por terpenos, asociados o no a otros componentes, muchos de ellos volátiles, que generan en conjunto el olor de dichos vegetales (Sharapin, 2000); (Bakkali, Averbek, Averbek, & Idaomar, 2008); que es en su mayoría agradable; depende de los componentes que contengan ya sea el aceite, o la planta de la que se lo extrae (Bandoni, 2003).

Por otro lado, en la norma AFNOR NF T 75-006, se los define como: “Producto obtenido a partir de una materia prima vegetal, por arrastre de vapor, procedimientos mecánicos, o destilación en seco”. En esta definición se encuentran excluidos los AE que son obtenidos con disolventes u otros procesos (Bruneton, 2001).

Existen especies que no poseen aceites esenciales, así como también otras en las que se hace imposible la extracción del mismo debido a que presentan cantidades extremadamente mínimas (Burt, 2004). Actualmente se conocen alrededor de 4000 aceites esenciales que han sido extraídos de las especies existentes (Pozo y Naranjo, 2006). Estos se forman en las partes verdes de la planta, y conforme va creciendo son transportados a los diferentes tejidos, concretamente a los brotes en flor (Olaya y Méndez, 2003), se pueden encontrar en hojas, raíces, pericarpio de los frutos, semillas, tallo y flores (Peredo, García, y Lopez, 2009).

Los compuestos del aceite esencial forman parte del metabolismo secundario de las plantas, ejerciendo la función de autodefensa, atracción de polinizadores, y reguladores de procesos de evaporación de agua (Rosillo, 2012).

La proporción de los componentes principales varía de un aceite esencial a otro, incluso tratándose de una misma especie, dándoles propiedades medicinales y de toxicidad características para cada planta, las cuales varían en función del momento de recolección, el sitio, cambios en la genética, acondicionamiento de la especie a ser extraída así como el tipo de extracción; todos estos factores determinarán la calidad de los aceites esenciales obtenidos (Matute, 1987).

Es recomendable conocer la composición química de cada especie; pudiendo identificarse: derivados bencénicos, fenoles, ésteres e hidrocarburos lineales, incluyendo la posibilidad de encontrar alcaloides y una gran variedad de compuestos heterocíclicos, derivados piridínicos, sulfuros, aminas, entre otros por lo que es importante hacer un estudio del contenido de la esencia, determinando los porcentajes de cada uno de ellos (Bandoni, 2002).

1.1.1. Extracción.

Una de las técnicas que más se utilizan para extraer aceites esenciales es la destilación por arrastre de vapor, aunque existen varios métodos para realizarlo (prensado, extracción con solventes volátiles, fluidos supercríticos, entre otras). Esta técnica es mucho más utilizada especialmente a nivel industrial debido a su alto porcentaje de rendimiento, la pureza del aceite obtenido y puesto que no requiere tecnología sofisticada. (Martínez, 2001).

La hidrodestilación o destilación por arrastre de vapor de agua es una técnica en la cual factores como el tamaño de las partículas del material vegetal, el factor de empaquetamiento o densidad del lecho y el tiempo de extracción influyen directamente en la composición y el porcentaje de rendimiento de los aceites obtenidos. Consiste en obtener el aceite esencial colocando la materia prima vegetal en un hidrodestilador, aplicando fuentes de calor externa (Bandoni, 2003). El vapor puede ser generado ya sea de forma local (hervidor), remota (caldera) o interna (base del recipiente); así la corriente de vapor de agua calienta la materia prima y se va liberando el aceite esencial, el cual empieza a volatilizarse y es arrastrado con la corriente debido a su solubilidad, esta mezcla es condensada y enfriada, hasta la temperatura ambiental. A la salida del condensador, se obtiene una emulsión líquida inestable que posteriormente será separada en un decantador o florentino (Rodríguez, Alcaráz, y Real, 2012).

El vapor condensado acompañante del aceite esencial que se obtiene a la vez en el florentino durante la extracción, es llamado "agua floral". Posee pequeñas concentraciones de los compuestos que tienen solubilidad en el aceite esencial, por lo que presenta un aroma ligeramente semejante al aceite obtenido. El proceso finalizará una vez que el volumen del aceite esencial que se ha acumulado en el florentino no varíe con el tiempo de extracción. A continuación, el aceite es retirado del florentino y almacenado en un recipiente que lo proteja de la luz en un lugar apropiado (Rodríguez et al., 2012).

1.1.2. Clasificación.

Los aceites esenciales se clasifican en base a diversos criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes que se encuentran en mayor proporción (Figura 1). En base a su consistencia se pueden encontrar: esencias fluidas que son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos, que son extractos naturales obtenidos a partir de arbustos o árboles, se caracterizan por poseer un alto contenido de ácido benzoico y cinámico, así como sus respectivos ésteres, son de consistencia más espesa, poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización. Las resinas, son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química más compleja, pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico, las oleorresinas están formadas por resinas y aceites esenciales y las gomorresinas que son extractos naturales obtenidos de árboles o plantas compuestos por mezclas de gomas y resinas (Cerpa, Mato, y Cocero, 2007).

Según su origen los aceites esenciales pueden ser: naturales, es decir que se han obtenido directamente de la planta y no han sufrido ningún tipo de modificaciones físicas ni químicas posteriormente o artificiales, que son obtenidos usando procedimientos de enriquecimiento de la misma esencia y sintéticos, que son producidos por la combinación de sus componentes, los cuales son elaborados por procesos de síntesis química. (Cerpa et al., 2007)

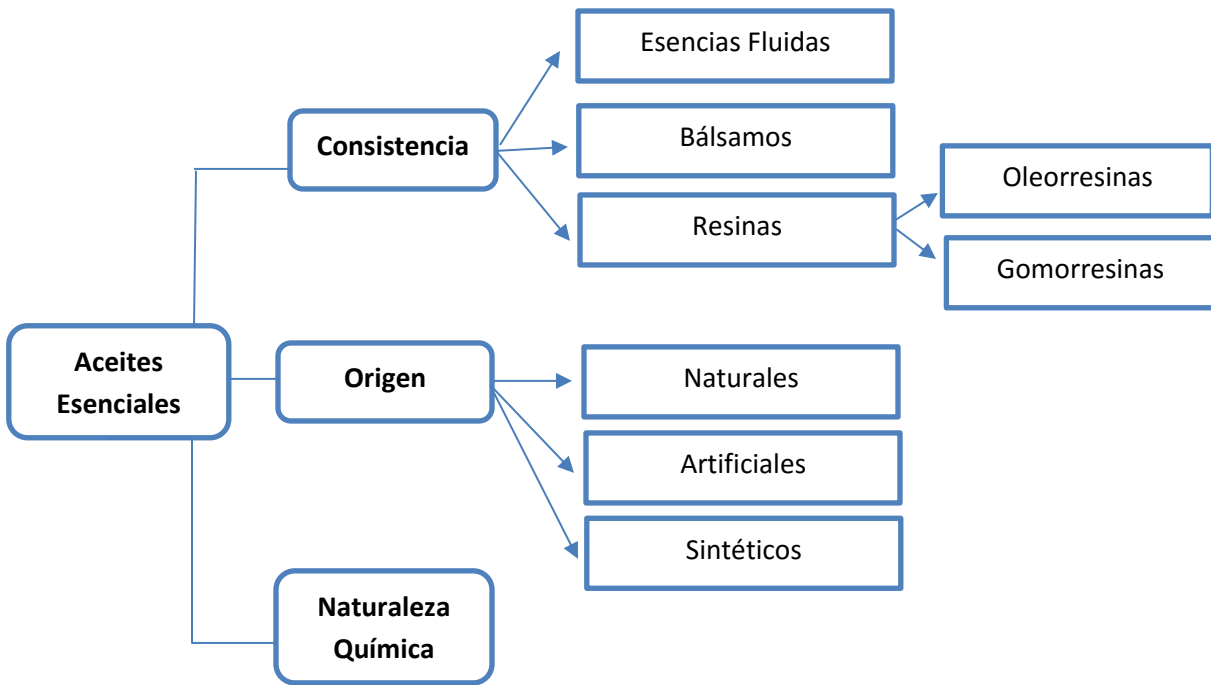


Figura 1. Clasificación de los aceites esenciales.
Elaborado por: La autora

1.1.3. Caracterización.

Caracterizar a través de las propiedades físicas a los aceites esenciales es una manera absolutamente necesaria de evaluar la calidad de los mismos. Es importante calcular el rendimiento del aceite esencial utilizando los datos de la relación entre el volumen de aceite que se obtuvo y la masa de la muestra vegetal que se procesó, así como también se deberá determinar en la medida de las posibilidades, el índice de refracción, la densidad relativa, actividad óptica específica y diferentes propiedades sensoriales tales como olor, color y sabor (Bandoni, 2002).

Los aceites esenciales son volátiles y líquidos a temperatura ambiente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, como éter o cloroformo, y alcohol de alta graduación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero pueden ser arrastrados por el vapor de agua (Cerpa et al., 2007).

Poseen propiedades fisicoquímicas predominantes: la volatilidad, inestabilidad ante la luz, oxígeno, presencia de agentes oxidantes y reductores, medios con pH extremo, o trazas de metales. En lo que respecta a sus solubilidades, tienen la particularidad de que, si bien son solubles en medios no polares, del mismo modo suelen presentar una solubilidad alta en etanol, lo que es explotado en la producción de aromas y extractos hidroalcohólicos para las industrias farmacéuticas y cosméticas. También es destacable la propiedad que presentan de refractar la luz polarizada, por lo que es ampliamente utilizada para realizar controles de pureza, ya que cada aceite presentará índices de refracción característicos (Stashenko, Díaz, Duran, y Martínez, 2007).

Así también, los aceites esenciales presentan un poder rotatorio característico, debido a que algunos de sus compuestos químicos son ópticamente activos (Chemat, Lucchesi, Faureto, Colnaghi, & Visioni, 2006). Se caracterizan por presentar densidades menores que el agua (1g/cm^3), excepto algunas esencias (Monsalve, 2007).

La manera más sencilla de poder definir la composición química de los diferentes aceites esenciales es utilizando la cromatografía de gases que se emplea para obtener el perfil cromatográfico y de este modo cuantificar los principales componentes del aceite esencial, es decir los que se encuentren en mayor proporción o aquellos que, a pesar de no ser mayoritarios, tienen una especial trascendencia para la evaluación de la calidad de los mismos (Bandoni, 2002).

1.1.3.1 Cromatografía de gases.

La Cromatografía de Gases es una técnica de separación de exigencia farmacopéica que puede lograr la más alta resolución de la composición química de los aceites esenciales, esta se basa principalmente en los fenómenos de partición entre una fase móvil gaseosa (helio, argón, hidrógeno, nitrógeno) y una fase estacionaria, la cual está constituida por un líquido muy viscoso que será retenido en el interior de una columna de cromatografía. Al llevar a cabo una separación cromatográfica de gases, la muestra se deberá inyectar en la cabeza de una columna para ser vaporizada. La elución se realiza mediante el flujo de una fase móvil de gas inerte, indiferentemente de la mayoría de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa con las moléculas presentes en el analito, ya que su única función es transportar este último a través de la columna (Skoog, Holler, & Nieman, 2008).

La distinta afinidad hacia la fase estacionaria que presenten cada uno de los componentes que constituyen la mezcla en análisis determinará la separación de los mismos: podrán algunos compuestos ser fuertemente afines a la fase estacionaria, por lo que son retenidos en la misma y saldrán de la columna cromatográfica después de un largo período de tiempo. En el otro extremo podrán existir componentes que sean muy poco afines a la fase estacionaria, y saldrán de la columna casi inmediatamente. En la medida que existan componentes con distintas afinidades, se irán desperdigando dentro de la columna, por lo que se alcanzará finalmente su separación en un espacio de tiempo relativamente corto (Başer & Buchbauer, 2010).

Estos análisis permiten controlar el funcionamiento de los procesos de extracción y almacenamiento, la clasificación de los productos de acuerdo a su especie y origen, la detección de fraudes o adulteraciones y la combinación de fórmulas más atractivas para el consumidor (Teisseire, 1987).

Un cromatógrafo de gases (Figura 2) consiste de:

1. Fase móvil.
2. Puerto de inyección.
3. Horno de la columna.
4. Columnas
5. Fase estacionaria.
6. Detector.
7. Sistema de registro de datos (Olguín y Rodríguez, 2006).

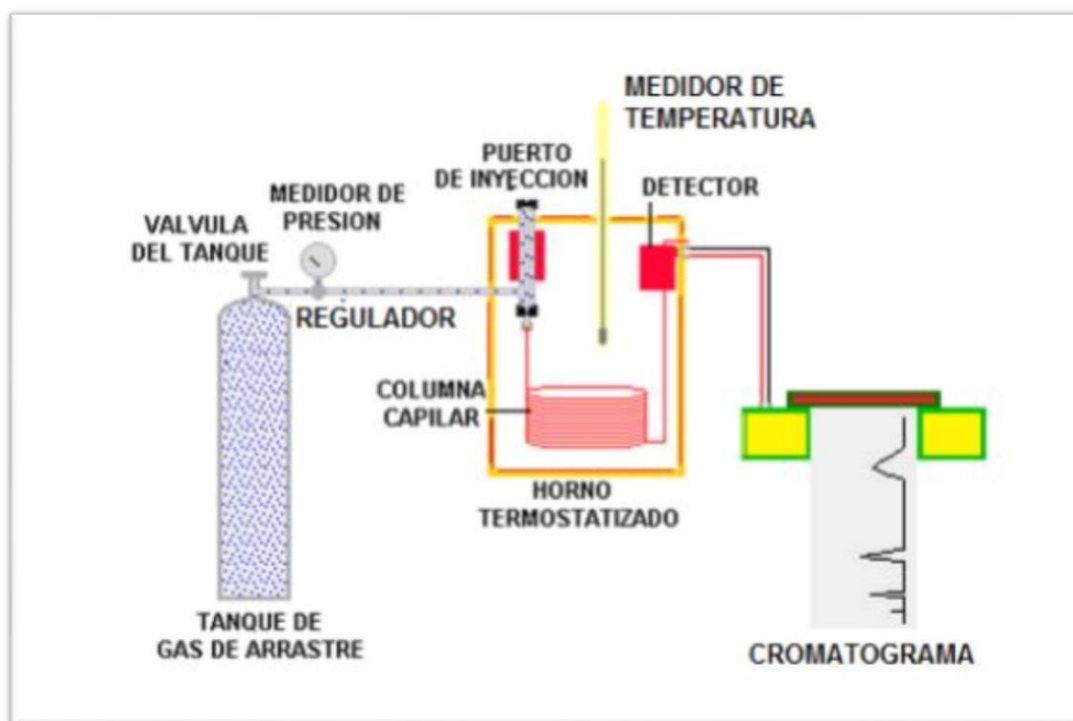


Figura 2. Cromatógrafo de gases.

Fuente: Acevedo, (2010).

La cromatografía de gases es una técnica con la que se consigue la separación de mezclas complejas, pero una vez separados los componentes individuales de una muestra problema, los picos cromatográficos dados por el tiempo de retención son el único dato con el que se puede contar para identificar los compuestos, esta información no suele ser suficiente en especial al trabajar con numerosas muestras, de igual manera ocurre con la espectrometría de masas, con esta técnica se puede identificar casi cualquier sustancia pura, pero no los componentes individuales de una mezcla sin ser separados antes, debido a la complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente, por lo que la asociación de las dos técnicas, da lugar a una técnica combinada GC-MS que permite la separación e identificación de mezclas complejas inyectadas en el cromatógrafo de gases que pasan inmediatamente al espectrómetro de masas que además de proporcionar los espectros, actúa como detector cromatográfico al registrar la corriente iónica, su representación gráfica constituye el cromatograma o "TIC" que da lugar a un pico gaussiano de área proporcional a la concentración del compuesto detectado (Gutiérrez y Droguet, 2012).

1.1.4. Propiedades.

A los aceites esenciales se les atribuyen diversas propiedades terapéuticas dependiendo de los compuestos que estos poseen los cuales son muy diversos.

1.1.4.1 Poder antiséptico.

Esta acción antiséptica, se puede encontrar frente a un gran número de bacterias patógenas incluyendo cepas resistentes a algunos tipos de antibióticos. Se pueden encontrar del mismo modo aceites que también son activos frente a hongos responsables de infecciones como también cuando se encuentran en forma de levaduras. Podemos citar compuestos como el citral, geraniol, linalol o timol entre otros que muestran un poder antiséptico muy superior al del fenol (López, 2004).

1.1.4.2 Propiedades irritantes.

Productos como la esencia de trementina causan un incremento de la microcirculación, rubefacción, sensación de calor y, en algunos casos, una ligera acción anestésica local al ser utilizados por vía externa. Existe una innumerable cantidad de distintos preparados de uso tópico que incorporan aceites esenciales destinados a aliviar esguinces, distensiones y otras algias articulares y musculares. A su vez, al ser utilizados por vía interna, producen irritación a distintos niveles: existen estudios que aseguran que los aceites esenciales de varias especies estimulan las células del mucus y aumentan los movimientos de los cilios del árbol bronquial. De manera análoga, algunos aceites esenciales pueden, a nivel renal, producir vasodilatación y causar un efecto diurético (López, 2004).

1.1.4.3. Propiedades anticancerígenas.

Algunos estudios han demostrado que los componentes de los aceites esenciales poseen capacidades anticancerígenas; se sabe que los isoprenoides presentes en éstos modifican ciertas células previniendo el cáncer (Thormar, 2011).

1.1.4.4. Acción espasmolítica y sedante.

Los aceites esenciales que en su composición química presentan anetol (los de muchas umbelíferas, mentas o el de verbena) son altamente eficaces en disminuir o suprimir de manera parcial o total los espasmos y dolores gastrointestinales. Frecuentemente intensifican la secreción gástrica, por lo que se los ha calificado como digestivos y estomáquicos. Asimismo, algunos aceites esenciales ejercen una acción neurosedante (lavanda, melisa, valeriana) (López, 2004).

1.1.5. Usos y aplicaciones.

Una gran cantidad de aceites esenciales son utilizados en la industria farmacéutica para la obtención de diferentes principios activos, excipientes y aromatizantes que son incluidos en la preparación de jarabes, suspensiones, elixires, entre otras formas farmacéuticas. Asimismo, en la industria de la alimentación, licorería y confitería también suelen ser utilizados como aromatizantes (Gutierrez y Estévez, 2009).

El empleo en perfumería es muy importante debido a las cualidades olfativas de los aceites esenciales. Ello implica que los mismos sean incorporados ya sea en perfumes para aguas de colonia hasta en fragancias para detergentes de ropa. En cuanto a su empleo en cosmética, este se basa en las diferentes funciones específicas que algunas esencias presentan al contacto con la piel, además del uso como aromatizante en las diferentes preparaciones de uso cosmético (Berger, 2007).

Los aceites esenciales han tomado importante relevancia en la industria de productos cosmetológicos, terapéuticos, medicinales, aromatizantes etc., siendo una estrategia de suma importancia, el aprovechamiento de estos recursos, buscando la mejor forma de procesar y conservar los aceites esenciales por largo tiempo sin que pierdan sus propiedades para ser comercializados cuando las ventanas de mercado sean las mejores (Baratta et al., 1998).

En cuanto a la aromaterapia, emplea primordialmente aceites esenciales en sus tratamientos cuyo aporte principal es el desarrollo de tratamientos contra infecciones con el uso de aceites esenciales, obteniendo resultados, en muchos casos similares a los tratamientos con antibióticos y con menor aparición de efectos secundarios ni de resistencias. Para poder explicar estos resultados se está aplicando una técnica denominada aromatograma, un procedimiento similar al antibiograma en el cual se sustituyen los antibióticos por aceites esenciales con el propósito de confirmar de una manera experimental la actividad antibacteriana y fungicida de los aceites esenciales (López, 2004).

1.2. Plantas medicinales

Se consideran medicinales a los vegetales que afecten en cualquier sentido la salud humana, por su ingestión, absorción o contacto; se clasifican en medicinales, aromáticas, venenosas, narcóticas y especias (Fretes y Mendoza, 2010). Ampliando esta definición, las plantas medicinales son aquellos vegetales que elaboran productos llamados principios activos, los cuales son sustancias que realizan acciones farmacológicas, ya sean beneficiosas o perjudiciales, sobre el organismo vivo (Vizoso, Ramos, Villaescusa, Decalo, y Betancourt, 1997).

La Organización Mundial de la Salud las define como cualquier especie vegetal que contenga sustancias que presenten actividades terapéuticas o principios activos que puedan utilizarse como precursores en la elaboración de fármacos (OMS., 2005); son importantes para la investigación farmacológica, y el desarrollo de medicamentos. (Akerele, 1993).

La medicina tradicional ancestral es un recurso de vital importancia para la salud humana, ya que las distintas especies de plantas y árboles empleados en la misma son la base para el desarrollo y la investigación de la medicina, inclusive en algunas zonas rurales e indígenas, son el único recurso del que disponen para suplir sus necesidades a falta de instituciones médicas y la escasez de recursos monetarios para la obtención de medicina moderna (Falconí, 2007).

Explicando estos sucesos estadísticamente, se estima que en la actualidad, las dos terceras partes de la población de los países con economías periféricas recurren a la medicina tradicional, como un complemento a la medicina alopática o científica (Paz, Bassagoda, & Ferreira, 2008), y un alto porcentaje de la población mundial utiliza extractos de plantas o sus principios activos (Katewa et al., 2004).

