



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
La Universidad Católica de Loja

**AREA BIOLÓGICA**

**TITULACIÓN DE INGENIERO QUÍMICO**

**Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del  
cantón Saraguro**

**TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

**AUTOR:** Andrade Morocho, Manuel de Jesús

**DIRECTOR:** Valarezo Valdez, Benito Eduardo, Ing

**LOJA - ECUADOR**

**2013**



*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>*

2013

## CERTIFICACIÓN

Ing.

Benito Eduardo Valarezo Valdez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado: “Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro” realizado por el profesional en formación: Andrade Morocho Manuel de Jesús; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, Agosto de 2013

f.....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CÉSION DE DERECHO

“Yo Andrade Morocho Manuel de Jesús declaro ser autor(a) del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 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.....

Andrade Morocho Manuel de Jesús  
1104027345

## DEDICATORIA

La presente investigación dedico primeramente a Dios por haberme permitido nacer en el seno del hogar más hermoso, fundamentado en el respeto, el amor y la unión, quién me dio la fuerza, fortaleza, mi guía para la culminación de la investigación y llegar a cumplir uno de mis grandes sueños como es de Ingeniero Químico.

A mi padre Miguel Andrade por ser mi amigo, mí maestro y mí motor para la realización de mis sueños, porque todo lo que soy en la vida se lo debo a él; a mi mamá María Morocho porque al lado de todo gran hombre hay una gran mujer....por sus enseñanzas, su incondicionalidad y especialmente por los sabios consejos que me han ayudado a triunfar en la vida.

A mi esposa Luz, a mis Hijos José Luis y Andrés; razones supremas de mi existencia por quienes lucho todos los días por ser mejor.

A mis hermanos Miguel y María que me supieron brindar su apoyo para la finalización de la misma.

A mis mejores amigos, Horacio Simbaña, Segundo, Junior, Daniel, que durante el transcurso de la carrera no duraron en brindarme su amistad, sus consejos para la culminación de la carrera.

Manuel Andrade

## **AGRADECIMIENTO**

Son muchas personas a las que debo dar GRACIAS, no sólo a quienes de alguna manera intervinieron en el desarrollo de este proyecto, sino también a TODOS aquellos que me acompañaron durante el proceso de mi formación académica, profesional y personal, en mi paso por la Universidad Técnica Particular de Loja. En este orden de ideas quiero expresar los más sinceros agradecimientos...

Primeramente a Dios, por darme la existencia, ser mi luz, mi guía y por haberme permitido llegar a la culminación de mi carrera.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Valarezo Director de Tesis por ser el impulsor para el desarrollo, finalización de la presente investigación le estaré muy agradecido por su generosidad, por su asesoramiento y dirección en el trabajo.

Así mismo agradecer a la Ing. Diana Guaya, Vladimir Morocho quienes supieron brindarme sus conocimientos, su apoyo para el desarrollo de la presente investigación.

Al personal que labora en el Instituto de química Aplicada, por facilitar sus instalaciones para el desarrollo de la investigación.

Manuel Andrade

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARATULA</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTES DEL PROYECTO</b>	
1.1. Fin del proyecto	06
1.2. Propósito del proyecto	06
1.3. Componentes del proyecto	06
<b>CAPÍTULO II. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES.</b>	
2.1. Introducción	08
2.3. Antecedentes	11
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1. Encuestas	14
3.2. Recolección de la materia vegetal	15
3.3. Selección de la materia vegetal	16
3.4. Determinación de la humedad	16
3.5. Destilación de la materia vegetal	17
3.6. Rendimiento en aceite esencial	17
3.7. Envasado y almacenamiento	18
3.8. Determinación de las propiedades físicas del aceite esencial	18
3.8.1. Densidad relativa	18
3.8.2. Índice de Refracción	19
3.9. Determinación de la composición química del aceite esencial	20
3.9.1. Preparación de las muestras	21
3.9.2. Corrida cromatográfica de los hidrocarburos y posteriormente de las muestras en la columna DB5.MS	21
3.9.3. Obtención de cromatogramas	23
3.9.4. Determinación de los IK y análisis de los espectros de masas	24