Debido a que el amplio uso de la medicina tradicional se atribuye a su accesibilidad y asequibilidad, siendo muchas veces la única fuente para la atención sanitaria de los pacientes de limitados recursos (OMS., 2005). Por consiguiente, la reglamentación de la explotación de estas especies, así como de la exportación, en conjunto con programas de cooperación internacional y una adecuada coordinación de los mismos, son primordiales para su conservación a fin de asegurar su disponibilidad para el futuro (López, 2004).

Los medicamentos herbarios, que formaron la base de la atención de salud en todo el mundo desde los primeros días de la humanidad, siguen utilizándose ampliamente y como se ha mencionado tienen una considerable importancia en el comercio internacional. Sigue en aumento el reconocimiento de su valor clínico y farmacéutico tanto como el económico, aunque esto varía ampliamente entre los diferentes países.

Si consideramos nuestras culturas y etnias andinas nos damos cuenta de que son poseedoras de incalculables conocimientos sobre el uso de las plantas, la cantidad de especies usadas y las practicas medicinales ancestrales, se encuentra históricamente documentado que los usos de las plantas en el tratamiento de procesos patológicos se ha dado desde los orígenes del hombre, esta tradición ha sido transmitida a través de generaciones a lo largo del tiempo, prevaleciendo a través de los distintos entornos sociales (De la Torre, Alarcón, Kvist, y Salazar, 2008).

El uso y comercio de plantas medicinales se mantiene como una práctica activa en los mercados de las ciudades ecuatorianas y particularmente en los sectores urbanos del callejón interandino, en donde se comercializan alrededor de 273 especies medicinales, las cuales son empleadas en el tratamiento de más de 70 dolencias (Cerón, 2006).

1.3. Flora Ecuatoriana

El número de plantas vasculares que existe en la Tierra varía según distintas estimaciones entre 260 000 y 320 000 especies (Balslev, Navarrete, De la Torre, y Macía, 2008). El Ecuador cuenta proporcionalmente con una de las floras más ricas de Latinoamérica y del mundo; sumado a ella la inmensa riqueza cultural de la región por la presencia de diferentes grupos étnicos que hace que se conozca de la utilidad de un gran número de especies silvestres y cultivadas principalmente en el ámbito medicinal (Aguirre, Madsen, Cotton, & Balslev, 2002).

Mittermeier, Robles, & Goettsch (1997) incluyen al Ecuador como uno de los 17 países megadiversos del mundo o, dicho en otras palabras, es uno de los países más ricos en diversidad biológica a nivel mundial, especialmente si se considera las cifras reportadas de especies registradas por unidad de área, en comparación con otros países, se concluye que el país es el más biodiverso del mundo (Bravo, 2013). Esta condición se ha visto favorecida por tres factores determinantes: la ubicación del país en el neotrópico, la presencia de la cordillera de los Andes y la influencia de corrientes marinas en sus costas (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2010).

Las más de 17 000 especies de plantas vasculares que existen en el Ecuador (Balslev et al., 2008) son el resultado de una historia de adaptaciones a medios diversos, de coevolución con otros organismos y de la dinámica de la superficie terrestre. Esta gran diversidad de plantas ecuatorianas proviene de especies propias de los Andes Tropicales, de zonas tropicales y subtropicales de América, tropicales de Asia, Malasia, África, así como de zonas templadas de los hemisferios boreal y austral, incluso de las regiones frías del elemento austral, como la subantártica y antártica y de plantas cosmopolitas (De la Torre et al., 2008)

La gran diversidad de la flora ecuatoriana ha sido reconocida y estudiada desde hace mucho tiempo, pero no fue sino hace ocho años que, con la publicación del monumental Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador (Balslev et al., 2008) en el que se documentó la presencia de las especies que se encuentran en el Ecuador, además se indica que este número en los últimos años se ha incrementado en un 6%. De la Torre et al., (2008) enumeran 186 especies adicionales que se esperan encontrar en el país.

Del total, 595 se consideran introducidas. De las 15.306 especies nativas, 4173 se registran como endémicas del Ecuador. El número más alto de especies se encuentra en la región andina, con 9865 especies o el 64,4% del total. La región de la Costa está representada por 4463 especies o el 29,2% y en la región amazónica se encuentran 4857 especies o el 31,7%. En Galápagos solamente se encuentran 699 especies o el 4,6%.

El número de familias registradas para el Ecuador es 273; de estas 254 son nativas. Las familias más grandes son Orchidaceae (2999 especies), Asteraceae (863), Melastomataceae (553), Rubiaceae (493) y Poaceae (451). Ecuador tiene 3013 especies de orquídeas; 3118 especies pertenecientes a 206 familias de plantas son utilizadas con fines medicinales, el 75% de estas son nativas y el 5% de ellas son endémicas, mientras que el 11% son especies que han sido introducidas. El 16% del total de las especies son cultivadas y la mayoría de plantas medicinales son hierbas, arbustos y árboles. Las cinco familias que tuvieron un mayor número de especies de plantas medicinales fueron Asteraceae, Fabaceae, Rubiaceae, Solanaceae y Araceae. Las partes de las plantas más utilizadas son las hojas (30%), la planta entera (10%) y las flores o inflorescencia (6%) (De la Torre et al., 2008).

La flora de este país ha sido desde siempre reconocida por ser inmensamente rica en plantas útiles; evidencias de esto se tienen en las crónicas de los misioneros que acompañaban a los conquistadores donde se hacía referencia al uso que daban los indígenas a las plantas que crecían en estos territorios. Casi la tercera parte de las especies de plantas vasculares del Ecuador han sido o son utilizadas por los distintos pueblos que lo habitan, y que el 15% de ellas se cultivan. Por ello, es evidente que las culturas ecuatorianas han influido directamente en la distribución de las especies útiles y en la selección de las variedades más beneficiosas y productivas para su uso (Buitron, 2012).

1.4. Flora aromática de la Región Sur del Ecuador

Existen numerosas investigaciones que buscan descubrir y aislar nuevas sustancias para tratar enfermedades que actualmente afectan a la humanidad, esto se ve influenciado por el conocimiento de que un gran porcentaje de las medicinas que se consiguen a la venta en las farmacias se obtienen de las plantas por lo que se ha visto incrementado constantemente el interés por las especies de plantas medicinales que son utilizadas por pueblos aborígenes que habitan en el sur del Ecuador (Peguero, 1998).

En la Universidad Técnica Particular de Loja, el Dr. Eduardo Valarezo V., lidera el equipo que estudia la flora aromática del sur del país en busca de especies de las que se puedan extraer aceites esenciales. En este proyecto se comenzó por investigar las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, con el objeto de lograr finalmente un mapa de todo Ecuador. Debido a los bajos niveles de rendimiento de obtención de los aceites esenciales (para un litro de aceite se necesitan de 100 a 500 kilos de planta) se buscan especies abundantes y nativas cuya recolección no afecte a la biodiversidad. La búsqueda no se basa solo en aceites de olores agradables sino también aceites que puedan ser repelentes de insectos o biológicamente activos contra hongos, o incluso que sean antioxidantes para ser aplicados en cosmética” (López, 2005).

En el Ecuador el uso de plantas medicinales está inmerso en la cotidianidad de sus habitantes debido a que el conocimiento médico ancestral es inmenso (Avila y Medellín, 2004). Basándose en un principio en dicho conocimiento, se ha tomado como base para la presente investigación las referencias que la población nos da sobre el uso de especies medicinales para aliviar dolencias o tratar enfermedades.

1.4.1. Achiote (*Bixa Orellana*).

La especie *Bixa Orellana*, es conocida comúnmente con el nombre de Achiote, es un arbusto o árbol pequeño, cuyas ramas se inician aproximadamente a un metro del suelo y puede crecer hasta 5 o 6 m, dependiendo de las características ecológicas de la región (Smith, Williams, Plucknett, & Talbot, 1992). La taxonomía de ésta especie se encuentra detallada en la Figura 3. Tradicionalmente, los indígenas lo usan como una fuente confiable para pintarse el cuerpo con propósitos decorativos, como repelente de insectos y para ayudar a la cicatrización de sus heridas (Leon, 2000).

Como medicamento, la decocción de los brotes tiernos de la planta es considerada antidisentérica, antiséptica, antivenérea, astringente y febrífuga (Smith et al., 1992) y se emplean en la extracción de dientes (Bueno et al., 2005). El follaje es usado para tratar problemas de la piel y hepatitis, para tratar la diabetes y la hipertensión (Lans, 2006). Las hojas se aplican sobre las sienes contra el dolor de cabeza, las raíces se consideran digestivas y antitusígenas (Schultes & Raffauf, 1990).

La infusión de las flores actúa como purgante y regulador de los trastornos circulatorios (Delascio, 1985). Las semillas se usan como tónico gastrointestinal, antidiarreico, purgante, antiprurítico, antiinflamatorio, y en casos de tumores bucales y estados gripales, lavados oculares en caso de conjuntivitis. La masa obtenida de las semillas se emplea por vía tópica en casos de quemaduras y otras afecciones cutáneas, especialmente para evitar la formación de ampollas (Ocampo, 1994).

En estudios en animales se demostró la eficacia de la maceración de los granos en la reducción de los niveles de colesterol y posteriormente se confirmó en pruebas clínicas que los pigmentos aceleran el metabolismo de las grasas (Smith et al., 1992). Las flores molidas son usadas como tratamiento en casos de comezón (Ocampo, 1994).

Se usa contra infecciones o alergias del rostro. La raíz es considerada un diurético. La decocción de las raíces se utiliza para reducir la hipertensión arterial o en cardiopatías. Para una mujer embarazada este tratamiento no es recomendable ya que la raíz es abortiva; Existe literatura científica que respalda los usos como antigonorréico (in-vitro) e hipoglicemiante (Horna, Vaisberg, y Herrera, 1999).

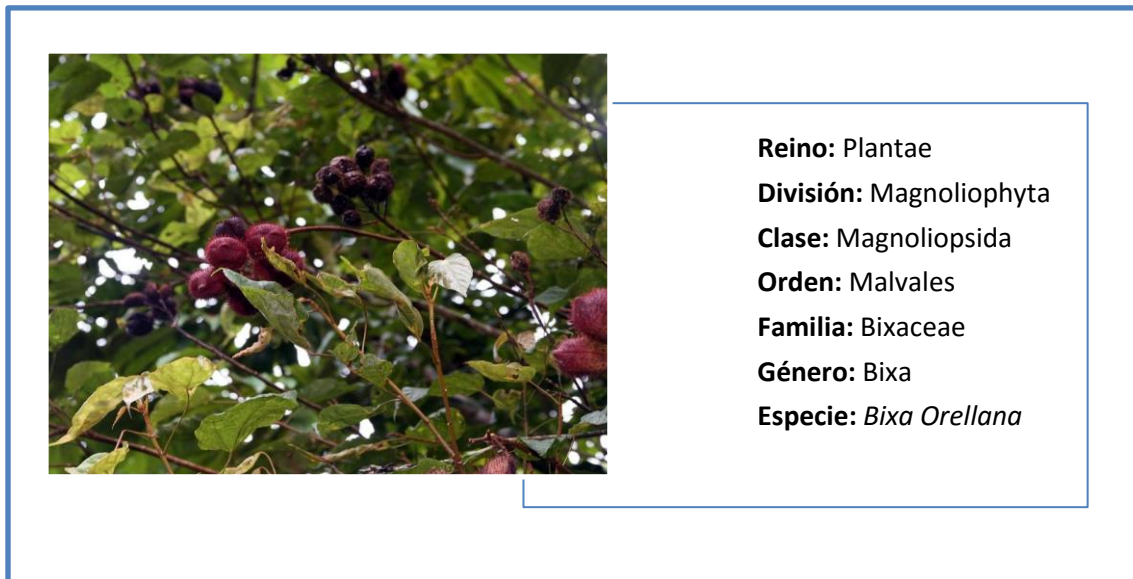


Figura 3. Taxonomía Achiote (*Bixa Orellana*).

Fuente: Tropicos.org., (2016)

1.4.2. Albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

La albahaca es una planta aromática y medicinal, de tallos erectos y ramificados, frondosa, que alcanza de 30 a 50 cm. de altura. Las hojas de 2 a 5 cm, son suaves, oblongas, opuestas, pecioladas y ligeramente dentadas. Las flores son blancas dispuestas en espigas alargadas, asilares, en la parte superior del tallo o en los extremos de las ramas, lampiñas de color verde intenso con pequeñas flores blanco azuladas dispuestas en forma de largos ramilletes terminales (López, 1998).

En la Figura 4 se encuentra detallada la taxonomía de esta especie que es muy utilizada en medicina tradicional para curar afecciones gastrointestinales (diarreas, parasitismo), respiratorias (bronquitis, tos), dolor de oídos y reumatismo. Tópicamente es usada en baños y cataplasmas para tratar afecciones de la piel. Se le atribuye propiedades antisépticas, antiinflamatorias, antiespasmódicas y analgésicas. Se ha comprobado in vitro su actividad antimicótica; el extracto acuoso es activo contra *S. aureus*; el aceite esencial es activo contra patógenos como bacterias (*E. coli*, *P. auruginosas*), hongos (*C. albicans*) y hongos fitopatógenos (*Alternaria sp.*, *Penisillium digitatum*) entre otros (Piyo, Udomslip, Khang, & Thobunluepop, 2009).

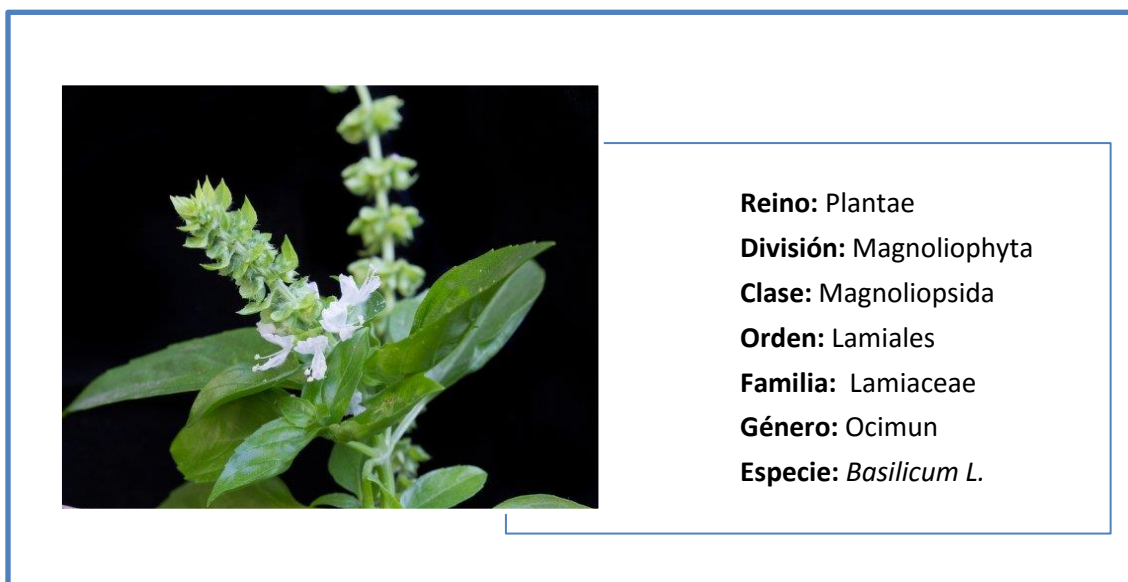


Figura 4. Taxonomía Albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Fuente: Tropicos.org., (2016)

1.4.3. Apio (*Apium graveolens*).

La planta mide 30 cm., su tallo es alargado, grueso y hueco, con forma de pencas, de cuyo extremo salen una cantidad abundante de hojas, de color verde intenso y muy aromático. (Rodríguez et al., 2012). La taxonomía se encuentra indicada en la Figura 5. Se caracteriza por ser carminativo, sedante, aperitivo, digestivo y remineralizante, diurético, depurativo, regenerador sanguíneo y ligeramente laxante, mejora las enfermedades hepáticas, combate las infecciones, ayuda a la eliminación de cálculos renales, mejora la memoria y en uso externo suele comportarse como un cicatrizante (Falconí, 2007).

El aceite esencial elaborado a partir de las semillas de apio ha exhibido actividad bacteriostática in vitro frente a *Bacillus pumilus*, *B. subtilis*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Pseudomonas solanacearum*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenterae*, *Staphylococcus aureus*, *S. albus*, *Streptococcus faecalis*, *S. pyogens* y *Vibrio cholerae*. A su vez, componentes del aceite esencial evidenciaron actividad cercaricida contra los cinco estadios de *Schistosoma mansoni*, el agente responsable de la esquistosomiasis (Pilco, 2012). En México se realizó un estudio de efecto bactericida contra *E. coli*, *S. flexneri*, *S. aureus* y *S. faecalis* en el que se encontró un efecto bactericida contra las 4 especies. Otros estudios han demostrado efectos bactericidas y fungicidas. Además se ha demostrado que el apio protege al organismo de bacterias y hongos (Velasquez, 2011).



Figura 5. Taxonomía. Apio (*Apium graveolens* L.
Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.4. Cedrón (*Aloysia triphylla*).

El cedrón es un arbusto de 1,5 a 2,5 metros de altura con tallos largos y leñosos, con ramificaciones en la parte superior, sus hojas son simples y rugosas, posee flores pequeñas, blancas por fuera y azul violáceo por dentro, se ubican al extremo de los tallos en espigas agrupadas (Quezada, 1992). La taxonomía de *Aloysia triphylla* está detallada en la Figura 6. Las hojas y las flores son utilizadas por su gran concentración en aceites esenciales como citral, limoneno, linalol, terpineol, cineol y cariofileno, tanto para aromatizar las comidas y bebidas, como para fabricar perfumes. En algunas zonas del Ecuador además se utilizan sus ramas para curar los resfríos (Berdonces, 2010).

En la medicina popular; la ingesta por vía oral de la infusión o decocción de las partes aéreas de esta planta se utiliza en como antiespasmódico, tranquilizante, calmante nervioso, expectorante y estomacal (Gupta, 1995); para tratar fiebre, dolor de cabeza y como diurético (Tene et al., 2007). En un estudio recientemente publicado, se demostró que el aceite esencial de *A. triphylla* inhibió el crecimiento in vitro de epimastigotes de *T. cruzi* con una moderada CI_{50} de 96,5 $\mu\text{g/mL}$ (Rojas, Solís, y Palacios, 2010).

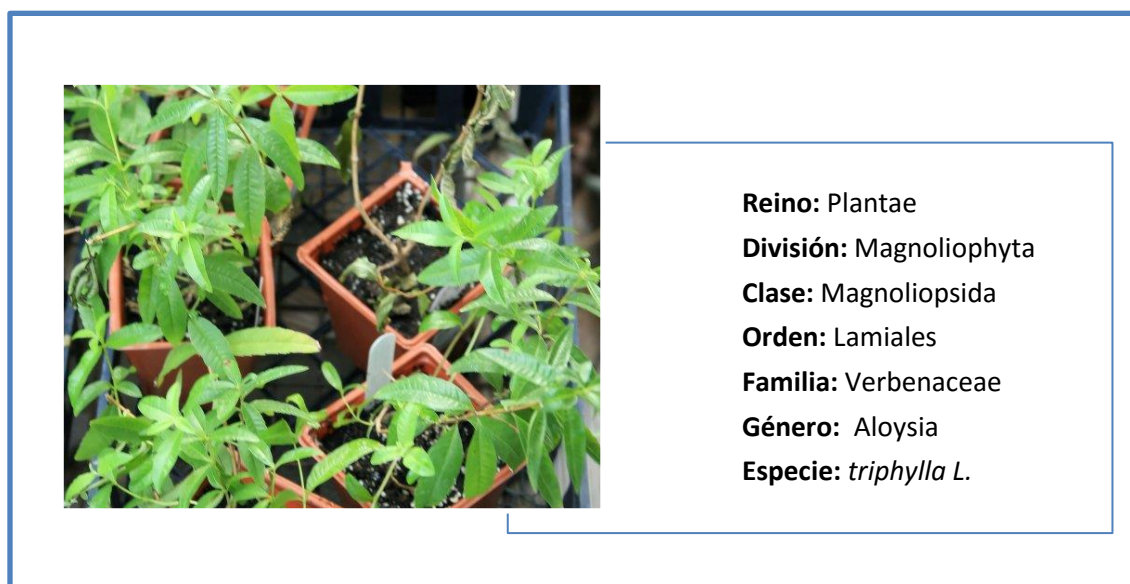


Figura 6. Taxonomía. Cedrón (*Aloysia triphylla* L.)
Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.5. Ciprés (*Cupressus sempervirens*).

Es un árbol de zonas cálidas o templadas, de crecimiento rápido, que puede alcanzar los 20 metros de altura con un diámetro aproximado de unos 60 cm. De forma piramidal, su crecimiento es rápido en los primeros años de vida, ralentizándose después y pudiendo alcanzar los 300 años.

En la Figura 7 se encuentra detallada la clasificación taxonómica de la especie. El aceite esencial de ciprés es uno de los más utilizados para el sistema circulatorio. Se ha reportado actividad giardicida en el tratamiento de diarrea e infecciones parasitarias, donde se demostró inhibición del 50% del crecimiento de *G. lamblia* (Ponce et al., 2001).