3.9.2. Identificación cualitativa y cuantitativa de los compuestos de las especies vegetales	24
--	----

#### **CAPITULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

4.1. Encuestas	26
4.2. Determinación de la humedad	30
4.3. Determinación de rendimiento en aceite esencial	31
4.4. Propiedades Físicas del aceite esencial	32
4.5. Composición Química del Aceite esencial	33
4.5.1. Composición Química del Aceite esencial de <i>Ruta graveolens</i>	33
4.5.2. Composición Química del Aceite esencial de <i>Tanacetum parthenium</i>	34
4.5.3. Composición Química del Aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i>	35
4.5.4. Composición Química del Aceite esencial de <i>Apium graveolens</i>	36
4.5.5. Composición Química del Aceite esencial de <i>Lycopersicum hirsutum</i>	38
4.5.6. Composición Química del Aceite esencial de <i>Ambrosia arborescens</i>	39
4.5.7. Composición Química del Aceite esencial de <i>Laurus nobilis</i>	41
4.5.8. Composición Química del Aceite esencial de <i>Baccharis obtusifolia</i>	42
4.5.9. Composición Química del Aceite esencial de <i>Citus sinensis</i>	44
4.5.10. Composición Química del Aceite esencial de <i>Tagetes erecta</i>	45
4.5.11. Composición Química del Aceite esencial de <i>Foeniculum vulgare</i>	47
4.5.12. Composición Química del Aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i>	48
4.5.13. Composición Química del Aceite esencial de <i>Tagetes terniflora</i>	50

#### **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones	53
4.2. Recomendaciones	54

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	55
---------------------	----

<b>ANEXOS</b>	60
---------------	----



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 01:</b>	Esquema para la determinación de la composición química	20
<b>FIGURA 02:</b>	Condiciones de operación de GC – MS en la columna DB-5MS	22

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 01:</b>	Especies aromáticas reportadas en la encuesta de acuerdo al grupo de edades	27
<b>TABLA 02:</b>	Nombres botánicos asignados por el herbario de la UTPL a las especies aromáticas recolectadas	29
<b>TABLA 03:</b>	Promedio ( $\bar{X}$ ), desviación estándar ( $\sigma$ ), para el porcentaje de humedad (% humedad)	30
<b>TABLA 04:</b>	Rendimiento en % (p/v) de las trece destilaciones hechas para cada recolección	31

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFIA 01:</b>	<i>Ruta graveolens</i>	69
<b>FOTOGRAFÍA 02:</b>	<i>Tanacetum parthenium</i>	69
<b>FOTOGRAFÍA 03:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	70
<b>FOTOGRAFÍA 04:</b>	<i>Apium graveolens</i>	70
<b>FOTOGRAFÍA 05:</b>	<i>Lycopersicum hirsutum</i>	71
<b>FOTOGRAFÍA 06:</b>	<i>Ambrosia arborescens</i>	71
<b>FOTOGRAFÍA 07:</b>	<i>Laurus nobilis</i>	72
<b>FOTOGRAFÍA 08:</b>	<i>Baccharis obtusifolia</i>	72
<b>FOTOGRAFÍA 09:</b>	<i>Citrus sinensis</i>	73
<b>FOTOGRAFÍA 10:</b>	<i>Tagetes erecta</i>	73
<b>FOTOGRAFÍA 11:</b>	<i>Foeniculum vulgare</i>	74
<b>FOTOGRAFÍA 12:</b>	<i>Minthostachys mollis</i>	74
<b>FOTOGRAFÍA 13:</b>	<i>Tagetes terniflora</i>	75

---

## RESUMEN

La composición química de los aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro se determinó por CG / EM. Se analizaron trece aceites esenciales. El compuesto mayoritario de aceites esenciales para cada especie fueron: *Ruta graveolens* 2-undecanona (58,94%), *Tanacetum parthenium* alcanfor (46,12%), *Eucaliptus* glóbulos  $\alpha$ -pineno (37,23%), *Apium graveolens* limoneno (37 , 38%), *Lycopersicon hirsutum*  $\alpha$ -zingibereno (71,86%), *Ambrosia arborescens* chrysanthenone (3,74%), *Laurus nobilis* selina-3, 7 (11)-dieno (16,48%), *Baccharis obtusifolia* limoneno (44,32%), *Citrus sinensis* sabineno (59,81%), *Tagetes erecta* (E)- $\beta$ -ocimeno (19,94%), *Foeniculum vulgare* anetol (83,71%), *Minthostachys mollis* biciclogermacreno (18,15% ) y *Tagetes terniflora*  $\beta$ -trans-ocimeno (8,72%).