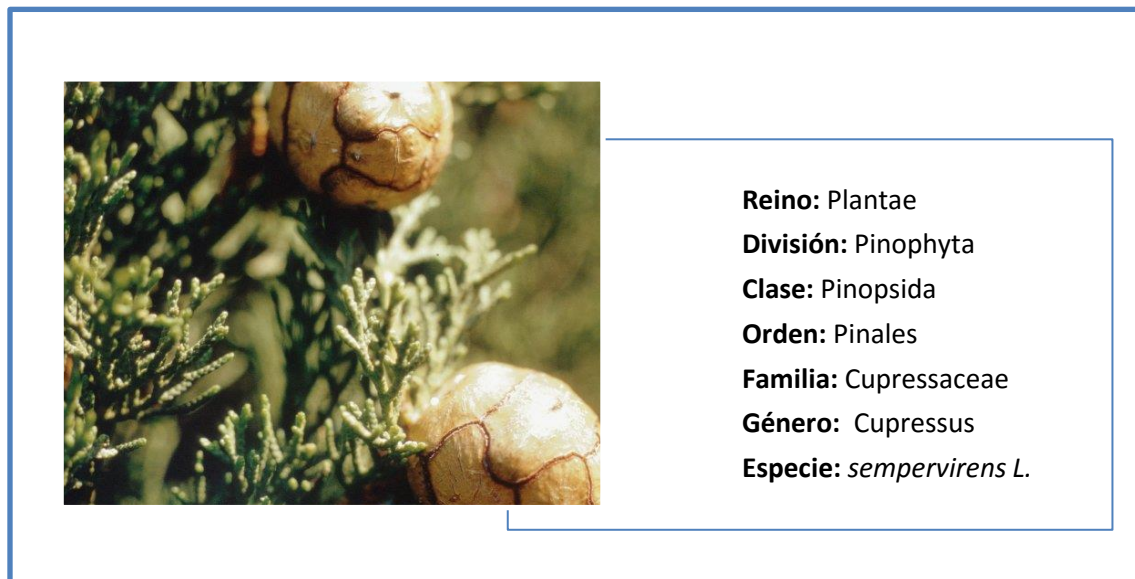


Figura 7. Taxonomía. Ciprés. (*Cupressus sempervirens* L.)

Fuente: Tropicos.org., (2016)

1.4.6. Esencia de rosas (*Pelargonium graveolens*).

Son plantas vivaces de follaje perenne, tienen una base leñosa pero los nuevos brotes son tiernos. En condiciones favorables pueden alcanzar más de un metro de altura. Los pelos glandulares del tallo, peciolo y hoja producen las fragancias de terpenos de estas especies (Nessmann, 1998). La clasificación taxonómica se puede observar en la Figura 8.

Los colores de las flores son claros y brillantes con tonalidades muy variadas que incluyen blanco, crema, naranja, rosa, salmón, rojo, malva, morado y combinaciones de estos. En muchas ocasiones poseen un color más intenso en el interior de los pétalos (Mitchell, Markham, & Boase, 1998).

El Geranio tiene una potente acción antiinflamatoria, corta las hemorragias, desinfecta y cicatriza; de ahí sus propiedades benéficas en problemas dermatológicos como golpes, úlceras, hongos, aftas de la boca, inflamación de las encías, enfermedades periodontales y en la prevención del cáncer de colon (Flores y Laime, 2008).

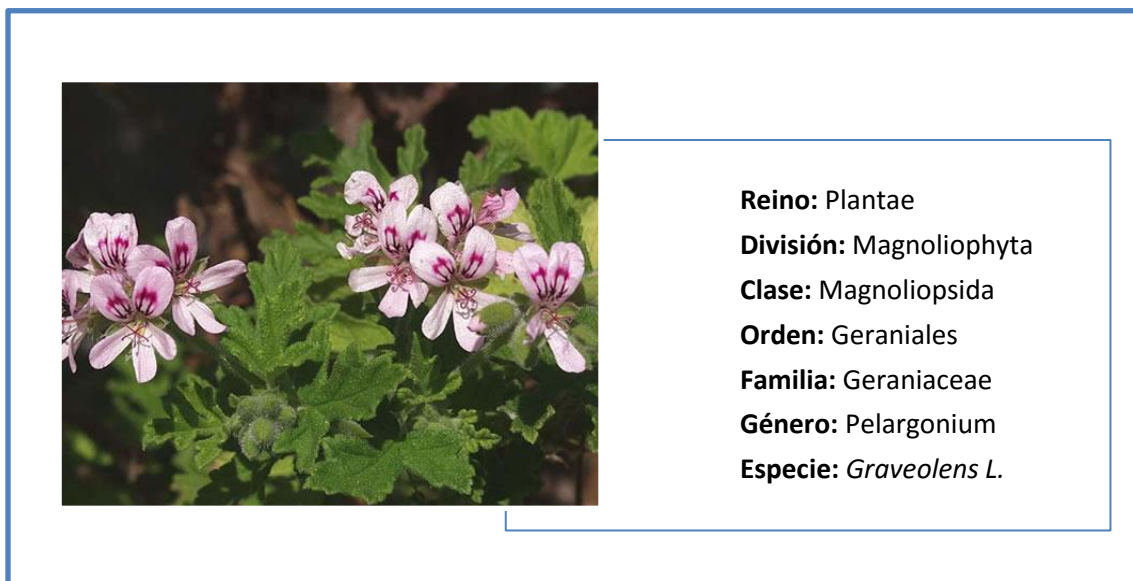


Figura 8. Taxonomía. Esencia de Rosas (*Pelargonium graveolens L.*)

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.7. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Los árboles presentan alturas entre los 45 y 60 m, su diámetro fluctúa entre 90 y 150 cm (Vita, 1990). Presenta flores blancas y frutos que albergan gran cantidad de semillas, hojas ovaladas color verde azulado oscuro cuando son adultas. Prefiere suelos húmedos y profundos (Vita, 1990). En la Figura 9 se encuentra la clasificación taxonómica.

El aceite esencial obtenido de sus hojas tiene un olor agradable y actúa como desinfectante natural; elimina bacterias patógenas, descongestiona las vías respiratorias, tiene propiedades analgésicas y gran importancia en el campo síquico. (Yañez y Cuadro, 2012). Su uso tópico a altas concentraciones producen eritema, puede irritar la piel si se usa continuamente sin las diluciones establecidas según los grados de toxicidad, el uso en niños debe ser en concentraciones mínimas (Jurado, Palou, y López, 2012).

El aceite se emplea en la fabricación de solventes y selladores de conductos radiculares; como componente de colutorios dentales, antiséptico de pastas dentales, pastillas para atenuar la tos y controlar la halitosis causada por bacterias (Gimenes, 2010).



Figura 9. Taxonomía. Eucalipto (*Eucalyptus globulus L.*).
Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.8. Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*).

Cymbopogon citratus es una hierba perenne, de tallos muy ramificados de 1-2m de altura, con nudos ceríferos. Sus ramas son alargadas y un tanto penduladas, con hojas aromáticas amontonadas cerca de la base, de 60-100cm de largo. Presenta inflorescencia amarilla en espiga. No florece o lo hace muy rara vez en el trópico (Soto, Vega, y Tamajon, 2002). En la Figura 10 se detalla la clasificación taxonómica de la especie.

Se usa como anticatarral, antitusivo, estomáquico, carminativo, expectorante y ansiolítico, para aliviar el vómito, antiespasmódico, analgésico, antipirético, como depresor del sistema nervioso central y para disminuir el colesterol. Se reporta también como antipalúdico, diaforético y estimulante, diurético y en el control de la presión arterial (Mendoza y Taborda, 2010).

El aceite esencial presenta efecto antinociceptivo, inhibiendo tanto al sistema nervioso central como al periférico; posee efecto insecticida, antimicrobiano, antifúngico y propiedades terapéuticas; la principal acción del aceite esencial es sobre el aparato digestivo, en casos de colitis, gastroenteritis y otras afecciones gástricas (Essential Oils Peru, 2011).



Figura 10. Taxonomía. Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*).
Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.9. Limón (*Citrus limón*).

Citrus limon es un árbol de talla media o grande, con ramas que presentan espinas fuertes, y hojas de color verde pálido, flores de color rosa - violáceo. Sus frutos suelen ser alargados o más o menos redondeados de corteza ligeramente rugosa con la pulpa de tono amarillo rica en zumo de sabor ácido (Di Giacomo & Mincione, 1994).

La clasificación taxonómica de *Citrus limon* se encuentra en la Figura 11. En la medicina tradicional se utiliza en casos de resfrío, gripe, tos, dolor de garganta y problemas respiratorios (Gasbarra y Villatoro, 2000), es aplicado sobre heridas, ronchas, pápulas y prurito; por el valor estimulante de la cafeína o el mismo ácido ascórbico, se utiliza como diurético en tratamientos de obesidad, al aumentar la micción, eliminando líquido corporal (Brack, 1999).

Un estudio realizado por Forondo en el 2013, en el que se utilizó aceite de limón al 5% de concentración, logró resultados positivos sobre el control de dos patógenos *S. typhimurium* y *E. coli* confirmando el efecto bactericida del aceite esencial (Forondo, 2013).



Figura 11. Taxonomía. Limón (*Citrus limon*).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.10. Manzanilla (*Matricaria recutita*).

Es una planta herbácea anual, con tallo cilíndrico, erguido de 50-60 cm y hojas alternas, presenta en verano una inflorescencia en forma de capítulo paniculado. Las flores son amargas y fragantes. En la Figura 12 se detalla la clasificación taxonómica de la especie. Desde hace miles de años, es utilizada con diferentes fines medicinales (Roig, 1988). Aparece entre las especies de plantas medicinales aprobadas por el Ministerio de Salud Pública de Cuba, se le reconocen propiedades terapéuticas como sedante, antiinfeccioso, antifúngico, en aplicación tópica y oral (Morón, Furones, y Pinedo, 1996).

En diferentes estudios se han encontrado componentes antiinflamatorios y antiespasmódicos, los más importantes son derivados terpénicos: matricina, camazuleno, α -bisabolol. Se ha demostrado, además, actividad antimicrobiana in vitro contra *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus* (Lans, Turner, Khan, Brauer, & Boepple, 2007).

El extracto hidroalcohólico es capaz de inhibir el crecimiento in vitro de promastigotes y amastigotes axénicos (Amsterdam et al., 2009). El aceite esencial de manzanilla se halla entre el 0,4 y el 1,0 % de la planta fresca (Morón et al., 1996), es un ingrediente popular en tópicos por sus efectos calmante y antiinflamatorio sobre la piel, por lo que se utiliza con frecuencia en las industrias farmacéuticas y cosméticas (Mahady, Fong, & Farnsworth, 2001).

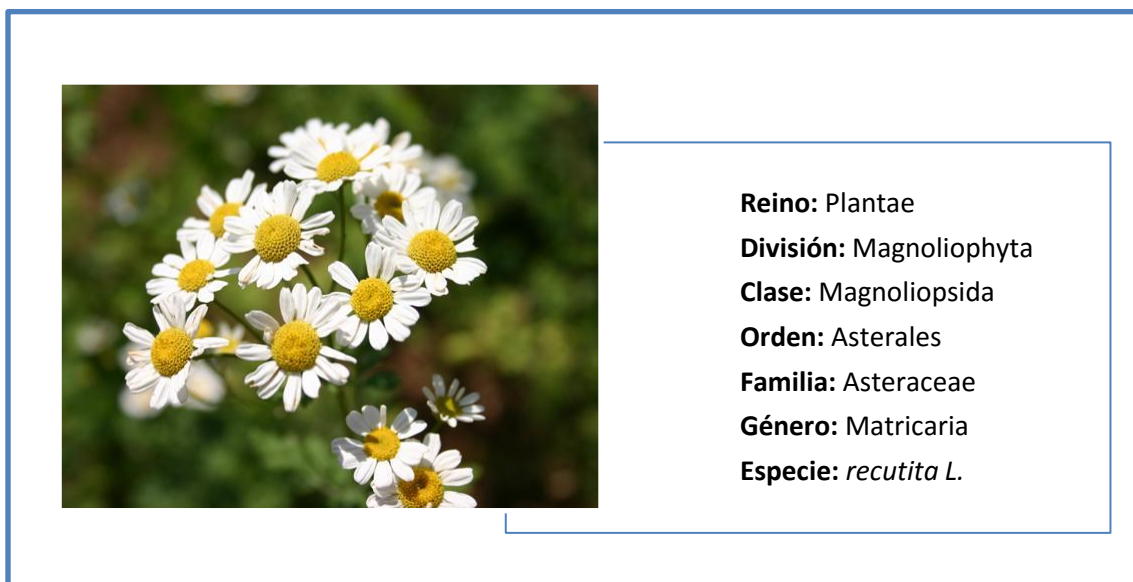


Figura 12. Taxonomía. Manzanilla (*Matricaria recutita*).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.11. Menta (*Mentha piperita*).

Es una especie herbácea, vivaz, con tallos erectos, cuadrangulares muy ramificados, que puede alcanzar una altura de 80 cm, hojas opuestas pecioladas, con bordes aserrados, color verde oscuro en la cara superior y más claro en la inferior, y flores agrupadas color púrpura. La clasificación taxonómica se detalla a continuación en la Figura 13. Se le atribuyen usos como: carminativa, antiespasmódica, antiséptica, estomáquicas, antifúngicas, eupépticas, antiemético, espasmolítico, antipruriginoso, colerético, analgésico, antiinflamatorio y vasodilatador (Muñoz, 1996).

Se mezcla bien con otros aceites en tratamientos para catarrros y gripe, además de que proporciona sus propiedades sudoríficas y su capacidad de atacar el malestar; es parasiticida y repelente de insectos y tiene fuertes efectos como inhalante (Damian, 1997). El aceite esencial bloquea los canales de calcio, relajando los músculos; se aplica tópicamente en las narinas para aliviar la sinusitis, en las sienes para el dolor de cabeza, en el pecho o en inhalaciones para la tos o los resfriados fuertes, para aliviar el dolor producido por las caries, y en compresas para las picaduras de insecto u otras irritaciones dérmicas (Sánchez, García, Carballo, y Crespo, 1996).



Figura 13. Taxonomía. Menta (*Mentha piperita* L.).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.12. Naranja (*Citrus sinensis*).

La naranja pertenece a la familia de las Rutáceas (Figura 14), alcanza entre 4 -12 m de altura. Forma una copa redondeada espesa, con un tronco corto y de corteza lisa de color pardo. Las hojas son simples, alternas, las flores son blancas, con cinco pétalos conocidas normalmente por azahar, muy apreciada por su agradable e intenso olor (Ponce et al., 2001).

Su aceite esencial actúa como una barrera toxica natural para muchos microorganismos e insectos (Cerón, 2006). En estudios previos se ha evaluado la actividad antifúngica del aceite esencial extraído a partir del epicarpio sobre el crecimiento de *Aspergillus niger* encontrando una reducción o inhibición total proporcional a la dosis aplicada. El aroma es dulce, fresco y un tanto fuerte y estimula el sistema linfático por lo que es aconsejable para combatir resfriados y la gripe. Además ayuda a la eliminación de toxinas y mejora la formación de colágeno en la piel (Weiss, 2006).

Las propiedades terapéuticas del aceite esencial de la cáscara de naranja son antisépticas, antidepresivas y antiespasmódicas, es un buen antiinflamatorio, carminativo, diurético, sedante nervioso y tónico. Gracias a su acción positiva sobre los glóbulos blancos es favorable para el sistema inmune (García, 2003).



Figura 14. Taxonomía. Naranja (*Citrus sinensis*.)

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.13. Orégano (*Origanum vulgare*).

Planta herbácea, perenne, rizomatosa. Los tallos generalmente ramificados en la parte superior con hojas ovaladas, y pecioladas. Sus flores están dispuestas en espiga formando en conjunto una inflorescencia generalmente de color púrpuravioláceo o grisáceo (Muñoz, 2002). En la Figura 15 se detalla la clasificación taxonómica.

Sus propiedades más importantes son la actividad antioxidante, antimicrobiana, antitumoral, antiséptica, tónica y digestiva. En la medicina popular, la infusión de orégano es utilizada como auxiliar en el tratamiento de la tos, en el tratamiento de trastornos del tracto gastrointestinal, respiratorio y el sistema nervioso (Werker, Putievsky, & Ravid, 1985). Tiene una alta actividad antioxidante, debido al contenido de ácidos fenólicos y flavonoides (Dragland, 2003). Se ha demostrado actividad antimicrobiana contra cepas de *Listeria monocytogenes* (Faleiro, 2005).

Existen múltiples estudios sobre la actividad antimicrobiana de los extractos de diferentes tipos de orégano (Vogl et al., 2003). Los aceites esenciales de las especies del género *Origanum* presentan actividad contra las bacterias Gram negativas y Gram positivas. Tienen además capacidad antifúngica, dichos resultados se obtuvieron evaluando la actividad antimicrobiana de los componentes en forma aislada y del aceite esencial (Arcila & Loarca, 2006).



Figura 15. Taxonomía. Orégano (*Origanum vulgare* L.)

Fuente: (Tropicos.org., 2016)

1.4.14. Palo Santo (*Bursera graveolens*).

Bursera graveolens es una planta nativa que crece en bordes de quebradas, frente al mar y en montañas bajas y medias en las costas ecuatorianas y peruanas, así como en México, Perú y Venezuela (Vincent, Torres, & Olivares, 2002). La clasificación taxonómica de *Bursera graveolens* se detalla en la Figura 16.

La resina producida por esta especie es usada en medicina popular en el tratamiento de hernias, tronchaduras de los pies y para extraer cuerpos extraños de la piel. Los extractos en ron de hojas y cortezas son aplicados localmente para lavar heridas y en forma oral son usados contra el asma, la diarrea, cálculos en el riñón (Bernal & Correa, 1990).

También se utiliza como sudorífico, alivio de dolores estomacales y como linimento para reumatismos (Manzano, Morgner, & A., 2009). Existen trabajos de investigación que corroboran las propiedades del aceite esencial por su acción antiinflamatoria, antirreumática, antibacteriana y antineoplásica (Nakanishi, 2005).

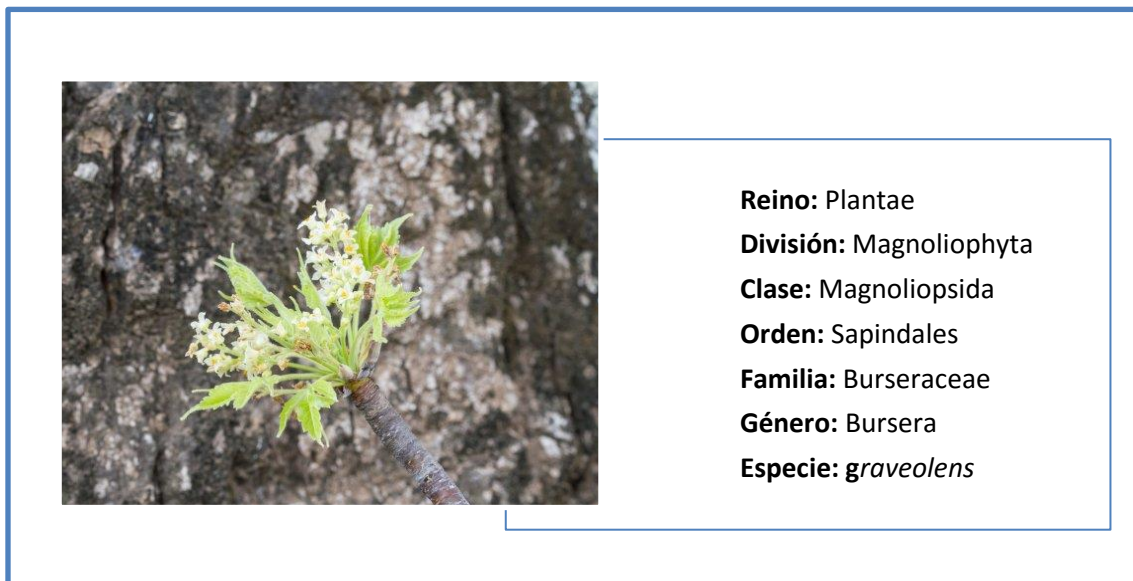


Figura 16. Taxonomía. Palo Santo (*Bursera graveolens*).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.15. Romero (*Rosmarinus officinalis*).

Arbusto leñoso de hasta 2 m de altura, sus hojas son opuestas y enteras; sus flores son de color azul violeta pálido, rosa o blanco. El fruto está formado por cuatro pequeñas nueces de color parduzco. La clasificación taxonómica de la especie se detalla en la Figura 17. Los compuestos activos de romero que presentan mayor actividad antioxidante son los ácidos fenólicos, flavonoides, pigmentos naturales y terpenos (Cuvelier, Berset, & Richard, 1994).

La actividad antioxidante de los extractos de romero se debe a los ácidos caféico y rosmarínico, estimulantes de la producción de prostaglandina E2 e inhibidores de la producción de leucotrienos B4 en leucocitos polimorfonucleares en el humano (Martinez y Naranjo, 2004)

El aceite esencial ha mostrado efectos citoprotectores a nivel de la membrana, particularmente de los eritrocitos, protegiéndolos del daño oxidativo provocado por los radicales libres (Gholamreza & Mohammad, 2005), mejoradores en la circulación de las extremidades, antirreumáticos y alivio de dolores neurálgicos (Waggas & Balawi, 2008), actividad antioxidante, citotóxica y anticancerígena. Mejora la cognición y tiene el potencial de influir en el nivel de glucosa en pacientes diabéticos, modifica la fermentación microbiana y mejora la reabsorción ósea (Bustanji & Issa, 2010).



Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Lamiales
Familia: Lamiaceae
Género: Rosmarinus
Especie: *officinalis*

Figura 17. Taxonomía. Romero (*Rosmarinus officinalis*).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.16. Ruda (*Ruta graveolens*).