**Palabras claves:** Plantas medicinales, Composición química, Cromatografía de gases, Aceite esencial, Espectrometría de masa

---

---

## ABSTRACT

The chemical composition of the essential oils from aromatic species from Saraguro was determined by CG/MS. Thirteen essential oil were analysed. The main compound of essential oils for each species were: *Ruta graveolens* 2-undecanone (58,94%), *Tanacetum parthenium* camphor (46,12%), *Eucaliptus globules*  $\alpha$ -pinene (37,23%), *Apium graveolens* limonene (37,38%), *Lycopersicum hirsutum*  $\alpha$ -zingiberene (71,86%), *Ambrosia arborescens* chrysanthenone (3,74%), *Laurus nobilis* selina-3,7(11)-diene (16,48%), *Baccharis obtusifolia* limonene (44,32%), *Citrus sinensis* sabinene (59,81%), *Tagetes erecta* (E)- $\beta$ -ocimene (19,94%), *Foeniculum vulgare* anethole (83,71%), *Minthostachys mollis* bicyclogermacrene (18,15%) and *Tagetes terniflora*  $\beta$ -trans-ocimene (8,72%).

**Key words:** Medicinal plants, Chemical composition, Gas chromatography, Essential oil, Mass spectrometry

---

## INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas ha crecido notablemente el interés por los productos naturales obtenidos de especies vegetales como: aceites esenciales y oleorresinas, por parte de las industrias cosméticas, farmacológicas y en especial de alimentos, ya que además de su aporte como aromáticos existen numerosos trabajos que avalan su actividad biocida, antioxidante y en muchos casos podrían tener un potencial efecto benéfico para la salud. Los aceites esenciales se encuentran ampliamente repartidos en las plantas que incluyen: las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Lamiaceas, Mirtáceas, Pináceas, Asteraceas, Rosáceas, Rutaceas, etc.

En el Ecuador existen alrededor de 3118 especies pertenecientes a 206 familias usadas con fines medicinales y se sabe que el 75% de ellas son plantas nativas.

En la actualidad, el mercado mundial de los aceites esenciales ha experimentado un aumento, como consecuencia del cambio de patrones en el consumo debido a la tendencia de la utilización de productos naturales. Ecuador es un país biodiverso su privilegiada localización ha permitido que sea el habita de importantes especies animales y vegetales.

Durante siglos estas plantas han sido empleadas en forma empírica y en la actualidad han llamado la atención de los investigadores a fin de descubrir los posibles principios activos que justifiquen los usos terapéuticos.

Dentro de las diversas líneas de investigación del Departamento de Química, de la Universidad Técnica Particular de Loja, se encuentra desarrollando algunos estudios en aceites esenciales dentro del proyecto: “Evaluación de la flora aromática del Sur del Ecuador”. Por lo cual se pretende la presente investigación: “Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro” y con ello contribuir al fortalecimiento de la Industria de los aceites esenciales en Ecuador y abrir las puertas para los diferentes usos industriales que se le puede dar al aceite.

La metodología que se utilizó para la realización de la presente investigación fue: encuestas, recolección de la materia vegetal, selección de la materia vegetal, determinación de la humedad, destilación de la materia vegetal, rendimiento en aceite esencial, envasado y almacenamiento, determinación de las propiedades físicas del aceite esencial y determinación de la composición química del aceite esencial, cada uno de estos métodos se detalla en el capítulo 3:

**CAPÍTULO I. PRESENTACIÓN DEL FIN, PROPÓSITO Y  
COMPONENTES DEL PROYECTO**



## **I. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTES DEL PROYECTO**

### **1.1. FIN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de investigación tiene como fin contribuir al estudio de la flora aromática de la región sur del Ecuador, que se lleva a cabo en el Departamento de Química.

### **1.2. PROPÓSITO DEL PROYECTO**

Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro.

### **1.3. COMPONENTES DEL PROYECTO**

1. Elaboración de una base de datos de las plantas existente en el cantón Saraguro y que presenten olor como indicio de la presencia de aceite esencial.
2. Recolección de las especies vegetales aromáticas y determinación de la humedad de la materia vegetal.
3. Extracción del aceite esencial por el método de destilación por arrastre con vapor y cálculo del rendimiento.
4. Caracterización del aceite esencial obtenido en base a sus propiedades físicas: color, densidad e índice de refracción.
5. Determinación de la composición química del aceite esencial mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).

**CAPITULO II. INTRODUCCIÓN Y  
ANTECEDENTES**

## II. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Las plantas aromáticas cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias, representan alrededor de un 0,7% del total de las plantas medicinales<sup>1</sup>. En las últimas dos décadas ha crecido notablemente el interés por los productos naturales obtenidos de especies vegetales como: aceites esenciales y oleorresinas, por parte de las industrias cosméticas, farmacológicas y en especial de alimentos, ya que además de su aporte como aromáticos existen numerosos trabajos que avalan su actividad biocida, antioxidante y en muchos casos podrían tener un potencial efecto benéfico para la salud<sup>2</sup>. Los aceites esenciales se encuentran ampliamente repartidos en las plantas que incluyen: las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Lamiaceas, Mirtáceas, Pináceas, Asteraceas, Rosáceas, Rutaceas, etc.

En el Ecuador existen alrededor de 3118 especies pertenecientes a 206 familias usadas con fines medicinales y se sabe que el 75% de ellas son plantas nativas. El número más alto de especies se presenta en la familia Orchidaceae, seguida por Asteraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Poaceae, Bromeliaceae, Piperaceae, Araceae, Solanaceae y Dryopteridaceae. De la cual la familia Asteraceas es una de las familias que presenta un mayor número de especies usadas en el Ecuador con fines medicinales<sup>3</sup>.

Los aceites esenciales son el producto final del metabolismo secundario de las plantas. Son líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter y aceites vegetales y minerales<sup>4</sup>. En un aceite esencial pueden encontrarse hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, así como sus derivados oxigenados, por ejemplo, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, sustancia azufradas y nitrogenadas.

---

<sup>1</sup>Palacio G. L., Las plantas medicinales y aromáticas una alternativa para el futuro, Boletín económico ICE N° 2652, 2000, pp.20.

<sup>2</sup>Gabucci L., La esencia de las plantas, Énfasis alimentación online, Dpto. de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján, Argentina, 2007, pp. 1-3.

<sup>3</sup>De la Torre, L; Navarrete, H; Muriel, P; Macía, M; Balsle, H., Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus, 2008, p.p. 105–114.

<sup>4</sup>Ortuño M., Manual Práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Ediciones AIYANA, Primera Edición, 2006.

Los compuestos más frecuentes se derivan biológicamente del ácido mevalónico y se les cataloga como terpenos, siendo los más abundantes los monoterpenos (C<sub>10</sub>) y los sesquiterpenos (C<sub>15</sub>)<sup>5</sup>.

Los aceites esenciales generalmente son fluidos, más livianos que el agua, de olor fuerte y penetrante que recuerdan a la planta de origen, incoloros o amarillentos, translúcidos, miscibles en solventes orgánicos e inmiscibles en agua<sup>6</sup>. Son ingredientes básicos en la industria de los perfumes y se utilizan en jabones, desinfectantes y productos similares<sup>5</sup>.

La composición química de una esencia puede variar en la época de recolección, el lugar geográfico, o pequeños cambios genéticos. Aparentemente estas sustancias no parecen tener una función directa sobre el crecimiento y desarrollo de la planta pero se sabe que si ejercen la función de autodefensa, atracción de polinizadores, y regulan los procesos de evaporación de agua<sup>7</sup>. Todos los órganos de una planta pueden contener esencia, tales como hojas, tallos, flores y frutos, así como también en diferentes órganos celulares. Es así como los aceites de menta y lavanda se localizan en pelos glandulares, mientras que el aceite de la pimienta se ubica en las células modificadas del parénquima. De igual forma, el aceite de rosa y jazmín se encuentra en las flores; el aceite de menta y eucalipto en las hojas; el alcanfor en los leños; el de los cítricos en los frutos; etc<sup>8</sup>.