Hierba perenne de 30-60 cm, posee flores de color amarillo y se caracteriza por su olor fuerte y penetrante. La clasificación taxonómica se detalla a continuación en la Figura 18. Se le atribuyen efectos medicinales como: antiséptico, estimulante, emenagogo, antiespasmódico, carminativo, diaforético, hipotensor y sedante. En la medicina tradicional se utiliza para dolores reumáticos, faringitis, rinitis, amenorrea, menorragia, flatulencia y como abortivo (Morton & Charles, 1981), en el tratamiento de espasmos intestinales, varices y hemorroides y se ha demostrado que posee propiedades antiparasitarias (Meccia y Rojas, 2009).

De igual manera, algunos ensayos para determinar la actividad antibacteriana también han sido reportados para el aceite esencial de esta especie, observándose actividad contra *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* y *Listeria monocytogenes* (Bnina, Hammami, Daamii, & Mighri, 2010).

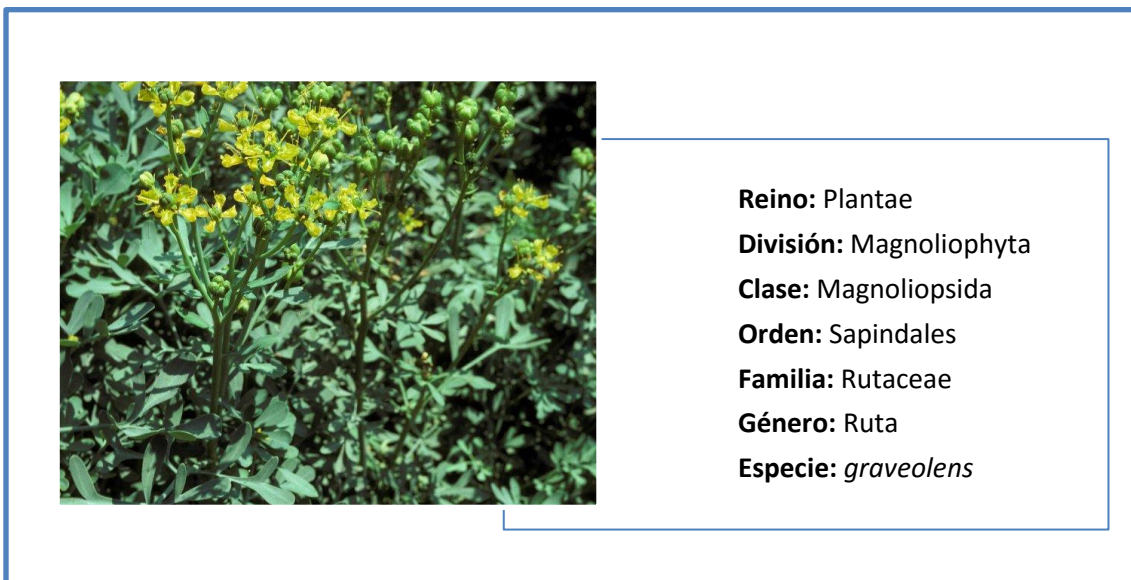


Figura 18. Taxonomía. Ruda (*Ruta graveolens*).

Fuente: Tropicos.org., (2016).

1.4.17. Sacha anís (*Tagetes filifolia*).

Tagetes filifolia de la Familia Asteraceae (Figura 19), conocida como “anís mexicano”, “anisillo” o “anís de monte”, es una planta anual de porte bajo que alcanza 5 a 50 cm de altura según la densidad de población y las condiciones del suelo (como profundidad, nivel de humedad); es herbácea y aromática, de condición silvestre, ruderal o viaria (Arévalo, Robledo, y Muñoz, 2009)

Su aceite esencial presenta propiedades biosidas y repelentes (Camarillo, Ortega, Serrato, Rodríguez, y Barajas, 2007) con rendimiento de aceite cercano a 1 % (Serrato et al., 2008), lo que hace promisorio su cultivo en campo (Camarillo et al., 2007). Asimismo, el aceite esencial de anís presenta actividad antibacteriana del tipo bactericida contra *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* al emplear una concentración del 2,5 y 5% (Vásquez, 1987).

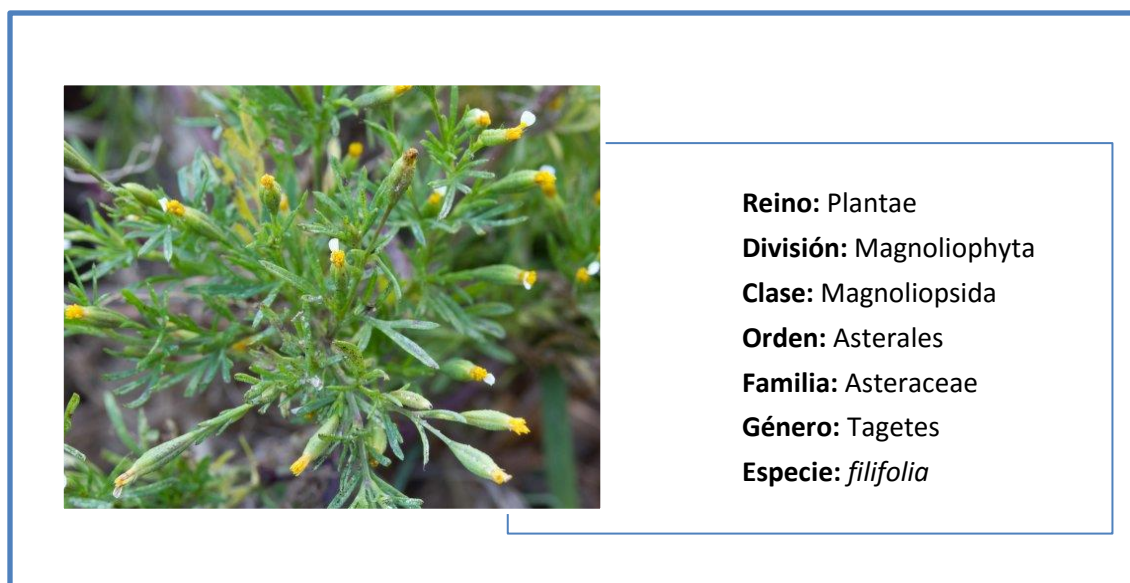


Figura 19. Taxonomía. Sacha anís (*Tagetes filifolia*).

Fuente: (Tropicos.org., 2016).

CAPITULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología

La presente Investigación se llevó a cabo en el Departamento de Química, Sección de Ingeniería de Procesos de la Universidad Técnica Particular de Loja, para lo cual se utilizó la siguiente metodología (Figura 21):



Figura 20. Metodología del trabajo experimental.
Elaborado por: La autora.

2.1.1. Recolección del material vegetal.

Las especies recolectadas para realizar la investigación son plantas aromáticas que se cultivan y emplean ampliamente en la Región Sur del país. Tomando en consideración diversos factores que influyen directamente en la obtención del material vegetal como por ejemplo el alto valor económico que representa realizar la adquisición de las plantas se decidió recolectarlas en diferentes lugares en los que se facilitaba el acceso a las mismas, los cuales se encuentran detallados a continuación en la Tabla 1. Las especies fueron recolectadas durante los meses de Junio a Septiembre del año 2015.

Tabla 1. Sitios de recolección del material vegetal.

ESPECIES	SITIOS DE RECOLECCIÓN
Achiote (<i>Bixa Orellana</i>)	Yacuambi, Zamora.
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	Parroquia Nambacola, Gonzanamá.
Apio (<i>Apium graveolens</i>)	Provincia de Loja.
Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i>)	Parroquia Chantaco, Loja.
Ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	San Cayetano, Loja.
Esencia de Rosas (<i>Pelargonium graveolens</i>)	Parroquia Taquil, Loja.
Eucalipto (<i>Eucaliptus globulus</i>)	San Cayetano, Loja.
Hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Parroquia Taquil, Loja.
Limón (<i>Citrus limon</i>)	Cantón Balsas, El Oro.
Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>)	Parroquia Chuquiribamba, Loja.
Menta (<i>Mentha piperita</i>)	Cera, Parroquia Taquil, Loja.
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Parroquia Malacatos, Loja.
Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	Parroquia Chuquiribamba, Loja.
Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>)	Malvas, Zapotillo.
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Parroquia Chuquiribamba, Loja.
Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)	Zalapa alto, Loja.
Sacha anís (<i>Tagetes fillifolia</i>)	Barrio Epoca, Loja.

Elaborado por: La autora.

2.1.2. Extracción del aceite esencial.

Para la extracción de los distintos aceites vegetales primero se realizó un tratamiento post-cosecha en el que se procede a eliminar partes en mal estado para luego proceder a la destilación por arrastre con vapor de agua. Se colocó la materia vegetal en los equipos de destilación durante un tiempo aproximado de 3 a 4 horas. La cantidad de materia vegetal requerida y el tiempo mínimo y máximo que se necesita para la extracción del aceite esencial depende de la especie con la que se esté trabajando.

En la destilación de la materia vegetal se utilizó un equipo tipo Clevenger el cual consta de un tanque de acero inoxidable que posee una tapa del mismo material adaptado para que cierre herméticamente. Este equipo de destilación está colocado sobre una fuente de calor. En el tanque de acero se coloca aproximadamente 20 litros de agua, hasta tocar el límite de la placa perforada en la cual se coloca la materia vegetal troceada y bien espaciada, para que el vapor de agua pueda circular adecuadamente alrededor de toda la materia vegetal. En el borde del tanque de acero se coloca un sello de agua para evitar que haya escapes de vapor de agua, posteriormente se coloca la tapa de acero y se cierra herméticamente. Las mangueras de entrada y salida se colocan al tapar el tanque, finalmente en el cuello de cisne se coloca el florentino (Flores, 2015).

Al terminar de armar todo el equipo necesario para la destilación, se expone la base del tanque a la fuente de calor; conforme el vapor entra en contacto con la materia prima esta se calienta y va liberando el aceite esencial contenido, éste a su vez, al ser soluble en el vapor circundante, es “arrastrado” corriente arriba, fluye hacia el “cuello de cisne”, en el condensador, la mezcla es enfriada y condensada, y finalmente se obtiene una emulsión líquida inestable, la cual es recibida en un florentino en el que se produce la separación de agua y aceite por diferencia de densidades. Cuando se observa la primera gota de agua en el florentino, se abren las llaves de agua para el refrigerante para que se produzca el proceso de condensación, es decir, el paso del estado gaseoso al líquido de la esencia y así lograr que sea conducido hacia el florentino (Arias, 2012).

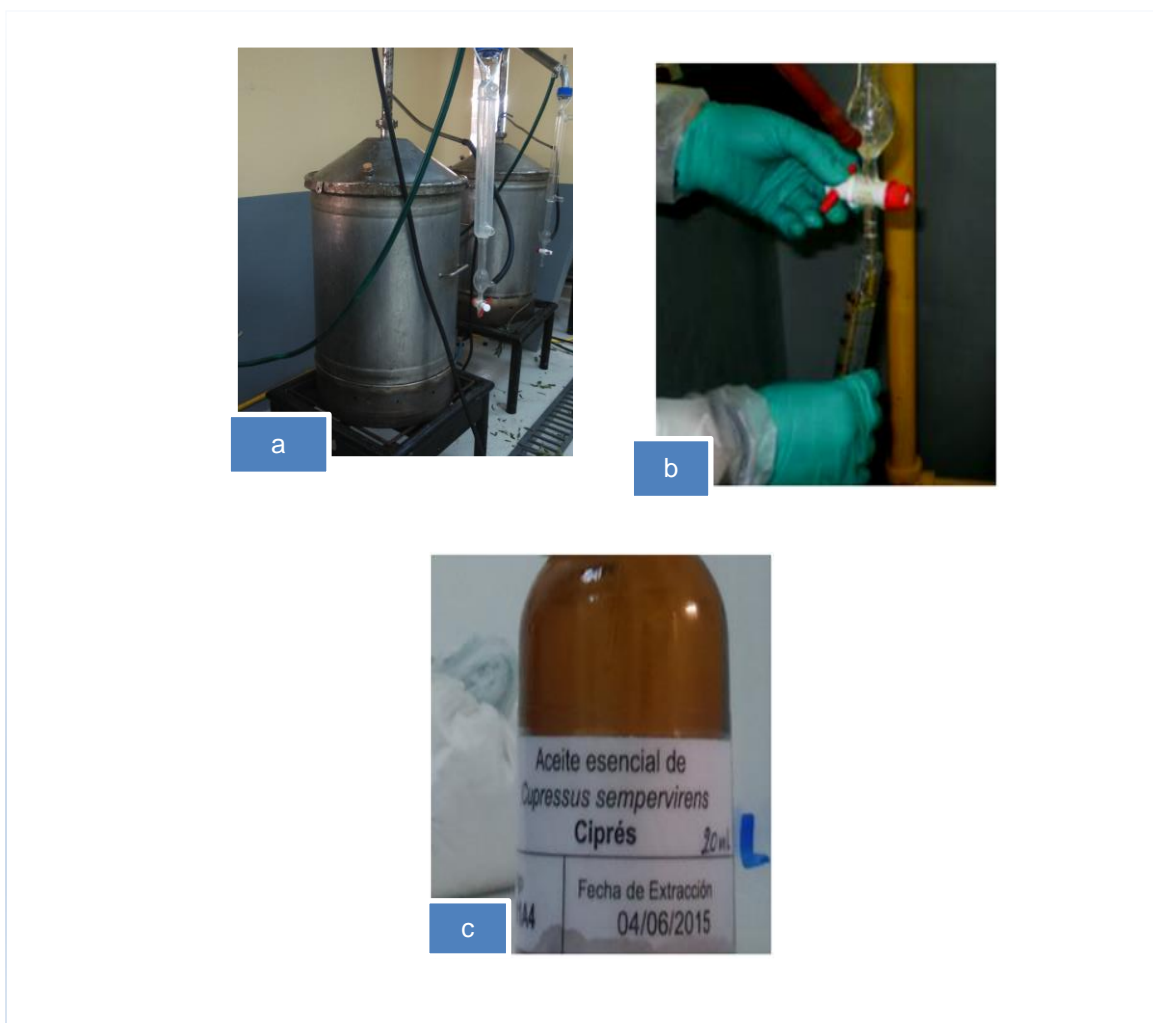


Figura 21. Proceso de destilación, decantación y etiquetado.

a) Equipo de destilación. **b)** Decantación del aceite esencial obtenido. **c)** Envasado y etiquetado.
Elaborado por: La autora.

El aceite obtenido permanece en el florentino hasta que termine la destilación una vez separado se colecta el material en una probeta para medir el volumen exacto, el aceite es envasado en frascos de vidrio color ámbar para evitar la degradación del aceite por la luz, y finalmente las muestras son almacenadas a -4°C con su respectivo código asignado (Figura 21).

2.1.2.1 Determinación del rendimiento.

Para la determinación del rendimiento se hizo una relación de la cantidad (mL) de aceite esencial obtenido en cada una de las destilaciones con la cantidad de materia utilizada, empleando la fórmula que se detalla en el Anexo 1.

2.1.3. Determinación de las propiedades físicas.

Se determinó la densidad relativa, el índice de refracción y la actividad óptica de los aceites esenciales de las especies aromáticas.

2.1.3.1 Densidad relativa.

Es una magnitud física que relaciona la cantidad de materia existente con el volumen que ocupa, a una determinada temperatura y presión atmosférica. La densidad del aceite esencial se determina tomando como referencia al agua. La densidad relativa fue determinada usando una balanza analítica (modelo METTLER AC100, $\pm 0,0001$ g) de acuerdo con la norma internacional AFNOR NF T75-111 (ISO 279:1998) detallada en el Anexo 2 (Valarezo et al., 2015). En la Figura 22 se muestra el picnómetro que contiene la muestra de aceite esencial a ser pesado.

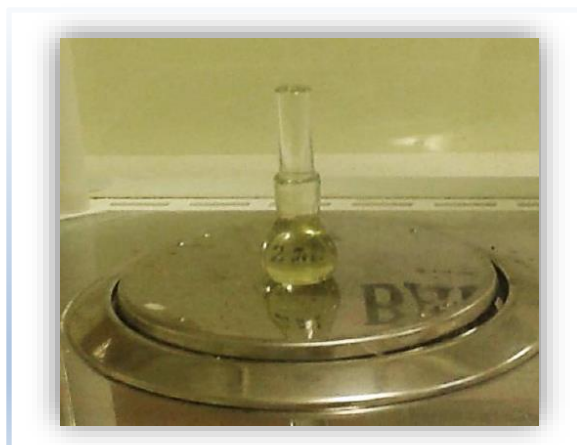


Figura 22. Muestra contenida en picnómetro.
Elaborado por: La autora.

2.1.3.2. Índice de refracción.

El índice de refracción de un aceite se define como la razón de la velocidad de la luz en el vacío con respecto a la velocidad de la luz en el aceite evaluado. Es característico dentro de ciertos límites para cada aceite por lo que es un indicador de pureza. Este valor está relacionado con el grado de saturación, con la razón cis/trans de los dobles enlaces y puede estar influenciado por el daño que sufre el aceite tras la oxidación.

La determinación del índice de refracción se lo realizo en base a la norma AFNOR NF T 75-112 (Anexo 3) utilizando un refractómetro ABBE, que es un dispositivo electrónico que mide la velocidad de una propagación de luz en el aceite esencial a una temperatura determinada de 20°C (Palacio, 2015). En la Figura 23 se puede observar parte del procedimiento y el equipo que se utilizó.



Figura 23. Proceso de determinación del índice de refracción.

a) Limpieza del lente. b) Colocación de la muestra. c) Lectura.

Elaborado por: La autora.

2.1.3.3. Actividad Óptica.

La determinación de la actividad óptica de los aceites esenciales se realizó según la Norma ISO 592-1998 (Ver Anexo 4). Para este procedimiento utilizamos un polarímetro digital Mrc-Automatic Polarimeter P810 y una celda de 1dm de longitud, luego de realizado este proceso en el equipo obtenemos el valor que nos indica la capacidad para desviar la luz polarizada de las muestras de los aceites esenciales (Aguilera, 2010).

En la Figura 25 se muestran imágenes tomadas al momento de realizar el procedimiento mencionado con anterioridad.



Figura 24. Proceso para la determinación de la actividad óptica específica.
a) Preparación de la muestra. **b)** Ubicación de la celda en el equipo. **c)** Lectura.
Elaborado por: La autora.

2.1.4. Determinación de la composición química del aceite esencial.

2.1.4.1. Cromatografía de gases.

Para identificar los componentes químicos de los aceites esenciales se utilizó la técnica de Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas GC-MS, obteniendo resultados cualitativos y cuantitativos. El equipo utilizado es un Cromatógrafo de Gases (Figura 25) Agilent serie 6890N, acoplada a un Espectrómetro de Masas Agilent serie 5073 Inert, constituido con un sistema de datos MSD-Chesmation D.01.00SP1, el cual cuenta con un inyector automático Split/splitless serie 7683 (Merino, 2015).



Figura 25. Cromatógrafo de gases.

a) Computadora con software. b) Cromatógrafo de gases.

Fuente: Flores, (2015).

2.1.4.1.1 Preparación de la muestra.

Las muestras deben someterse a un tratamiento previo que consiste en deshidratar aquellas que puedan contener remanentes de agua con la finalidad de evitar obstrucciones en la columna. Para este procedimiento se utilizó sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4) el cual se coloca en los frascos que contienen el aceite esencial, luego de 30 minutos se transvasa a nuevos recipientes para llevar seguidamente al cromatógrafo de gases. Una vez que se extrajo el agua se colocó 10 μL del aceite esencial y 990 μL de diclorometano grado HPLC, obteniéndose una concentración del 1% (v/v) de aceite esencial (Chamba, 2015).

2.1.4.1.2 Corrida cromatográfica en la columna no polar DB-5MS acoplada a espectrometría de masas.

La corrida cromatográfica en esta columna se realizó con la inyección de hidrocarburos (C₁₀decano a C₂₅-pentacosano) comercialmente conocidos como TPH-6RPM de CHEM SERVICE. El tiempo de retención de los hidrocarburos nos sirven como base en la determinación de los índices de Kovats los mismos que son indispensables para la identificación de los compuestos químicos; los hidrocarburos fueron inyectados bajo los mismos parámetros que los aceites. Las muestras de los aceites esenciales como de los hidrocarburos fueron trabajadas bajo las condiciones operacionales indicadas en la Figura 26 (Rosales, 2012).

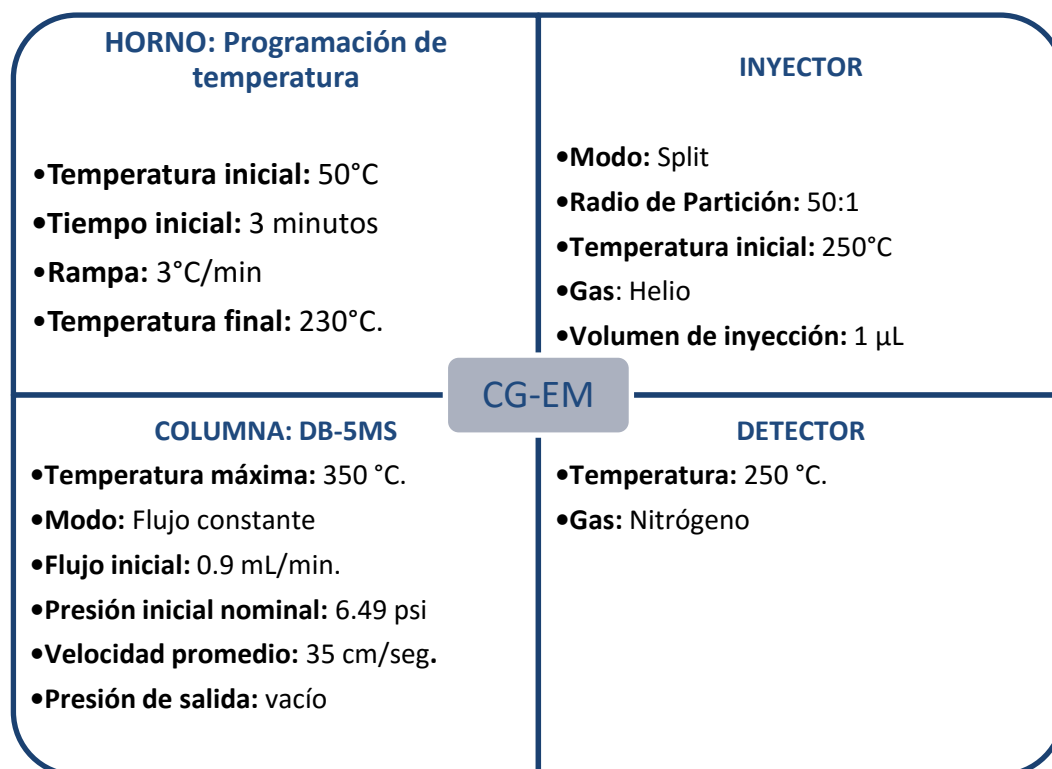


Figura 26. Condiciones operacionales para CG-EM en la columna DB-5MS.
Elaborado por: La autora.

2.1.4.1.3. Identificación de los compuestos químicos.

Como resultado de los análisis cromatográficos, los compuestos se visualizan en una representación gráfica de la señal producida por el detector en función del tiempo o del volumen de elución. La identificación de los componentes de las muestras se realiza tomando como referencia la posición de cada uno de los picos con respecto al tiempo. Para analizar las muestras cuantitativamente se utilizaron los datos del área, proporcionalmente a la concentración del compuesto.

Utilizando el sistema de integración Chemstation Integrator autoint1.e propio del equipo se obtuvo un determinado número de compuestos para cada una de las muestras.

Calculamos el índice de Kovats (IK), que es un método de cuantificación de los tiempos de elución relativa de los diferentes compuestos, por lo que se utilizó como un parámetro para identificar los componentes de las muestras, para ello se comparó el tiempo de retención de los hidrocarburos con el tiempo de retención de los componentes del aceite esencial. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$IK = 100n + 100 * \frac{t_{RX} - t_{Rn}}{t_{RN} - t_{Rn}}$$

Dónde:

IK: Índice de retención de Kovats

n: Número de átomos de carbono en n-alcano;

t_{RX}: Tiempo de retención del compuesto analizado, que eluye en el centro de n-alcanos;

t_{Rn}: Tiempo de retención n-alcano que eluye antes del compuesto analizado;

t_{RN}: Tiempo de retención de n-alcano que eluye después del compuesto analizado.

Para la identificación de los compuestos se compararon los valores obtenidos de los índices de Kovats con valores de referencia de los mismos compuestos, para lo que se utiliza diferente bibliografía; la más utilizada (Adams, 2009); bases de datos electrónicas como Nist ("National Institute of Standards and Technology,") y diferentes artículos científicos. Para facilitar la búsqueda de información bibliográfica de los compuestos se cuenta con un número de registro CAS.

CAPITULO III
RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Propiedades físicas

Debido a los escasos volúmenes de algunas de las muestras con las que se trabajó en la presente investigación no se pudo realizar la caracterización de todas las especies aromáticas. En las tablas que se presentan a continuación se encuentran detallados los valores obtenidos en las determinaciones de las propiedades físicas de las especies con las que se logró trabajar.

3.1.1 Densidad relativa.

En la tabla 2 se detallan los valores de las densidades relativas de cinco muestras de aceites esenciales, ya que no fue posible realizar la determinación de esta propiedad física de todos los aceites esenciales debido a que se contó con volúmenes menores a 1 ml.

Tabla 2. Densidad relativa.

CÓDIGO	ESPECIE		DENSIDAD g/cm ³
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	
11A4	Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	0,9263
11A5	Esencia de rosas	<i>Pelargonium graveolens</i>	0,8942
11A1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	0,9339
11A2	Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	0,8777
11B5	Palo santo	<i>Bursera Graveolens</i>	0,8427

Código: correspondiente a los códigos asignados a cada una de las muestras que reposan en el laboratorio de la Sección de Ingeniería de Procesos del Departamento de Química de la UTPL.

Elaborado por: La autora.

La mayoría de los aceites esenciales al estar compuestos fundamentalmente por terpenos y derivados, compuestos orgánicos con átomos ligeros (C, H, O) formando cadenas y anillos tienen una densidad menor que la del agua (densidad menor que 1g/cm³), como se puede observar en la tabla, esto se aplica para los aceites esenciales que fueron analizados. La densidad es un parámetro fácil de obtener y permite distinguir un aceite esencial auténtico de esencias sintéticas comunes (Ortuño, 2006). La determinación de la densidad tiene interés por encontrarse siempre citada en literaturas afines, ayudando a definir en lo que respecta la calidad del aceite extraído (Ochoa, Paredes, Bejarano, y Silva, 2012).

3.1.2. Índice de refracción.

Los valores promedios de los índices de refracción de los aceites esenciales estudiados se encuentran detallados en la Tabla 3.

Tabla 3. Índice de refracción.

CODIGO	ESPECIE		INDICE DE REFRACCION
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	
11C1	Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	1,5116
11B7	Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i>	1,4887
11A4	Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	1,4779
11A5	Esencia de rosas	<i>Pelargonium graveolens</i>	1,4666
11A1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	1,4641
11A2	Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	1,4843
11C2	Limon	<i>Citrus limon</i>	1,4747
12B5	Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>	1,4738
11A3	Menta	<i>Mentha piperita</i>	1,4898
11C6	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	1,4724
11B5	Palo santo	<i>Bursera Graveolens</i>	1,4745
11B6	Romero	<i>Rosmarinus ofiicinalis</i>	1,4724
11B4	Ruda	<i>Ruta Graveolens</i>	1,4323

Código: correspondiente a los códigos asignados a cada una de las muestras que reposan en el laboratorio de la Sección de Ingeniería de Procesos del Departamento de Química de la UTP.

Elaborado por: La autora.

Los valores del índice de refracción de los diferentes aceites esenciales están entre 1,4323 y 1,5116. Esta propiedad física es propia de cada especie y solo puede ser alterado si el aceite esencial se mezcla con otras sustancias o es disuelto en algún compuesto (Ortuño, 2006).

3.1.3 Actividad Óptica específica.

Tabla 4. Actividad óptica específica.

CODIGO	ESPECIE		ACTIVIDAD OPTICA
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	
11A4	Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	+2,684°
11A5	Esencia de rosas	<i>Pelargonium graveolens</i>	-17,142°
11A1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	+0,879°
11A2	Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	+0,153°
11B5	Palo santo	<i>Bursera Graveolens</i>	+11,227°

Código: correspondiente a los códigos asignados a cada una de las muestras que reposan en el laboratorio de la Sección de Ingeniería de Procesos del Departamento de Química de la UTP.

Elaborado por: La autora.

La actividad óptica o poder rotatorio de una sustancia es su capacidad para desviar la luz polarizada. Se mide en grados y es una magnitud específica de cada aceite esencial. Cuando un compuesto ópticamente activo, rota la luz polarizada en el sentido de las agujas del reloj, se dice que es dextrógiro y se representa por (+). Las sustancias que rotan la luz en sentido contrario a las agujas del reloj, son levóginas y se representa por (-). (Ortuño, 2006). Únicamente el aceite esencial de la especie *Pelargonium graveolens* (esencia de rosas) presentó una actividad óptica levógira (-).

3.2. Composición Química

La composición química de los aceites esenciales de las especies aromáticas con las que se trabajó en la presente investigación se determinó mediante cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de masas (CG-EM) utilizando la columna del tipo DB-5MS. No se determinó la composición química de *Bursera graveolens* puesto que fue necesario únicamente complementar el estudio de la especie con la caracterización física del aceite esencial existente en el laboratorio.

3.2.1. Composición Química del aceite esencial de Achiote.

En la composición química del aceite esencial de *Bixa orellana*, se logró identificar 19 compuestos que representan un 91,28% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 5, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 5. Composición química del aceite esencial de Achiote.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	Phellandrene	1002	1002	3,67
2	β- phellandrene	1025	1025	0,94
3	Mentha-1,4-dien-7-ol	1329	1325	0,54
4	α-copaene	1367	1374	0,44
5	β-elemene	1382	1389	2,02
6	Trans- caryophyllene	1409	1408	7,63
7	α-santalene	1411	1416	6,24
8	Trans-α-bergamotene	1427	1432	2,89
9	Naphtalene	1439	1444	0,76
10	α-humulene	1444	1445	0,57
11	Epi-β-santalene	1452	1452	2,19
12	β-selinene	1464	1464	9,34
14	Germacrene-D	1471	1484	3,66
15	α-selinene	1486	1498	7,24
17	β-bisabolene	1503	1511	8,59
18	Trans-β-Guaiene	1507	1512	0,55
20	β-Sesquiphellandrene	1518	1522	1,10
24	Nerolidol (E)	1560	1561	4,50
26	epi-α-bisabolol	1668	1673	28,41
			TOTAL	91,28

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: epi-α-bisabolol (28,41%); β-selineno (9,34%); β-bisaboleno (8,59%); trans-cariofileno (7,63%); α-selineno (7,24%). Respecto a la composición química, se observaron para los componentes mayoritarios variaciones cuantitativas y cualitativas en la literatura. En una investigación previamente realizada reportan que la esencia de *Bixa Orellana* con la que se trabajó presenta entre sus componentes farnesilacetona, geraniol y geranil formato (Huamán, 2012).

3.2.2. Composición Química del aceite esencial de Albahaca.

En cuanto a la composición química del aceite esencial de *Ocimum basilicum*, se logró identificar 25 compuestos que representan un 95,83% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 6, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 6. Composición química del aceite esencial de Albahaca.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	β-Pinene	971	974	0,07
2	1-8 cineol	1027	1031	1,40
3	trans-β-Ocimene	1045	1044	0,18
4	Linalool L	1103	1095	28,56
5	Camphor	1141	1141	0,33
6	Terpinen-4-ol	1178	1174	0,44
7	α-Terpineol	1195	1186	0,17
8	Bornyl acetate	1280	1284	0,42
10	α-Cubebene	1340	1345	0,08
11	α-Copaene	1367	1366	0,32
12	Eugenol dihydro	1375	1374	0,19
13	β-Cubebene	1380	1387	0,21
14	Cinnamyl Acetate (Z)	1385	1388	40,91
16	α-bergamotene	1427	1432	3,76
17	Humulene	1445	1452	0,58
18	Bicyclosquiphellandrene	1452	1465	1,09
19	Germacrene D	1471	1470	2,32
20	β-funebrene	1476	1474	0,35
22	Guaiene <cis-β>	1492	1492	2,07
24	γ-Cadinene	1504	1510	3,43
25	δ-Cadinene	1510	1513	0,32
27	2-Acetylnaphthalene	1605	1608	0,95
28	Muurolo-4, 10-dien-1β-ol	1634	1630	6,25
29	β-Eudesmol	1645	1644	0,11
30	γ-Muurolene	1648	1649	0,32
			TOTAL	94,83

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Según Sánchez (1966) es apropiado clasificar el aceite esencial de albahaca por su composición química, definiéndose cuatro grandes grupos: El primero, rico en estragol y linalol, sin alcanfor. El segundo, rico en estragol y alcanfor sin linalol. El tercero rico en estragol, linalol y cinamato de metilo y el cuarto rico en eugenol. Las composiciones químicas de los aceites de *Ocimum* spp., se caracterizan por la prevalencia de compuestos monoterpenoides oxigenados, siendo los componentes mayoritarios el linalol, eugenol y 1,8 cineol. (Colivet, Marcano, Belloso, Brito, y Gómez, 2011).

El linalol es uno de los componentes más comunes y su porcentaje varía desde trazas hasta casi un 90%. En los aceites evaluados en el estudio realizado por Rojas et al., (2012) este monoterpeno oxigenado se detectó con una abundancia relativa superior al 20%, por lo cual corresponden al quimiotipo rico en linalool (Lawrence, Mookherjee, & Willis, 1988). En contraste con la bibliografía, de acuerdo a esta clasificación y según nuestros resultados, el aceite de *Ocimum basilicum* evaluado en esta investigación también se ubicaría en dicho quimiotipo considerando la presencia de linalol en un porcentaje superior al 20% (28,56%); también contiene en bajas concentraciones alcanfor y eugenol.

3.2.3. Composición Química del aceite esencial de Apio.

Para la composición química del aceite esencial de *Apium graveolens*, se logró identificar 15 compuestos que representan un 98,21% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 7, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 7. Composición química del aceite esencial de Apio.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
4	α - pinene	927	932	0,15
5	β - citronellene	939	942	0,07
6	Sabinene	967	969	0,06
7	β -pinene	970	974	0,53
8	β -myrcene	987	988	1,14
9	Cymene	1022	1022	0,22
10	Limonene	1025	1024	72,89
11	Cis-ocimene	1034	1032	8,76
12	Trans-ocimene	1046	1044	0,10
13	γ-terpinene	1054	1054	2,53
14	Camphor	1141	1141	0,09
16	Trans-β-caryophyllene	1408	1408	3,76
17	α -humulene	1445	1452	0,27
18	β-selinene	1478	1489	6,74
19	α -selinene	1485	1498	0,89
			TOTAL	98,21

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Según Kitajima, Ishikawa, & Satoh (2003), el aceite esencial de *Apium graveolens* presenta compuestos volátiles como limoneno, mirceno, β -selineno, α -terpineol, carveol, acetato de geranilo. Altamirano (2013), en sus estudios presenta un porcentaje de 46,79 % de Limoneno como compuesto mayoritario, del mismo modo Andrade (2013) y Eduardo (2003). El compuesto mayoritario encontrado en el aceite esencial de *Apium graveolens* en esta investigación fue el limoneno con un porcentaje de 72,89%.

3.2.4. Composición Química del aceite esencial de Cedrón.

En cuanto a la composición química del aceite esencial de *Aloysia triphylla*, se logró identificar 23 compuestos que representan un 94,77% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 8, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 8. Composición química del aceite esencial de Cedrón.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -Pinene	929	932	0,12
2	Sabinene	968	969	0,27
3	Limonene	1025	1024	3,25
4	Eucalyptol	1027	1026	1,37
5	β-cis-Ocimene	1045	1044	2,07
8	cis-Geraniol	1227	1228	0,56
9	trans-Geraniol	1232	1235	0,78
10	β-Citral	1239	1241	22,65
12	α-Citral	1270	1271	29,97
14	α -Copaene	1367	1374	0,86
15	(-)- β -Bourbonene	1374	1387	0,58
16	cis-Geranyl acetate	1380	1379	1,30
17	α -Cedrene	1404	1410	1,80
18	Caryophyllene	1409	1408	3,92
19	Humulene	1445	1452	0,47
20	Alloaromadendrene	1448	1458	0,65
21	Germacrene-D	1471	1474	5,81
22	α-Curcumene	1476	1479	3,29
23	Bicyclogermacrene	1485	1488	7,53
24	α -Zingiberene	1490	1493	0,86
26	Nerolidol	1560	1561	2,16
27	β-Spathulenol	1567	1577	4,08
29	epi- α -Cadinol	1634	1638	0,42
TOTAL				94,77

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En la composición química del aceite esencial estudiado por Di Leo Lira y colaboradores, los principales componentes reportados son: neral, geranial, limoneno, espatulenol, y variaciones intrínsecas en la cantidad y calidad del resto de terpenos como α -tujeno, α -pineno, camfeno, mirceno, p-cimeno, γ -terpineno, linalol, camferol, dihidrolinalol, citronelol, mentona, isoborneol, α -terpineol, carvona (Di Leo Lira et al., 2008).

Reportes previos demuestran que el quimiotipo colombiano (Departamento de Antioquía) de aceite esencial de *Aloysia triphylla*, presenta en su composición un porcentaje de 18% neral, 22% geranial y 8.1% limoneno (Stashenko et al., 2007).

En la composición química encontrada en el aceite analizado en la presente investigación se reportan como componentes mayoritarios el α y β -citral; que es el componente mayoritario del aceite esencial de *Aloysia triphylla* (Masuda, Ueno, & Muranishi, 2002), por ser un aldehído α , β -insaturado, el citral puede presentar reacciones de hidrogenación con la formación de alcoholes insaturados, por ejemplo el geraniol, nerol y citronelol (Díaz, 2007), que son los reportados en los estudios anteriormente mencionados.

Se considera, que los compuestos responsables por el olor "cítrico" del aceite esencial de esta especie son el citral, limoneno, geraniol y nerol. El limoneno es otro componente abundante en el aceite esencial de *Aloysia triphylla* (7-11%) (Fernandez, Catrinescu, Castillo, Russo, & Carrott, 2006), presente también en la composición química de la muestra analizada aunque en un menor porcentaje (3,25%).

3.2.5. Composición Química del aceite esencial de Ciprés.

En cuanto a la composición química del aceite esencial de *Cupressus sempervirens*, se logró identificar 25 compuestos que representan un 94,23% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 9, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 9. Composición química del aceite esencial de Ciprés.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α-Thujene	923	924	1,02
2	α-Pinene	929	932	13,25
3	α-Fenchene	942	945	0,26
4	Camphene	944	946	0,26
5	Sabinene	968	969	13,32
6	β-Pinene	971	974	0,58
7	β-Myrcene	987	988	2,13
8	3-Carene	1004	1008	7,07
9	α-Terpinene	1013	1014	1,88
10	p-Cymene	1021	1020	0,95
11	Limonene	1025	1024	15,05
13	γ-Terpinene	1054	1054	2,68
14	α-Terpinolene	1081	1086	2,11
15	Linalool	1101	1095	1,97
18	Umbellulone	1167	1167	4,86
19	Terpinen-4-ol	1177	1174	5,72
20	α-Terpineol	1194	1186	1,02
21	Bornyl acetate	1279	1284	0,95
23	Caryophyllene	1408	1408	0,47
24	No Identificado	1437		2,52
25	Bicyclosesquiphellandrene	1452	1481	9,03
26	Aromandendrene	1489	1458	3,03
27	γ-Murolene	1504	1500	0,98
28	cis-Calamenene	1510	1528	3,24
29	Cedren-3-one <2-epiα->	1622	1626	1,52
30	α-Cadinol	1647	1652	0,88
			TOTAL	94,23

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Los compuestos más significativos encontrados fueron: limoneno (15,05%), sabineno (13,32%), α -pineno (13,25%), biciclosesquifelandrene (9,02%); estos resultados son comparables parcialmente con los encontrados en estudios previos. Carmo (1989) realizó un estudio de la composición química del aceite de una especie de *Cupressus* cultivada en Portugal, obteniendo los siguientes resultados para el aceite esencial obtenido de las hojas: α -pineno (18%), β -pineno y sabineno combinado (13,2%) y δ -careno y mirceno combinado (8,2%) con otros 17 componentes en menor cantidad.

En otro estudio se determinó que el aceite esencial del analizado en su investigación contenía abietadieno (11%), α -pineno (16%), sabineno (10,3%) y transtoratol (6,5%) (Adams, 1997). Kuaite (2006) determinó la composición química del aceite esencial de una especie cultivada en Camerún; los principales componentes variaron con respecto a la parte utilizada, estos fueron (64,5%) α -pineno para frutos; α -pineno (15,4%), linalol (7,2%) y β -cariofileno (9,6%) para flores; umbelulona (18,3%), α -pineno (7,4%) y germacreno D (8,2%) para hojas.

En Costa Rica, en un estudio de la composición del aceite esencial de la hoja se identificó un total de 49 compuestos en donde los componentes principales fueron; α -pineno (40-82%), limoneno (4-18%), acetato de isobornilo (hasta 10%) y cis-4-muurolo (14%), 5-dieno (hasta 7%) (Hassanzadeh, 2010).

3.2.6. Composición Química del aceite esencial de Esencia de Rosas.

En cuanto a la composición química del aceite esencial de *Pelargonium graveolens*, se logró identificar 24 compuestos que representan un 97,45% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 10, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 10. Composición química del aceite esencial de Esencia de Rosas.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α-Pinene	929	931	0,23
2	1,8 cineol	1027	1031	0,64
3	Linalool	1101	1101	3,27
4	cis-rose oxide	1108	1106	0,94
5	trans-rose oxide	1123	1122	0,30
6	Menthone	1161	1148	6,54
7	β-citronellol	1232	1223	24,80
8	Trans-geraniol	1255	1256	11,57
9	Citronellyl formate	1275	1271	14,13
10	Geranyl formate	1298	1298	4,85
11	α-Copaene	1367	1372	0,69
12	β-bourbonene	1374	1384	1,53
13	β-elemene	1382	1392	0,47
14	β-Caryophyllene	1408	1415	2,03
15	α-Guaiene	1427	1433	1,19
16	Guaiadiene 6,9	1434	1442	13,08
17	Aromandendrene	1440	1439	1,53
18	Humulene	1445	1451	0,40
19	Germacrene D	1471	1474	5,00
22	δ-Cadinene	1510	1518	0,87
23	L-calamenene	1513	1520	0,51
24	Citronellyl butyrate	1525	1529	0,77
26	Caryophyllene oxide	1570	1573	0,27
27	Geranyl tiglate	1695	1695	1,84
TOTAL				97,45

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Con lo referente a la composición química del aceite esencial estudiado podemos concluir que concuerda con los resultados observados en diferentes estudios experimentales. En un estudio previo se reporta en la identificación química los siguientes porcentajes: citronelol (20-40%) y geraniol (7-18%), en menores porcentajes se enlista el α y β -pineno, linalol y nerol (Mendivelso y Olivares, 2007).