Los aceites esenciales poseen algunas propiedades fisicoquímicas muy destacables entre ellas están: la volatilidad, inestabilidad ante la luz y el oxígeno, ante la presencia de agentes oxidantes y reductores, medios con pH extremos, o trazas de metales que pueden catalizar reacciones de descomposición. Otra propiedad de los constituyentes de una esencia son sus variabilidades estructurales, lo que permite generar por semisíntesis estructuras novedosas.

---

<sup>5</sup>Alzamora, L., L. Morales, L. Armas & G. Fernández., Actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas. An. Fac. Med, 2001, 62, p.p. 156-161.

<sup>6</sup>DOMÍNGUEZ, X., Métodos de investigación fitoquímica, 3ra edición. Limusa, México, 1988.

<sup>7</sup>Taiz, L, Zeiger, E. Plant Physiology. 3ª Ed. Sinauer Associates Inc, Publisers: Massachusetts 2002, pp. 171-192, 285-291.

<sup>8</sup>Dudareva N; Pichersky E; Biology of Floral Scent. Taylor & Francis Group: New York: 2006, pp.: 55-71

En cuanto a sus solubilidades, tienen la particularidad de que, si bien son solubles en medio no polar, también suelen tener una solubilidad alta en etanol, lo que es ampliamente explotado en la elaboración de fragancias y extractos hidroalcohólicos para las industrias farmacéutica y cosmética.

También se destaca la propiedad de refractar la luz polarizada, que es aprovechada para su control de pureza, ya que cada aceite presenta un índice de refracción característico. También los aceites esenciales presentan un poder rotatorio particular, debido a que algunos de sus compuestos químicos son ópticamente activos. En cuanto a la densidad, se caracterizan por ser menos densos que el agua, excepto algunas esencias, como la de clavo.

Los aceites esenciales se pueden extraer del material vegetal, a través de algunos métodos: destilación, lixiviación, en floración, maceración y expresión. Las variaciones de estos métodos son consideradas algunas veces independientes, pero solo son modificaciones como: condiciones del extracto, combinación de dos de ellos, como extrusión con lixiviación, etc.

La destilación posee variaciones, entre ellas se tiene el de arrastre por vapor, que consiste en extraer los aceites esenciales mediante vapor de agua, el cual pasa a través del material vegetal arrastrando las partículas de aceite esencial<sup>9</sup>.

Este método de arrastre por vapor ofrece la ventaja que el vapor de agua se introduce en el material vegetal a mayor presión, pudiendo de esta manera, romper con facilidad las micelas donde se encuentra confinado el aceite esencial. Tiene la desventaja de no poder reducir de tamaño las partículas a tamices muy pequeños, ya que el vapor arrastraría el material vegetal contaminando al condensado<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup>Palá, J., Contribución al Conocimiento de los Aceites Esenciales del Género *Eryngium* L., en la Península Ibérica, Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 2004.

<sup>10</sup>Lima, S., Análisis de los rendimientos obtenidos de dos especies de eucalipto trabajados en seco a nivel de laboratorio y a nivel planta piloto en la extracción de su aceite esencial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Química, Mayo 2005.

## 2.2. ANTECEDENTES

En la actualidad, el mercado mundial de los aceites esenciales ha experimentado un aumento, como consecuencia del cambio de patrones en el consumo debido a la tendencia de la utilización de productos naturales. Ecuador es un país biodiverso su privilegiada localización ha permitido que sea el habita de importantes especies animales y vegetales. Además cuenta con centenares de plantas medicinales, aquellas que nuestros pueblos aborígenes utilizan con fines médicos. Durante siglos estas plantas han sido empleadas en forma empírica y en la actualidad han llamado la atención de los investigadores a fin de descubrir los posibles principios activos que justifiquen los usos terapéuticos. Si bien la flora en nuestro país ha sido estudiada desde hace tiempo, la investigación fitoquímica es más bien escasa<sup>12</sup>.

La región sur del Ecuador dentro de la cual se encuentra ubicada la provincia de Loja posee una gran variedad de plantas aromáticas, y muchas de ellas pertenecen a la familia Asteraceae, que es una de las familias que presenta un mayor número de especies usadas en el país con fines medicinales<sup>3</sup>.

En Ecuador, así como en otros países, se observa una creciente disposición hacia el uso de productos naturales; sean estos para alimentación, para uso personal o hasta para decoración, muestra de ello existen varias empresas dedicadas a la extracción de aceites esenciales, algunas de ellas son fundaciones que intentan desarrollar poblaciones indígenas en la Amazonía y otras son netamente empresas con fines de lucro<sup>13</sup>. El mercado mundial de los aceites esenciales genera una continua renovación a través de la tecnología empleada para obtenerlos. A su vez, incentiva la optimización de los equipos usados diariamente, para aumentar su rentabilidad y eficiencia<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup>Naranjo, P.; Escaleras, R., La Medicina Tradicional en el Ecuador. Corporación Editora Nacional, Quito, 1995, 192 p.

<sup>13</sup>Silva C., Estudio de Factibilidad para creación de Empresa productora de Aceite Esencial de Maracuyá, proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración de Procesos, Escuela Politécnica Nacional, 2007, p.p.10.

<sup>14</sup>Cerpa M., Hidrodestilación de Aceites esenciales modelado y caracterización, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, 2007, p.p.15.

<sup>15</sup>Meza M., N. González de C. y A. Usubillaga, Composición del aceite esencial de *Origanum majorana* L. extraído por diferentes técnicas y su actividad biológica, Rev. Fac. Agron. (LUZ)., 2007, 24, p.p. 725-738.

Los aceites esenciales extraídos de las plantas aromáticas son una fuente de ingresos importantes para el desarrollo de los pueblos alejados de las grandes ciudades<sup>15</sup>. Actualmente los aceites esenciales alrededor del mundo son utilizados con fines cosméticos, alimenticios (saborizantes, condimentos, etc.) y farmacéuticos<sup>16</sup>.

Los aceites esenciales son usados como agentes carminativos, estimulantes, diuréticos y antiirreumáticos; algunos poseen propiedades insecticidas, antifúngicas y antibacterianas frente a microorganismos patógenos y han sido considerados como ingredientes activos en algunos plaguicidas botánicos debido a su eficacia frente a un número considerable de plagas, su toxicidad mínima en mamíferos y su disponibilidad general<sup>17</sup>.

Muchos estudios en el mundo se han realizado con los aceites esenciales obtenidos de diferentes plantas clasificadas como medicinales o como especias; la intención de estos estudios ha sido diferente en el sentido de buscar compuestos que inhiban el crecimiento ya sea de bacterias, hongos, virus o parásitos, en alimentos, en aguas residuales, o también para ser utilizados como medicamentos<sup>18-19</sup>.

Dentro de las diversas líneas de investigación del Departamento de Química, de la Universidad Técnica Particular de Loja, se encuentra desarrollando algunos estudios en aceites esenciales dentro del proyecto: "Evaluación de la flora aromática del Sur del Ecuador". Por lo cual se pretende la presente investigación: "Extracción y caracterización de aceites esenciales de especies aromáticas del cantón Saraguro" y con ello contribuir al fortalecimiento de la Industria de los aceites esenciales en Ecuador y abrir las puertas para los diferentes usos industriales que se le puede dar al aceite.

---

<sup>16</sup>Mahecha C., Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales extraídos de hojas y frutos de *Siparunasessilifora*, previo a la obtención de Magister en ciencias biológicas, Pontificia Universidad Javeriana, departamento de Química, Bogotá, 2010, p.p. 18.

<sup>17</sup>Sánchez Y.; Pino O.; Correa T.; Naranjo E.; Iglesia A., "Estudio Químico y Microbiológico del aceite esencial de *Piperauritumkunth*(Caisimón de anís)". *Rev. Protección Veg.*, 2009, *1*, p.p. 39-46.

<sup>18</sup>Delaquis P.; Stanich K.; Girard B.; MazzaG., Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology* Vol:74., 2009, p.p. 101-109.

<sup>19</sup>Benkeblia N., "Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*)" *Lebensm.-Wiss. U.-Technol* Vol:37., 2004, p.p. 263-268.