Del mismo modo, Benveniste & Azzo (1992) en un estudio realizado en aceite esencial de *Pelargonium graveolens* cultivado en Egipto reportaron como compuestos mayoritarios el citronelol (24%) y geraniol (15%), estos mismos autores compararon estos resultados con los de un aceite esencial extraído de *Pelargonium* cultivado en China, en cuya composición química se reportó citronelol en un (39%) y geraniol en un (21%).

En otra investigación se comparó la composición química de un aceite esencial producido en una localidad de la India que presentó porcentajes de (43%) de geraniol y (17%) de linalol; contra una muestra comercial en la cual se identificó una mezcla de citronelol-nerol (29%) y neral (17%) (Mallavarupu, Prakasa, & Ramesh, 1993). La composición química del aceite esencial de *Pelargonium graveolens* evaluado por Rana, Juyal, & Blázquez (2002) y sus colaboradores, fue de citronelol (33%), geraniol (26%), linalol (10%) y formiato de citronelilo (6%).

3.2.7. Composición Química del aceite esencial de Eucalipto.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, se logró identificar 20 compuestos que representan un 98,15% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 11, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 11. Composición química del aceite esencial de Eucalipto.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -Thujene	923	924	0,08
2	α-Pinene	929	932	13,28
3	Camphene	944	947	0,02
4	β -Pinene	971	975	0,60
5	β -Myrcene	988	988	0,46
6	α -phellandrene	1003	1003	0,64
8	p-Cymene	1022	1022	0,16
9	1,8 cineol	1029	1030	77,37
10	cis-ocimene	1035	1032	0,37
11	γ -terpinene	1054	1054	0,60
13	Solusterol	1107	1105	0,07
15	Terpinen-4-ol	1178	1177	0,24
16	α -Terpineol	1194	1186	1,82
19	α -Gurjunene	1396	1393	0,18
21	Alloaromadendrene	1448	1453	0,19
22	Valencene	1477	1479	0,03
23	(+)-Ledene	1481	1488	0,19
24	Elixene	1485	1492	0,06
27	Germacrene D-4-ol	1575	1574	1,71
28	Naphthalene 2-acetyl	1597	1608	0,08
			TOTAL	98,15

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En un estudio previo, los autores concluyen que el componente mayoritario de las especies de eucalipto es el 1,8 cineol, constituyendo en el aceite de *E. citriodor* un 74.5% y en la especie *E. globulus* 80.1% (Baranska et al., 2006). Del mismo modo, en una investigación de los aceites esenciales extraídos de las hojas de eucalipto en Taiwán, se determinó que son ricos en 1,8 cineol (58,34%), α -terpineol acetato (14,87%), α -pineno (6,25%) y los principales constituyentes del aceite esencial de la especie *E. camaldulensis* son α -pineno (22,52%), p-cimeno (21,69%), α -felandreno (20.08%), 1,8 cineol (9.48%), c-terpineno (9,36%) y limoneno (4,56%) (Cheng et al., 2009).

En Brasil, estudiaron la actividad del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, determinaron la composición principal de este quimiotipo, reportando 89.95% de 1,8 cineol, y tricicleno 2,95% (Vilela et al., 2009). En Colombia, se realizó también un estudio, donde se reporta el porcentaje prioritario del componente principal 1,8 cineol, de las variedades principales de eucalipto que crecen allí (Calderón, De Nigrinis, & Calle, 2003).

Al igual que en la literatura, el componente mayoritario encontrado en la composición química del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* es el 1,8 cineol en un porcentaje de 77,37%.

3.2.8. Composición Química del aceite esencial de Hierba luisa.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*, se logró identificar 14 compuestos que representan un 98,96% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 12, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 12. Composición química del aceite esencial de Hierba luisa.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	β-myrcene	988	988	13,89
5	α-Ocimene	1035	1033	0,34
6	trans-β-Ocimene	1046	1044	0,20
7	α-Terpinolene	1102	1097	0,56
11	cis-α-Terpineol	1162	1160	1,17
13	Isocitral E	1181	1177	1,45
16	β-Citral	1240	1241	31,39
17	α-Citral	1250	1267	0,48
18	β-Geraniol	1255	1253	3,71
19	Geranial	1271	1264	44,91
20	2-Undecanone	1296	1296	0,63
23	Caryophyllene	1408	1410	0,12
24	trans-α-bergamotene	1427	1431	0,07
28	Caryophyllene oxide	1576	1573	0,04
			TOTAL	98,96

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Una vez realizada la identificación de los componentes del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* se obtuvo un porcentaje de geranial de 44,91% y de β-citral 31,39%. En estudios previamente realizados de igual manera predomina el aldehído citral (mezcla de geranial y neral) alcanzando concentraciones de hasta 75% (González, 2003). En un estudio diferente, los autores reportan los componentes mayoritarios del AE de *Cymbopogon citratus* obtenidos en su investigación: limoneno 16,28%; neral 29,34%; geranial 40,71%; geraniol 2,50% (Chamorro, Audizzio, Morales, Sequeira, & Velasco, 2006).

3.2.9. Composición Química del aceite esencial de Hojas de Naranja.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Citrus sinensis*, se integraron 26 compuestos, se identificaron 12 compuestos que representan un 99,72% del total integrado, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 13; además se indican los índices de Kóvats experimentales, reportados en la literatura y el porcentaje en la columna DB-5MS.

Tabla 13. Composición química del aceite esencial de Hojas de Naranja.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
4	α -pinene	927	932	0,22
6	Sabinene	967	969	4,88
7	β -pinene	970	974	1,97
8	β -myrcene	988	988	0,46
10	Limonene	1025	1024	1,34
12	β -ocimene	1045	1032	0,90
15	Terpinolene	1082	1086	0,20
16	Linalool	1101	1098	8,49
19	Terpinen-4-ol	1179	1174	0,09
20	α -terpineol	1195	1186	1,10
21	Linalool acetate	1252	1254	78,79
23	Neryl acetate	1362	1359	0,22
			TOTAL	98,77

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

El aceite esencial obtenido de las hojas de *Citrus sinensis* analizado presento en altas concentraciones el acetato de linalool, 78,79% y linalool 8,49%.

El aceite esencial de naranja tiene una fracción considerable de compuestos de alto peso molecular como el linalool, decanal y octano, responsables del olor y sabor característico de este producto (Cerón y Cardona, 2010).

3.2.10. Composición Química del aceite esencial de Limón.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Citrus limon*, se logró identificar 22 compuestos que representan un 98,59% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 14, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 14. Composición química del aceite esencial de Limón.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -Thujene	923	924	0,40
2	α-Pinene	929	931	2,35
3	Camphene	944	946	0,11
4	Sabinene	968	968	2,94
5	2(10)-pinene	972	974	21,48
6	β -myrcene	988	988	0,60
7	α -terpinene	1013	1016	0,22
8	Cymene	1021	1022	1,60
9	Limonene	1026	1026	47,12
10	trans- β -Ocimene	1046	1044	0,15
11	γ-Terpinene	1054	1056	10,04
12	α -Terpinolene	1081	1083	0,50
14	Linalool	1103	1101	0,16
15	Terpinen-4-ol	1178	1180	0,30
16	α -Terpineol	1194	1190	0,62
17	β -Citral	1238	1241	1,92
18	α-Citral	1269	1267	3,08
20	β -Elemene	1383	1388	0,52
21	Caryophyllene	1408	1415	0,91
23	α -Bergamotene	1426	1433	0,79
26	Germacrene D	1471	1474	0,15
29	β-Bisabolene	1503	1505	2,63
			TOTAL	98,59

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Como se puede observar en la tabla, el compuesto mayoritario fue el limoneno con un porcentaje de 47,12%; seguido del β -pineno en un porcentaje de 21,48%. En una investigación previa, se afirma que el mayor constituyente del aceite de la cáscara de los cítricos comestibles es el D-limoneno (Braddock, 1999).

Otra investigación constata la afirmación hecha por el anterior autor, en la que se analizó la composición del aceite esencial de la corteza de 19 variedades de limón identificando 51 componentes donde el limoneno presentó la mayor abundancia (38.1–95.8%), seguido por el β -pineno (0.1– 15.8%), γ -terpineno (trazas–18%), linalol (0.1%–25.1%) y acetato de linalilo (trazas– 31.2%) (Lota, R., Tomi, & Casanova, 2002).

3.2.11. Composición Química del aceite esencial de Manzanilla.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Matricaria recutita*, se logró identificar 26 compuestos que representan un 95,82% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 15, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 15. Composición química del aceite esencial de Manzanilla.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
2	α -thujene	923	923	0,88
3	α-pinene	929	931	6,44
4	Camphene	944	946	4,31
5	Sabinene	968	969	0,17
6	β-pinene	971	974	2,99
7	β-myrcene	988	988	16,85
8	α -Phellandrene	1003	1003	0,71
9	α -Terpinene	1013	1013	0,47
10	Limonene	1025	1028	2,05
11	1,8 cineol	1027	1030	14,99
13	γ -Terpinene	1054	1056	1,12
14	Sabinene hydrate <cis>	1068	1065	0,27
15	α -Terpinolene	1081	1083	0,54
16	Linalool (D)	1102	1101	0,58
17	Camphor	1142	1144	20,56
18	Borneol	1169	1165	1,47
19	Terpinen-4-ol	1177	1177	0,52
20	α -Terpineol	1194	1186	0,80
21	cis-Verbenone	1203	1204	0,56
22	Bornyl acetate	1280	1279	2,40
23	Caryophyllene	1409	1412	4,04
25	trans-β-Farnesene	1451	1454	6,79
26	Germacrene D	1471	1470	0,74
27	cis,trans- α -Farnesene	1490	1491	0,33
28	α-Farnesene	1502	1505	4,66
32	α -Bisabolol	1681	1685	0,58
			TOTAL	95,82

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

El alcanfor fue identificado como el compuesto mayoritario del AE analizado, junto con β -mirceno y 1,8 cineol. En la Guía de plantas de uso medicinal del Servicio de medicinas pro-vida, en un estudio de la composición química de *Matricaria recutita* se encuentran detallados los compuestos identificados; principalmente farneseno, espatulenol, camazuleno, α -bisabolol, y oxido de α -bisabolol (Servicio de Medicinas proVida, 1997). De igual manera, Morales (2001), indican en sus resultados que los componentes con más porcentaje presente en el aceite esencial son el alfa-bisabolol en un 50% y el camazuleno en un 1.5%.

3.2.12. Composición Química del aceite esencial de Menta.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Mentha piperita*, se logró identificar 23 compuestos que representan un 95,35% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 16; además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 16. Composición química del aceite esencial de Menta.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -pinene	927	932	0,43
2	Sabinene	967	969	0,45
3	β -pinene	970	974	0,93
4	Limonene	1024	1024	2,05
5	Cineole	1026	1026	6,00
6	Ocimene	1035	1032	0,59
7	Neodihydrocarveol	1198	1202	0,85
8	Dihydrocarveol	1199	1192	3,91
10	Carvone	1243	1239	41,05
12	Dihydroedulan I	1286	1273	0,90
13	Dihydrocarveol acetate	1323	1326	5,01
14	trans-carvyl acetate	1357	1339	14,15
15	α -copaene	1367	1374	0,34
16	β-bourbonene	1374	1387	4,25
18	trans-caryophyllene	1408	1408	2,41
19	β -cubebene	1420	1423	0,47
22	trans-muurolo-3-5-diene	1452	1451	2,98
23	Germacrene D	1471	1484	4,24
24	Bicyclogermacrene	1485	1500	0,31
26	Calamenene	1511	1521	2,30
27	cis-calamenene	1528	1528	0,47
28	Viridiflorol	1584	1592	0,71
30	Muurolol	1648	1644	0,55
			TOTAL	95,35

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En la composición química de la muestra analizada de aceite esencial de *Mentha piperita* se identificaron los siguientes componentes mayoritarios: carvona 41,05%; carvyl acetato 14,15% y cineol 6,00%.

Agrelo De Nassiff, Torres, Ricciardi, y Ricciardi (2002) analizaron el aceite esencial de ejemplares provenientes de Dolores (Buenos Aires) observando en el mismo un elevado contenido en cetonas monoterpénicas siendo la pulegona la principal representante y componente mayoritario de la esencia, lo que desaconsejaría su aplicación en la medicina popular. Bouchra, Achouri, Hassani, y Hmamouchi (2003) identificaron un aceite esencial compuesto principalmente por pulegona (85,4%), piperitenona (1%), beta-pineno (0,4%), limoneno (0,6%) mentona, isomentona, y mentol.

Aghel, Yamini, Hadjiakhoondi, y Pourmortazavi (2004) en un estudio realizado en especies cultivadas en Irán, presentan un aceite esencial constituido por pulegona (37,8%), mentona (20,3%), piperitenona (6,8%) y carvona (5,1%). Gende (2009), indica en su estudio que los componentes mayoritarios obtenidos en su estudio fueron: mentol, mentona, mentofurano y óxido de piperitona. Como podemos observar, existen variaciones considerables en las diferentes composiciones químicas investigadas.

3.2.13. Composición Química del aceite esencial de Naranja.

Para la composición química del aceite esencial de *Citrus sinensis*, se logró identificar 9 compuestos que representan un 98,10% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 17, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 17. Composición química del aceite esencial de Naranja.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
3	α -pinene	929	931	0,30
6	Sabinene	968	969	0,79
7	L- β -pinene	971	974	0,08
8	β -myrcene	987	988	1,19
12	L-limonene	1027	1024	94,21
14	D-limonene	1082	1048	0,02
15	α -terpinolene	1101	1097	1,35
18	Camphor	1141	1141	0,07
27	β -gurjunene	1482	1460	0,09
			TOTAL	98,10

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En las partes aéreas de esta especie, los componentes más importantes son de naturaleza terpénica (en su mayoría monoterpenos y aldehídos); el más abundante es el limoneno, con contenidos que varían entre 76 y 94,5%. En contraste, el L-limoneno fue el compuesto mayoritario identificado en la composición química del aceite esencial utilizado en la presente investigación, encontrándose en un alto porcentaje de 94,21%. El linalol también se encuentra a una elevada concentración al igual que el mirceno, otro monoterpeno carbonilo encontrado es la α -terpineol y el valenceno presente en la cera cuticular, entre los aldehídos se encuentra el octanal, decanal y nonanal, cuya concentración generalmente aumenta con el estado de madurez, (Durán, Luz, Montes, y Peláez, 2012).

3.2.14. Composición Química del aceite esencial de Orégano.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Origanum vulgare*, se logró identificar 20 compuestos que representan un 92,41% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 18, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 18. Composición química del aceite esencial de Orégano.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -thujene	921	924	0,54
2	α -pinene	927	932	0,46
3	Sabinene	967	969	3,68
4	β -pinene	970	974	0,27
5	β -myrcene	987	988	1,01
6	α-terpinene	1013	1014	6,98
8	β-phellandrene	1025	1025	2,25
9	trans- β -ocimene	1034	1032	1,35
10	γ-terpinene	1054	1054	15,91
11	Sabinene hydrate	1067	1065	2,40
12	α -terpinolene	1081	1086	1,90
13	trans-sabinene hydrate	1100	1098	11,76
14	Linalool	1101	1098	1,80
18	Terpinene-4-oL	1178	1174	15,58
19	α -terpineol	1194	1186	1,18
21	Carvacrol methyl ether	1237	1241	4,23
22	cis- chrysanthenyl acetate	1250	1261	3,89
23	Thymol	1300	1289	8,10
24	trans-caryophyllene	1408	1408	4,02
26	Bicyclogermacrene	1485	1500	5,10
			TOTAL	92,41

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En la composición química del aceite esencial de *Origanum vulgare* los compuestos más representativos son γ -terpineno y el terpineno-4-ol. En un estudio previo, el cromatograma del aceite que se analizó mostró un contenido de 9% de carvacrol, 12.19% de terpineol, 6.86% de cimeno y la presencia de otros compuesto relacionados metabólicamente con los tres antes citados (Albado, Saez, y Grabiél, 2001).

3.2.15. Composición Química del aceite esencial de Romero.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis*, se logró identificar 22 compuestos que representan un 97,35% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 19, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 19. Composición química del aceite esencial de Romero.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
1	α -Tricyclene	919	921	0,21
2	α -Thujene	923	924	1,06
3	α-pinene	929	932	7,64
4	Camphene	944	946	5,14
6	Sabinene	968	969	0,21
7	L-β-pinene	971	974	3,56
8	β-myrcene	988	988	20,61
9	α -phellandrene	1003	1002	0,92
10	α -terpinene	1013	1014	0,62
11	o-cymol	1021	1022	0,22
12	1,8 cineol	1027	1031	19,51
13	trans- β -ocimene	1034	1041	1,11
14	γ -terpinene	1054	1054	1,26
16	Terpinolene	1081	1086	0,68
19	Linalool (D)	1102	1101	0,78
20	Camphor	1143	1141	22,69
21	Borneol	1169	1165	1,73
22	Terpinen-4-ol	1177	1174	0,65
23	L- α -terpineol	1194	1192	0,98
24	cis-verbenone	1203	1204	0,69
25	Borneol, acetate	1280	1284	2,68
26	β-caryophyllene	1409	1409	4,40
			TOTAL	97,35

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En la muestra analizada se identificó un porcentaje de 22,69% de alcanfor 20,61% de β -mirceno y 19,51% de 1,8 cineol. Las variedades de romero originarias de Portugal se caracterizaron por poseer altas cantidades de mirceno, mientras que en Francia es el alcanfor y en Marruecos el 1,8 cineol los que se encuentran en mayor concentración (Al-Sereiti, Abu, & P, 1999); (Guerrero, Rodriguez, y Brito, 2007). En estudios previos se ha identificado la presencia de α -pineno, β -pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, terpineol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanil-acetato y β -cariofileno (Ruiz, 2000); (Almela, Sánchez, Fernández, Roca, & Rabe, 2006); (Montes de Oca, 2010); (Tschinggerl & Bucar, 2010).

3.2.16. Composición Química del aceite esencial de Ruda.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Ruta graveolens*, se logró identificar 8 compuestos que representan un 97,74% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 20, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 20. Composición química del aceite esencial de Ruda.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
4	1,8 cineole	1027	1031	0,03
5	β-nonanone	1093	1091	47,94
10	Camphor	1135	1141	3,07
11	Menthol	1151	1161	0,19
12	2-decanone	1193	1190	2,19
14	Isogeijerene	1235	1246	1,85
17	Pregeijerene	1284	1285	1,29
18	2- undecanone	1295	1293	41,18
			TOTAL	97,74

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%; calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

Los compuestos mayoritarios identificados en esta muestra fueron β -nonanone 47,94% y 2-undecanona 41,18%.

En estudios previos realizados, el aceite de *R. graveolens* colectado en Irán mostró: 2-undecanona, 2-heptanol, 1-dodecanol, pregeijereno y 2-nonanona como compuestos mayoritarios (Soleimani, Azar, Saber, & Rustaiyan, 2009); el aceite estudiado en Tunisia presentó 2-nonanona y 2-undecanona como los compuestos en mayor proporción (S. Bnina, Hammami, Daamii-Remadi, Jannetii, & Mighri, 2010).

Castro et al., (2011) destacan la identificación de los siguientes componentes: 2-octanona, 2-nonanona, nonanal, 2-undecanona, y 2-tridecanona. (Rojas y Soto (2003) reportaron que el aceite esencial de *Ruta graveolens* posee 2-undecanona (50,93%); 2-nonanona (16,85%) y pregeijereno (8,72%); Andrade (2013) reportó en su estudio que los compuestos mayoritarios identificados fueron: 2-undecanona (58,94%); y 2-nonanona (25,01%).

3.3.17. Composición Química del aceite esencial de Sacha anís.

Para la identificación de la composición química del aceite esencial de *Tagetes fillifolia*, se logró identificar 8 compuestos que representan un 98,05% del porcentaje total de área detectado, los cuales están detallados en la Tabla 21, además se indican los índices de Kóvats experimentales y reportados en la literatura; así como también el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

Tabla 21. Composición química del aceite esencial de Sacha anís.

N°	COMPUESTO	DB-5MS		%
		IK ^{cal}	IK ^{ref}	
8	δ -carene	1004	1001	0,03
9	Estragol	1197	1196	19,01
18	Trans-anethole	1288	1282	78,19
25	p-Cymene	1414	1415	0,07
26	Germacrene D	1471	1484	0,68
30	Anisyl propanoate	1504	1510	0,02
31	β -bisabolene	1506	1505	0,02
33	δ -Cadinene	1510	1513	0,03
TOTAL				98,05

N°: Según el orden de elución en la columna DB-5MS.

IK^{cal}: Índice de Kóvats calculado.

IK^{ref}: Índice de Kóvats reportado en la literatura.

%: calculado en base al porcentaje de área de los picos reportados en la columna DB-5MS.

Elaborado por: La autora.

En la muestra de aceite esencial de *Tagetes filifolia* se identificó un alto porcentaje de trans-anetol 78,54%. Este resultado se ve respaldado por estudios previamente realizados en los que se enuncia que los compuestos químicos anetol y alilanol, del grupo fenilpropanoides, constituyen la mayor parte del aceite esencial de *T. filifolia* (Lamarque, Maestri, Guzmán, & Grosso, 1993); (Feo, Della Porta, Soria, & Senatore, 1998); (Vila, Iglesias, Canigüeral, & Ciccio, 2000); (Serrato, Díaz, y Barajas, 2008).

CONCLUSIONES

- En cuanto a la determinación de la densidad relativa, no se pudo determinar esta propiedad en todos los aceites esenciales debido a que no se contó con volúmenes suficientes para la realización del respectivo procedimiento. De las cinco especies analizadas, los valores calculados estuvieron entre 0,8427 g/cm³ y 0,9339 g/cm³. Todas menores a la densidad del agua.
- Los valores del índice de refracción de los diferentes aceites esenciales están entre 1,4323 (*Ruta graveolens*) y 1,5116 (*Ocimum basilicum*).
- Para el estudio de la Actividad óptica se logró trabajar con cinco especies, una vez más esto es debido a que los volúmenes de aceite que se logró obtener no fueron suficientes por lo que esto se considera un factor limitante.
- En el caso de la composición química de los AE de las diferentes especies estudiadas ninguna de ellas coincidió totalmente con los estudios previamente analizados encontrados en la literatura tanto en los compuestos volátiles como en los porcentajes detectados. La composición química de los aceites esenciales varía ya sea significativamente o en trazas debido a que está sujeta a variabilidad que puede presentarse debido a la edad de la planta, el material que sea utilizado, calidad del suelo, época del año, entre otros factores agroclimáticos.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios específicos que permitan determinar cuáles son los factores y las condiciones favorables para lograr obtener mayores volúmenes de aceites esenciales para cada una de las especies de interés.
- Establecer estándares propios para las especies con las que se vaya a trabajar al momento de realizar la extracción de los aceites esenciales, en búsqueda de que las condiciones de temperatura, presión de vapor, o tiempo de destilación sean las más recomendables para conservar la calidad del aceite.
- Realizar trabajos de investigación cíclicos recolectando material vegetal de los mismos individuos con el fin de determinar la influencia que tienen la edad de la planta, el período vegetativo y las condiciones agroclimáticas que afectan la calidad y cantidad de los aceites esenciales.

BIBLIOGRAFIA.

- Acevedo, R. (2010). *Aislamiento e identificación de Tulasnella spp. a partir de raíces de orquídeas terrestres*. (Pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja., Loja.
- Adams, R. (1997). Comparación del aceite esencial de hojas y las huellas genéticas de ADN entre *Cupressus lusitánica Mill*, *Cupressus arizonica Greene*, *Cupressus benthamii Endl* y *Cupressus lindleyi Klotz*: estudio de investigación. *Estados Unidos: Journal of essential oil research.*, 309.
- Adams, R. (2009). *Identification of Essential oil components by chromatography/ MS Spectrometry* (4ta ed.).
- Aghel, N., Yamini, Y., Hadjiakhoondi, A., & Pourmortazavi, S. (2004). Supercritical carbon dioxide extraction of *Mentha pulegium L.* essential oil. *Talanta*, 62, 407-411.
- Agrelo De Nassiff, A., Torres, A., Ricciardi, G., & Ricciardi, A. (2002). "Aceite esencial de *Mentha pulegium L.*". Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/cyt.html>
- Aguilera, R. (2010). Determinación de propiedades físico-químicas de los aceites esenciales de cuatro especies de la familia Asteraceae: *Ageratina dendroides*, *Ageratina pichinchensis*, *Coreopsis venusta Kunth* y *Gynoxys verrucosa weed* de la Provincia de Loja. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja.
- Aguirre, M., Madsen, J., Cotton, E., & Balslev, H. (2002). *Botánica austro ecuatoriana. Estudios sobre los recursos vegetales en las Provincias del Oro, Loja y Zamora Chinchipe*. (E. ABYA-YALA Ed.). Quito-Ecuador.
- Akerele, O. (1993). Las plantas medicinales: un tesoro que no debemos desperdiciar. *Foro Mundial de la Salud*, 14, 390.
- Al-Sereiti, M., Abu, K., & P, S. (1999). Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis Linn.*) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biololgy*, 37, 124.
- Albado, E., Saez, G., & Grabiell, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Revista de Medicina Hered*, 12, 56-61.

- Almela, L., Sánchez, J., Fernández, L., Roca, M., & Rabe, V. (2006). Liquid chromatographic mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. . *Journal of Chromatography*, 1120, 221-229.
- Altamirano, X. (2013). *Fabricación de películas biodegradables para productos cárnicos, a partir de biopolímeros con mezclas de aceites esenciales antimicrobianos*. (Tesis de pregrado), Universidad del Azuay, Azuay.
- Amsterdam, D., Li, Y., Soeller, I., Rockwell, K., Mao, J., & Shults, J. (2009). A randomized, doubleblind, placebo-controlled trial of oral *Matricaria recutita* (chamomile) extract therapy for generalized anxiety disorder. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 29, 378.
- Andrade, M. (2013). *Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro*. (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Arcila, C., & Loarca, G. (2006). *Propiedades, Composición y Actividad Biológica De Los Componentes Del Orégano*. (Tesis de Posgrado), Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.
- Arévalo, Y., Robledo, S., & Muñoz, L. (2009). Evaluación in vitro de la actividad de aceites esenciales de plantas colombianas sobre *Leishmania braziliensis*. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, 38, 131-141.
- Arias, A. (2012). Caracterización físico – química y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de una especie Asteraceae (*Chromolaena laevigata*) de la Provincia de Loja. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Avila, R., & Medellin, R. (2004). Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by mexican bats. *Journal of Mammalogy*, 85, 675-687. doi: 10.1644/Bos-127
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 446–447.
- Balslev, H., Navarrete, H., De la Torre, L., & Macía, M. (2008). Introducción. In H. Q. H. AAU (Ed.), *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*.
- Bandoni, A. (2002). *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica. Su Aprovechamiento Industrial Para la Producción de Aromas y Sabores*. Buenos Aires, Argentina.

- Bandoni, A. (2003). Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica. Su Aprovechamiento Industrial Para la Producción de Aromas y Sabores. *Buenos Aires, Argentina*.
- Baranska, M., Schulz, H., Walter, A., Rössch, P., Quilitzsch, R., Lösing, G., & Popp, J. (2006). Investigation of eucalyptus essential oil by using vibrational spectroscopy methods. *Vibrational Spectroscopy*, 42, 341-345.
- Baratta, M., Dorman, H., Deans, S., Figueiredo, A., Barroso, J., & Ruberto, G. (1998). Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavours & Fragrances*, 13, 235-244.
- Başer, K., & Buchbauer, G. (2010). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications*. New York.
- Benveniste, B., & Azzo, N. (1992). Geranium oil. *Technical Bulletin*, 11.
- Berdonces, J. (2010). *Gran enciclopedia de las plantas medicinales*. España.
- Berger, R. (2007). Bioprocessing and Sustainability. Flavours and Fragrances. *Biocomercio andino. Flora comercializada en el Ecuador*.
- Bernal, H., & Correa, J. (1990). *Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo III. Burseraceae*. (SECAB).
- Bnina, E., Hammami, S., Daamii, M., & Mighri, Z. (2010). Chemical composition and antimicrobial effects of Tunisian *Ruta Chalepensis* L. essential oils. *J. Soc. Chim. Tunisie*, 12, 1-9.
- Bnina, S., Hammami, Z., Daamii-Remadi, M., Jannetii, H., & Mighri, Z. (2010). Chemical composition and antimicrobial effects of Tunisian *Ruta Chalepensis* L. essential oils. *J. Soc. Chim. Tunisie*, 12, 1-9.
- Bouchra, C., Achouri, M., Hassani, I., & Hmamouchi, M. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan *Labiatae* against *Botrytis cinerea*. *Journal of ethnopharmacology*, 89, 165-169.
- Brack, A. (1999). *Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú*. Cuzco, Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas" . .
- Braddock, R. (1999). *Handbook of Citrus*. (E. Wiley Ed.). New York.
- Bravo, E. (2013). *Apuntes sobre la biodiversidad del Ecuador* (E. ABYA-YALA Ed.).

- Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia: fitoquímica plantas medicinales* (2a ed.). España: ACRIBIA S.A.
- Bueno, N., Castillo, R., Costa, R., Pott, V., Scheidt, G., & Batista, M. (2005). Medicinal plants used by the Kaiowá and Guaraní indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do SOul, Brazil. *Acta Botánica Brasileira.*, 19(1), 39-44.
- Buitron, X. (2012). Ecuador: Uso y comercio de plantas medicinales, situación actual y aspectos importantes para su conservación. *TRAFFIC Internacional, Cambridge.*, 101.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potencial applications in foods- A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- Bustanji, Y., & Issa, A. (2010). Inhibition of hormone sensitive lipase and pancreatic lipase by *Rosmarinus officinalis* extract and selected phenolic constituents. . *Journal of Medicinal Plants and Research*, 4, 2235-2242.
- Calderón, E., De Nigrinis, S., & Calle, A. (2003). Estudio de Aceites Esenciales Colombianos III. Aceites esenciales de Eucaliptus I. *Revista Colombiana de Ciencias Quimico - Farmaceuticas*, 7, 95-103.
- Camarillo, G., Ortega, M., Serrato, A., Rodríguez, C., & Barajas, F. (2007). Toxicidad del anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.) en moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* West.) en invernadero. *Entomología Mex.*, 6, 1038-1043.
- Carmo, M. (1989). El aceite esencial del ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill): estudio de investigación. *Portugal: Flavor and Fragrances Journal*, 186.
- Castro, A., Juárez, J., Ramos, N., Suárez, S., Retuerto, F., & Gonzales, S. (2011). Elucidación estructural del aceite esencial de *Ruta graveolens* L Ruda, actividad antioxidante y bioensayo de citotoxicidad. *Ciencia e Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica*, 14, 25-28.
- Cerón, C. (2006). Plantas medicinales de los andes ecuatorianos. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 285-293.
- Cerón, I., & Cardona, C. (2010). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de la cáscara de naranja. *SCielo* .
- Cerpa, M., Mato, R., & Cocero, M. (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales. Modelado y caracterización. *AIChE Journal*, 54, 909-917.

- Chamba, D. (2015). Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de individuos con flores masculinas de la especie *Hedyosmum racemosum* de la provincia de Loja. (Tesis de pregrado) Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Colivet, J., Marcano, G., Belloso, G., Brito, D., & Gómez, H. (2011). Efecto antimicrobiano de extractos etanólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus*. . *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 313-320.
- Cuvelier, M., Berset, C., & Richard, H. (1994). *Separation of major antioxidants in sage by high performance liquid chromatography*: Sciences des Aliments.
- Chamorro, E., Audizzio, W., Morales, W., Sequeira, A., & Velasco, G. (2006). Identificación de los componentes del aceite esencial de hojas de *Schinus molle*. *Revista Conexiones. Editora Universidad de la Cuenca del Plata. II. Corrientes*.
- Chemat, F., Lucchesi, M., Faureto, L., Colnaghi, G., & Visioni, F. (2006). Microwave-accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally Appl., 555, 155-160.
- Cheng, S., Huang, C., Chen, Y., Yu, J., Chen, W., & Chang, S. (2009). Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. . *Bioresource Technology*, 100, 452-456.
- Damian, P. (1997). *Aromaterapia El olor y la psique*. (S. A. d. C. V. Ediciones Étoile Ed.). Mexico.
- De la Torre, L., Alarcón, D., Kvist, L. P., & Salazar, J. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*.: Quito & Aarhus Herbario QCA & Herbario AAU.
- Delascio, F. (1985). *Algunas plantas usadas en la medicina empírica venezolana*. Caracas: Dirección de Investigaciones Biológicas.
- Di Giacomo, A., & Mincione, B. (1994). *Gli olii essenziali agrumari in Italia*. Italia.
- Di Leo Lira, P., Baren, C., Retta, D., Bandoni, A., Gil, A., & Gattuso, M. (2008). Characterization of lemon verbena (*Aloysia citriodora Palau*) from Argentina by the essential oil. . *Journal of Essential Oil Research*., 20, 350.
- Díaz, O. . (2007). Estudio comparativo de la composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de *Aloysia triphylla* cultivada en 3 regiones de Colombia. *Boletín. Universidad de Pasto*.
- Dragland, S. (2003). Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *Journal of Nutriology*, 133, 1286–1290

- Durán, R., Luz, A., Montes, C., & Peláez, C. (2012). Alimentos Hoy. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Recuperado de www.alimentos hoy.acta.org.co/index.php/phoyarticleview122116
- Eduardo, C. (2003). Caracterización y aprovechamiento del extracto y aceite esencial de apio (*Apium graveolens*), para uso farmacéutico, a través de un proceso de destilación a nivel de planta piloto. . *Centro de investigaciones de la facultad de ingeniería.*, 23-24.
- Essential Oils Peru, E. (2011). Aceite esencial del peru para el mundo.
- Falconí, M. (2007). *Elaboración y control de calidad de comprimidos fitofarmacéuticos a base de extractos de Manzanilla (Matricaria chamomilla L.), Ajo (Allium sativum) y Jengibre (Zingiber officinale)*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Faleiro, L. (2005). Antibacterial and Antioxidant Activities of Essential Oils Isolated from *Thymbra capitata* L. (Cav.) and *Origanum vulgare* L. *Journal of Agriculture, Food & Chemistry*, 53, 8162-8168.
- Feo, V., Della Porta, G., Soria, E., & Senatore, U. (1998). Composition of the essential oil of *Tagetes filifolia* Lag. *Flavors and Fragrances; A World Perspective*. Elsevier Science Publishers BV. Amsterdam, 13, 145-147.
- Fernandez, C., Catrinescu, C., Castillo, P., Russo, P., & Carrott, M. (2006). Catalytic conversion of limonene over acid activated serra de Dentro (SD) bentonite. *Appl. Catal, A.*, 108-120.
- Flores, H., & Laime, S. (2008). *Crema dental a base de las propiedades medicinales y terapéuticas del aceite esencial del geranio (Pelargonium x hortorum)*. (Pregrado), Universidad Alas Peruanas., Perú.
- Flores, P. (2015). *Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de Piper ecuadorensis del cantón Saraguro.* (Pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Forondo, E. (2013). "Capacidad antimicrobiana de subproductos cítricos de limón, naranja y mandarina frente a *E. coli* 0157:A7 y *S. typhimurium*" Universidad Politécnica de Valencia.
- Fretes, F., & Mendoza, C. (2010). Plantas medicinales y aromáticas: una alternativa de producción comercial. *Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*.

- García, H. (2003). "Esencias Naturales" (A. S. A. Ediciones Ed.). Madrid.
- Gasbarra , M., & Villatoro, E. (2000). *Plantas de uso medicinal en Centro América*. Guatemala: OPS/OMS.
- Gende, L. (2009). *Principales componentes de aceites esenciales relacionados con actividad antimicrobiana frente a Paenibacillus larvae*. . (Tesis de Doctorado), Universidad de Buenos Aires.
- Gholamreza, K., & Mohammad, H. (2005). Protective effect of Rosmarinus officinalis L. essential oil against free radical. Induced erythrocyte Lyss. . *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences.*, 1, 231-236.
- Gimenes, B. (2010). "Efecto Antimicrobiano in Vitro de los Extractos Acuosa y Etanólica del Eucalipto Globulus (Eucalipto) en diferentes concentraciones sobre la cepa de Lactobacillus spp". (Tesis de Posgrado), Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- González, N. (2003). Resultados De Investigaciones Fitoquímicas. *Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela*, 59-77.
- Guerrero, C., Rodríguez, H., & Brito, J. (2007). Essential oils of Rosmarinus officinalis L. effect of harvesting dates growing media and fertilizers. . *Greece*, 24, 65-70.
- Gupta, M. (1995). *270 Plantas medicinales Iberoamericanas*. (E. P. Ltda. Ed. 1a ed.). Santa Fe de Bogotá.
- Gutiérrez, A., & Estévez, A. (2009). Relevancia de los productos naturales en el descubrimiento de nuevos fármacos en el S. XXI. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 103, 409-419.
- Gutiérrez, M., & Droguet, M. (2012). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. *BOLETÍN INTEXTER (U.P.C.)*, 122.
- Hassanzadeh, S. (2010). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas del ciprés (*Cupressus lusitánica Mill*): estudio de investigación. *Pharmacognosy Research*, 65.
- Horna, P., Vaisberg, A., & Herrera, P. (1999). Efecto de plantas de los géneros *Uncaria* y *bixa* sobre el estrés oxidativo de macrófagos activados in vitro. *XI Jornadas Científicas Hugo Lumbreras Cruz*.
- Huamán, O. (2012). Efecto antiulceroso del extracto hidroalcohólico liofilizado de hojas de *Bixa orellana* (achiote), en ratas. *Ateneo UNMSM Perú*.

- J., Z., Lamarque, A., Maestri, D., Guzmán, C., & Grosso, N. (1993). Composition of the inflorescence oils of some *Tagetes* species from Argentina. *Journal of Essential Oil Research*, 5, 679-682.
- Jurado, F., Palou, E., & López, M. (2012). Vapores de Aceites Esenciales: Alternativa de Antimicrobianos Naturales. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos. Universidad de las Américas. Puebla, México.*, 6, 29-39.
- Katewa, S., Chaudhary, B., & Jain, A. (2004). Folk herbal medicines from tribal area of Rajasthan, India. *J. Ethnopharmacology*, 92.
- Kitajima, J., Ishikawa, T., & Satoh, M. (2003). Polar constituents of celery seed. . *Phytochemistry*, 64, 1003-1011.
- Kuaite, J. (2006). Composición química y propiedades antidermatofíticas del aceite esencial de las hojas, flores y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica Mill*): estudio de investigación. *Camerún: Flavor and Fragrances Journal*, 160.
- Lans, C. (2006). Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. *Journal of Ethnobiology-Ethnomedicine*, 2.
- Lans, C., Turner, N., Khan, T., Brauer, G., & Boepple, W. (2007). Ethnoveterinary medicines used for ruminants in British Columbia, Canada. *Journal of Ethnobiology-Ethnomedicine*.
- Lawrence, B., Mookherjee, F., & Willis, B. (1988). A further examination of the variation of *Ocimum basilicum L.* . *Flavors and Fragrances; A World Perspective. Elsevier Science Publishers BV. Amsterdam*, 161-170.
- Leon, J. (2000). *Botánica de los Cultivos Tropicales*. San José. Costa Rica.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- López, J. (2005). "De los aceites esenciales interesa su aroma y su capacidad fungicida, bacteriana o repelente". *Perspectivas de Investigación. UTPL*.
- López, M. (1998). Cultivo de plantas medicinales: ¿Una alternativa? *Revista de Plantas Medicinales para la Salud*, 8, 57.
- López, M. (2004). Los aceites esenciales. Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *Ámbito Farmacéutico. Fitoterapia*, 23.
- Lota, M., R., S., Tomi, F., & Casanova, J. (2002). Variability of peel and leaf essential oils from *Citrus reticulata* Blanco. . *Journal Biochemical Systematic and Ecology Chemical*, 28, 61-78.
- Mahady, G., Fong, H., & Farnsworth, N. (2001). Botanical dietary supplements: quality, safety and efficacy. *Swets & Zeitlinger Publishers.*, 115-123.

- Mallavarupu, G., Prakasa, E., & Ramesh, S. (1993). Chemical and agronomical investigations of a new chemotype of geranium. *Journal of Essential Oil Research*.
- Manzano P., Morgner I., Morgner J., & A., O. (2009). "Bursera graveolens (Palo Santo) como alternativa de Agricultura Sustentable en la Península de Santa Elena-Provincia del Guayas". *Instituto de Ciencias Químicas. Escuela Superior Politécnica del Litoral*.
- Martínez, A. (2001). Aceites esenciales. *Facultad Química Farmacéutica Medellín.*, 4-17.
- Martinez, M., & Naranjo, L. (2004). Actividad diurética y antipirética de un extracto fluido de *Rosmarinus officinalis L.* en ratas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9, 1-6.
- Masuda, H., Ueno, T., & Muranishi, S. (2002). Inhibition of citral deterioration. *Free radicals in Food Chemistry, Nutrition and Health Effects*, 176-187.
- Matute, I. (1987). *Estudio preliminar de la extracción de aceite esencial de naranja con solvente en condiciones supercríticas.* (Tesis de Pregrado), Universidad Central de Venezuela., Caracas.
- Meccia, G., & Rojas, B. (2009). *Estudio del aceite esencial de Ruta graveolens L. que crece en el estado Mérida – Venezuela.* Universidad de los Andes, Sector Campo de Oro, Mérida.
- Mendivelso, D., & Olivares, M. (2007). *Estudio de los metabolitos secundarios volátiles en hojas frescas y secas de Pelargonium graveolens, en función del método de extracción y su estado de desarrollo vegetativo.*, Universidad Industrial de Santander, Santander.
- Mendoza, D., & Taborda, M. (2010). Composición química y actividad acaricida del aceite esencial de *Cymbopogon citratus stapf* contra el acaro intradomiciliario dermatofagoides farinae (*acari: pyroglyphidae*). *Revista de la Facultad de Química*.
- Mendoza, N., & Figueroa, J. (2006). Herbolaria. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 48, 248-249.
- Merino, G. (2015). Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial de la especie *Piper Lineatum* de la provincia de Zamora Chinchipe. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador, M. (2010). Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito-Ecuador.

- Mitchell, K., Markham, K., & Boase, M. (1998). *Pigment chemistry and colour of Pelargonium flowers.*
- Mittermeier, R., Robles, P. y., & Goettsch, M. (1997). Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. . *Conservation International. CEMEX S. A. Agrupación Sierra Madre*, 501.
- Monsalve, S. L. (2007). Comparación de la composición química de los aceites esenciales de las plantas de *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown, provenientes de diferentes regiones de Colombia. Colombia.
- Montes de Oca, R. (2010). *Elaboración y control de comprimidos fitofarmacéuticos de ajeno (Artemisia absinthium L), romero (Rosmarinus officinalis L.) y manzanilla (Matricaria chamomilla L.) para combatir la menstruación dolorosa.* (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Morales, S. (2001). *Contribución al estudio de la Matricaria Chamomilla para la obtención de un patrón del alfa-bisabolol*". (Tesis de pregrado), UNIBE, San José. Costa Rica.
- Morón, F., Furones, J., & Pinedo, Z. (1996). Actividad espasmolítica del extracto fluido de Matricaria recutita (manzanilla) en órganos aislados. . *Revista Cubana de Plantas Medicinales.*
- Morton, J., & Charles, C. (1981). *Atlas of medicinal plants of Middle America, Bahamas to Yucatan.* (Vol. I). Illinois, : Thomas Publisher.
- Muñoz, F. (1996). *Plantas Medicinales y Aromáticas; estudio, cultivo y procesado.* (E. M. Prensa Ed. 2a ed.). Madrid, España.
- Muñoz, L. (2002). Plantas medicinales españolas: *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) (orégano). *Acta Botanica Malacitana*, 27.
- Nakanishi t., I. Y., Murata H. (2005). A new and know Cytotoxic Aryltetralin-Type Lignans from steams of *Bursera graveolens*. *Chemical and pharmaceutical bulletin.*, 53, 3.
- Nessmann, P. (1998). *Los geranios* (S. e. S.A Ed.). Madrid.
- Ocampo, R. (1994). Domesticación de Plantas medicinales en Centro América. In S. Técnica (Ed.), *Informe Técnico* (pp. 60). Costa Rica.
- Ochoa, K., Paredes, L., Bejarano, D., & Silva, R. (2012). Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (*Wiskataya*). *Scientia Agropecuaria*, 3, 291-302.
- Olaya, J., & Méndez, J. (2003). Guía de plantas y productos medicinales.
- Olgún, P., & Rodríguez, M. (2006). *Cromatografía de gases: Métodos en Biotecnología.* Universidad Autónoma de México: Instituto de Biotecnología. México.

- OMS. (2005). *“Estrategias de la OMS sobre medicina tradicional 2002-2005”*.
- Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes* (A. e. Ed. Ed. 1a ed.). España.
- Palacios, C. (2015) Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de *Piper lanceifolium* de la provincia de Zamora. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Paz, A., Bassagoda, M., & Ferreira, F. (2008). *Uso racional de las plantas medicinales. Montevideo, Uruguay.*
- Peguero, B. (1998). Estudio etnobotánico de las comunidades ubicadas dentro y en la periferia del parque nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle nuevo). Recuperado de www.parksinperil.org/files/parte.pdf
- Peredo, H., García, P., & Lopez, A. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos. Universidad de las Américas. Puebla, México.*, 3, 24-32.
- Pilco, G. (2012). *“Comprobación del efecto adelgazante de la tintura de apio (*Apium graveolens*) y el perejil (*Petroselinum sativum*) en voluntarios con sobrepeso”*. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba.
- Piyo, A., Udomslip, J., Khang, P., & Thobunluepop, P. (2009). Antifungal activity of essential oils from basil (*Ocimum basilicum*) and sweet fennel: Alternative strategies to control pathogenic fungi in organic rice. *Asian Journal of food and agro-industry*.(Special issue), 52-59.
- Ponce, M., Rufino, Y., De la Mora, J., González, A., Reynoso, R., & Martínez, M. (2001). Mortality and morphological changes in *Giardia duodenalis* induced by exposure to ethanolic extracts of *Justicia spicigera*. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*: 151-152.
- Pozo, X., & Naranjo, B. (2006). *Extracción, caracterización y determinación de la actividad antibacteriana y antimicótica del aceite esencial de Hierba Luisa (*Cymbopogon Citratus*)*. (Tesis de pregrado), Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.

- Quezada, A. (1992). *La práctica médica tradicional*. Cuenca.
- Rana, V., Juyal, J., & Blázquez, A. (2002). Chemical constituents of essential oil of *Pelargonium graveolens* leaves. *International Journal of Aromatherapy*, 12, 216-218.
- Rodríguez, M., Alcaráz, L., & Real, S. (2012). *Procedimiento para la extracción de Aceites Esenciales en plantas aromáticas*, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mexico.
- Roig, J. (1988). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba* (2a ed.). La Habana.
- Rojas, J., Solís, H., & Palacios, O. (2010). Actividad anti-Trypanosoma cruzi in vitro de aceites esenciales de diez plantas medicinales. *Journal of Pharmacology and Medicine*, 71, 161.
- Rojas, M., Sánchez, Y., Abreu, Y., Espinosa, I., Correa, M., & Pino, O. (2012). Caracterización química y actividad antibacteriana de aceites esenciales de *Ocimum basilicum* L. y *Ocimum basilicum* L. 27,130-134. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&lng=es&tlng=es.
- Rojas, Y., & Soto, R. (2003). *Actividad citotóxica y efecto antitumoral de un extracto etanólico libre de alcaloides solubles en éter etílico del tallo de Abuta grandifolia (Mart.) Sandwith "Abuta" en líneas celulares*. (Tesis de pregrado), UNMSM, Lima.
- Rosales, J. (2012). Determinación de la composición química, propiedades físicas y actividad biológica del aceite esencial de *Baccharis obtusifolia* Kunth (Asteraceae) de la provincia de Loja. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Rosillo, M. (2012). *Determinación Fisicoquímica y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial Baccharis Latifolia (Asteraceae) de la Provincia de Loja*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Ruiz, O. (2000). *Tratado de Botánica* (Porrua Ed. 3a ed.). México D.F.
- Sánchez, A. (1966). La industria de los aceites esenciales y sus derivados en Cuba. *1er Forum de la industria alimenticia*, 122.
- Sánchez, E., García, D., Carballo, C., & Crespo, M. (1996). Estudio farmacognóstico de *Mentha piperita* L. (toronjil de menta). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1, 40-45.
- Schultes, R., & Raffath, R. (2004). "El bejuco del alma: los médicos tradicionales de la Amazonia colombiana, sus plantas y rituales". *El ancora*, 9.

- Schultes, R., & Raffauf, R. (1990). *The Healing Forest*. Portland. Oregon.
- Serrato, M., Díaz, F., & Barajas, J. (2008). Composición del aceite esencial en germoplasma de *Tagetes filifolia* Lag. de la región Centro-Sur de México. *Agrociencia*, 42, 277-285.
- Servicio de Medicinas proVida, S. (1997). *Guía de plantas de uso medicinal*. (1a ed.). Lima - Perú: Servicio de Medicinas Pro-Vida.
- Sharapin, N. (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. *Convenio Andrés Bello (CAB)*. Colombia., 15.
- Skoog, D., Holler, J., & Nieman, T. (2008). *Principios de Análisis Instrumental* (6 ed.).
- Smith, N., Williams, J., Plucknett, D., & Talbot, J. (1992). *Tropical forest and their crops*. Ithaca: Cornell Publishing.
- Soleimani, M., Azar, P., Saber, M., & Rustaiyan, A. (2009). Volatile composition of *Ruta graveolens* L. of north of Iran. *World Appl. Sci. J.*, 7(1), 124-126.
- Soto, R., Vega, G., & Tamajon, A. (2002). Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 7, 1-11.
- Stashenko, E., Díaz, O., Duran, D., & Martínez, J. (2007). Estudio comparativo de la composición química de los aceites esenciales de *Aloysia triphylla* L'Her Britton cultivada en diferentes regiones de Colombia. *Scientia et Technica*, Año XIII(33).
- Teisseire, P. (1987). *Industrial Quality Control of Essential Oils by Capillary in Capillary Gas Chromatography in Essential Oil analysis*. Heidelberg, Huethig.
- Tene, V., Malagón, O., Vita, P., Vidari, G., Armijos, C., & Zaragoza, T. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipec. *Journal of ethnopharmacology*, 111.
- Thormar, H. (2011). *Lipids and essential oils (as antimicrobial agentes)*. University of Iceland.: Faculty of Life and Environmental Sciences.
- Tropicos.org. (2016). Missouri Botanical Garden., 2016
- Tschinggerl, C., & Bucar, F. (2010). Investigation of the volatile fraction of rosemary infusion extracts. *Scientia Pharmaceutica*, 1, 483-492.
- Valarezo, E., Rosales, J., Morocho, V., Cartuche L, Guaya, D., Ojeda, S., Armijos, C. & González, S. (2015): Chemical composition and biological activity of the essential oil of *Baccharis obtusifolia* Kunth from Loja, Ecuador. *Journal of Essential Oil Research*.
- Vásquez, J. (1987). *Procesamiento de hierba luisa (Cymbopogon citratus) en bolsas filtrantes*.(Tesis de Pregrado), UNALM, Lima.

- Velasquez, L. (2011). *Evaluación del efecto bactericida en Campylobacter jejuni de extractos de: Equisetum giganteum, Mentha spicata, Litsea guatemalensis, Thymus vulgaris, Apium graveolens e Hibiscus sabdariffa.* (Tesis de pregrado), Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala.
- Vila, R., Iglesias, J., Canigueral, S., & Ciccio, J. (2000). Essential oil of *Tagetes filifolia* from Costa Rica. *Ingeniería, Ciencia y Química*, 19, 13-14.
- Vilela, G., Almeida, G., D'Arce, M., Moraes, M., Brito, J., Fatima, M., & Silva, S. (2009). Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from *Eucalyptus globulus Labill.*, against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare. *Journal of Stored Products Research*, 1-4.
- Vinent, M., Torres, M., & Olivares, M. (2002). Uso de fitofármacos en la sala de medicina del Hospital Emilio Bárcenas Pier durante el primer trimestre del 2001. *Hospital Emilio Bárcenas Pier. MEDISAN*, 6, 25-28.
- Vita, A. (1990). *Establecimiento y manejo de especies vegetales aptas para su utilización como fuente de energía.* Universidad de Chile, Chile.
- Vizoso, A., Ramos, A., Villaescusa, A., Decalo, M., & Betancourt, J. (1997). Estudio genotóxico in vitro e in vivo en tinturas de *Melissa officinalis* L. (toronjil) y menta piperita L. (toronjil de menta). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2, 6-11.
- Vogl, S., Picker, P., Mihaly, J., Fakhrudin, N., Atanasov, A., Heiss, E., . . . Kopp, B. (2003). Ethnopharmacological in vitro studies on Austria's folk medicine - An unexplored lore in vitro anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *Journal of ethnopharmacology*.
- Waggas, A., & Balawi, E. (2008). Neurophysiological study on possible protective effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves extract in male albino rats treated with acrylamide. . *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 3, 163-171.
- Weiss, E. (2006). *Essential oil Crops.* New York, Usa: Cab International.
- Werker, E., Putievsky, E., & Ravid, U. (1985). *The Essential Oils and Glandular Hairs in Different Chemotypes of Origanum vulgare L.* . The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel.
- Yañez, X., & Cuadro, M. (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). . *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.*, 10, 52-61.

ANEXOS

ANEXO 1

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO

Para calcular el porcentaje de rendimiento (%R) de los aceites esenciales evaluados se correlacionó el volumen de aceite esencial obtenido por cada destilación, con la cantidad de material vegetal, mediante la siguiente fórmula:

$$\%R = \frac{\text{Volumen (mL)}}{\text{Peso (gr.)}} * 100$$

Dónde:

R: Rendimiento expresado en porcentaje.

V: Volumen del aceite esencial extraído en ml.

P: Peso de la materia vegetal empleada en la destilación.

ANEXO 2

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA A 20°C

(Método de Referencia)

Según la AFNOR NF T 75-111 JUNIO 1982

PROPUESTA:

La presente guía está basada en la norma ISO 279-1981 publicada por la Organización Internacional de Normalización.

OBJETIVO DE APLICACIÓN:

La presente norma especifica el método referido a la determinación de la densidad relativa a 20°C de los aceites esenciales.

REFERENCIAS:

- NF T 75-003 Aceites esenciales-Reglas generales para la preparación.
- NF T 75-110 Aceites esenciales-Preparación de la muestra previa al análisis.

PRINCIPIO:

La densidad relativa a 20°C de un aceite esencial se define como la masa de un determinado volumen de aceite esencial a 20°C sobre la masa de un volumen igual de agua destilada a 20°C.

NOTA:

- Si es necesario operar a una temperatura diferente debido a la naturaleza del aceite para indicar la norma referente al aceite esencial. La corrección para 20°C es de 0.0007 a 0.0008 por grado centígrado.
- La masa volumétrica a 20°C de un aceite esencial se reporta como la masa de un cierto volumen del aceite esencial a 20°C.

APARATOS:

- Picnómetro de vidrio.
- Baño termostático, mantenido a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$.
- Termómetro de precisión graduado de 10 a 30°C , con una variación de 0.2°C a 0.1°C .
- Balanza analítica.

PROCEDIMIENTO:

- **Preparación del Picnómetro:** Limpiar rigurosamente y luego enjuagar el picnómetro, lavar con etanol y luego con acetona, pasarlo por una corriente de aire seco. Si es necesario secar el exterior del picnómetro con un trapo seco o con papel filtro. Cuando se equilibre la temperatura en el cuarto de balanza, pesar el picnómetro, con el tapón en su sitio con 1mg de precisión.
- **Peso del agua destilada:** Llenar el picnómetro con agua recién destilada, que esté a una temperatura de 20°C . Coloque el picnómetro en el baño termostático. Durante 30 minutos ajustar el nivel del agua hasta la marca, poner el tapón del picnómetro en su sitio, secar el exterior del picnómetro con un trapo seco o papel filtro. Cuando se equilibre la temperatura con el cuarto de balanzas, pesar el picnómetro lleno con el tapón en su sitio con un mg de precisión lleno igual que en el caso anterior.
- **Peso del aceite esencial:** Vaciar el picnómetro, luego enjuagar y secar como en el inicio. Efectuar las mismas operaciones solo que esta vez será con aceite esencial en lugar de agua.

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

La densidad relativa d_{20}^{20} se la expresa con la siguiente fórmula:

$$d_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Dónde:

d_{20}^{20} : Densidad relativa a 20°C , referido al agua a 20°C .

m_0 : masa en gramos del picnómetro vacío.

m_1 : masa en gramos del picnómetro con agua.

m_2 : masa en gramos del picnómetro con aceite esencial.

Se expresarán los resultados con tres decimales.

ANEXO 3

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN

PRINCIPIO:

Según el tipo de aparato que utilice, la medida directa del ángulo de refracción o la observación del límite de refracción total. El aceite se mantendrá dentro de las condiciones de iso-tropismo y de transparencia.

DEFINICIÓN:

El Índice de Refracción de un aceite esencial es el producto entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa desde el aire a través del Aceite Esencial, manteniendo la temperatura constante.

La longitud de onda específica es (589.3 ± 0.3) nm, correspondiente a la radiación D1 y D2 del espectro de sodio.

La temperatura de referencia es de 20°C, salvo para los aceites esenciales que no son líquidos a esa temperatura. En este caso se deben adoptar las temperaturas de 25 y 30 °C según el punto de fusión del aceite considerado.

APARATOS:

Refractómetro: Utilicé un refractómetro clásico que permita la lectura de los índices de refracción entre: 1.300 y 1.700 o con una precisión de ± 0.0002 .

Ajusté el aparato de manera que a una temperatura de 20 °C, se tengan los siguientes índices de refracción según:

1.3330 para agua destilada.

1.4906 para el p-cimeno.

1.5685 para el benzoato de bencilo.

1.6585 para el 1-bromo naftaleno.

Los productos patrón deben ser puros, de calidad para refractometría, deben también ajustarse con una lámina de índice de refracción conocida, según las indicaciones de fabricación del equipo.

MODO DE OPERACIÓN:

Determinación

Pasar una corriente de agua en el refractómetro, a fin de mantener el aparato a la temperatura de referencia de 20°C salvo para los aceites esenciales que no son líquidos a esa temperatura. En este caso deben adoptarse las temperaturas de 20°C y 30°C, según el punto de fusión del aceite esencial considerado. Esta temperatura no debe diferir de la temperatura de referencia más de ±0.2°C y debe mantenerse a ±0.2°C.

Antes de poner la muestra en el instrumento, llevarla a una temperatura igual a la que se realizará la medida. Para efectuar la lectura esperar que la temperatura sea estable.

Resultados:

Cálculos. El índice de refracción a la temperatura de referencia está dado por la fórmula.

$$n_D^t = n_D^{t'} + 0.0004 (t' - t)$$

Dónde:

n_D^t = valor de la lectura, obtenida a la temperatura t , o aquella a la que se ha efectuado la determinación.

F = factor de corrección (0.0004)

t' = temperatura a la que se efectuó la lectura

t = temperatura a 20°C

Nota:

Expresar los resultados con cuatro cifras decimales.

La precisión de la determinación es de ±0.0002.

ANEXO 4

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ÓPTICA

PRINCIPIO:

Siempre que se trabaje con aceites sólidos o parcialmente sólidos, aceites de alta viscosidad en un rango de temperatura, o aceites de colores fuertes, la determinación transcurre en una solución del aceite.

DEFINICIONES:

Rotación óptica de un aceite esencial: $\alpha'D$

Ángulo expresado en mili radianes y/o grados del ángulo descrito por la polarización plana de una radiación luminosa cuya longitud de onda es $589.3\text{nm} \pm 0.3\text{nm}$, correspondiente a las D líneas de sodio, cuando el trayecto de luz atraviesa 100nm del espesor de un aceite esencial, a ciertas temperaturas. Nota: Cuando la determinación ocurre con diferentes espesores el valor de la rotación óptica deberá ser computado en relación al espesor de 100nm . También la medida acordada por el Faraday magneto – óptico en principio es posible. El espesor de la muestra en este caso es de 10nm .

Rotación de un aceite esencial en solución (rotación específica α).

La rotación óptica de una solución de aceite esencial dividida para la masa de aceite esencial por unidad de volumen

REACTIVOS:

Los reactivos deben ser de grado analítico. Use agua destilada o de equivalente pureza.

SOLVENTE:

(Solo para aceites esenciales que necesiten ensayarse en solución). Se utilizará preferiblemente etanol al 95% en volumen, es necesario considerar la rotación óptica del mismo

APARATOS:

Polarímetro: Con una precisión no menor de $\pm 0.5\text{mrad}$ ($\pm 0.03^\circ$) y ajustado de 0° a 180° con agua.

El polarímetro constará de un plato de cuarzo de rotación óptica conocida, si esto es inaccesible, con una solución acuosa con un contenido de 26g de sacarosa anhidra pura por 100ml de solución. La rotación óptica de esta solución es de $+604\text{ mrad}$ en 200mm de pasta a una temperatura de 20°C . El instrumento deberá ser usado en la oscuridad.

La fuente de luz: Comprende un dispositivo a una longitud de onda de $589.3\text{nm} \pm 0.5\text{nm}$ con una lámpara de vapor de sodio.

Tubos polarimétricos: Usualmente de 100mm \pm 0.5mm de longitud. Para muestras ligeramente coloreadas o de baja rotación óptica se deben usar tubos de más o menos 200mm \pm 0.5mm, tubos de 50mm \pm 0.05mm o 10mm \pm 0.05mm o menos si es necesario para muestras fuertemente coloreadas. En la determinación se debe trabajar a 20°C o anotar la temperatura específica, utilice un tubo de ensayo de pared gruesa, equipado con un termómetro, asegurar la circulación del agua a la temperatura requerida. Para la determinación de la temperatura ambiente ver el tipo de tubo de ensayo que se debe utilizar, si bien es aconsejable utilizar los descritos en la parte anterior.

Termómetro: Graduado en 0.2°C o 0.1°C permitiendo la determinación de temperaturas entre 10°C y 30°C

PROCEDIMIENTO:

Es necesario mantener la temperatura de la muestra a 20°C \pm 0.2°C o especificar la temperatura, para la muestra que va en el tubo polarimétrico apropiado. Mantener el agua que está circulando con un control termostático, mantener la temperatura especificada durante la determinación. Llenar el tubo con la muestra y asegurarse de la ausencia de burbujas. Coloque el tubo en el polarímetro y lea la dextro rotación (+) o la levo rotación (-) del aceite que en la escala muestra el instrumento.

RESULTADOS:

Cálculos y fórmulas

La rotación óptica expresada en miliradianes o en grados del ángulo está dada por la ecuación:

$$\alpha'D = A/I * 100$$

A = es el valor del ángulo de rotación en mrad o grados del ángulo.

I = es la longitud del tubo usado en mm.

Marque como (+) la rotación hacia la derecha en el sentido de las manecillas del reloj y como (-), en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Cuando por los tubos de pared gruesa la circulación de agua no es correcta, es necesario aplicar factores de corrección apropiados o de acuerdo al aceite ensayado (para aceites esenciales de cítricos y para otros se conocen factores de corrección específicos).

Nota: Los factores de corrección deberán ser dados en las especificaciones para cada aceite.

Rotación óptica de un aceite en solución, “Rotación específica”

La rotación específica expresada en mili radianes o grados del ángulo está dada por la ecuación:

$$[\alpha] = \alpha'D/C$$

Dónde:

$\alpha'D$ = es la rotación óptica del aceite en solución.

C = concentración de la solución del aceite, en gramos de aceite por ml de solución.

Con el valor de la actividad óptica leída en el equipo se aplica la fórmula que se muestra a continuación para obtener la actividad óptica calculada.

$$\alpha = \left(\frac{\alpha l}{l * c} \right) - \alpha s$$

Dónde:

α = Actividad óptica calculada

αl = Actividad óptica leída

l = Dimensión del tubo (dm)=1

αs = Actividad óptica del solvente=0,00 o Z

c = Concentración muestra (gr/ml)