**CAPITULO III. MATERIALES Y  
METODOS**



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se utilizó para la realización de la presente investigación se detalla a continuación:

- ◆ Encuestas
- ◆ Recolección de la materia vegetal
- ◆ Selección de la materia vegetal
- ◆ Determinación de la humedad
- ◆ Destilación de la materia vegetal
- ◆ Rendimiento en aceite esencial
- ◆ Envasado y almacenamiento
- ◆ Determinación de las propiedades físicas del aceite esencial
- ◆ Determinación de la composición química del aceite esencial

##### 3.1. Encuestas

Para conocer las plantas que presentan olor y que probablemente tienen aceite esencial, se aplicó encuestas. Las mismas se realizaron con la finalidad de conocer las plantas existentes en el cantón Saraguro.

El número de encuestas fue determinado tomando como referencia las bases de datos del INEC (Instituto nacional de estadística y censos) del 2010, y con una tabla de cálculo de tamaño de una muestra por niveles de confianza, y aplicando la siguiente fórmula para poblaciones finitas (ver anexo I).

$$n = \frac{Z^2 p * q * N}{Ne^2 + Z^2 p * q}$$

## Donde

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra = (1 - q)

N = Universo

e = Error de estimación

n = Tamaño de muestra

### 3.2. Recolección de la materia vegetal

Las recolecciones de las especie vegetales se realizó en el cantón Saraguro, mediante distintas salidas de campo. Una vez colectadas la especie vegetal se trasladó hasta el laboratorio de Ingeniería de procesos para su identificación taxonómica, tratamiento pos cosecha y posterior destilación. Para la identificación taxonómica de las especies se tomó como referencia el Herbario de la U.T.P.L. Las plantas fueron identificadas por el Ing. Vladimir Morocho (ver anexo VII). Una de estas especies es.

*Ruta graveolens*



**Fotografía 1:** *Ruta graveolens*

**Fuente:** Herbario "PPN-UTPL"

**SINÓNIMOS:** *Ruta hortensis*, *Ruta divaricata*

**NOMBRE VULGAR:** Ruda

**FAMILIA:** Rutaceae

**GÉNERO:** Ruta

**ORDEN:** Sapindales

**CLASE:** Equisetopsida

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia San Lucas, Barrio Píchig 2663 m.s.n.m, S 03° 42.148', W 79° 16.016'.

### **3.3. Selección de la materia vegetal**

Una vez recolectado el material fueron eliminados impurezas, hojas secas y cualquier otro material vegetal que pueda haberse recolectado. La materia vegetal se cortó en pedazos pequeños con el objetivo de lograr una superficie de contacto con el vapor, y con ello obtener un mejor rendimiento de aceite esencial de la materia vegetal en estudio.

### **3.4. Determinación de la humedad**

Para la determinación de la humedad, se seleccionó aleatoriamente una pequeña muestra del material recolectado, el cual se lo cortó en pedazos pequeños aproximadamente de 1g, posteriormente se la colocó en cápsulas de porcelana, se hizo por triplicado para obtener un promedio de las mismas (ver anexo II). Se utilizó una lámpara UV, un desecador y balanza analítica.

La fórmula para el cálculo de la humedad fue la siguiente:

$$Hm = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

**Dónde:**

**Hm**= porcentaje de humedad

**m**= peso de la cápsula vacía (g)

**m<sub>1</sub>**=peso de la cápsula + muestra (g)

**m<sub>2</sub>**=peso de la cápsula + muestra seca (g)

### **3.5. Destilación de la materia vegetal**

La destilación de las especies vegetales se realizó en fresco y se calculó la humedad y el porcentaje de rendimiento en aceite esencial.

La extracción del aceite esencial se llevó a cabo empleando un equipo de destilación tipo Clevenger, mediante la técnica de arrastre con vapor, estos equipos tienen en su parte interna una placa perforada donde se coloca el material vegetal a destilar.

Por debajo de esta placa se coloca agua que una vez que llegue al punto de ebullición el vapor circula por el material vegetal y va arrastrando los componentes volátiles que forman parte del aceite esencial de la planta. El vapor formado pasa por un condensador donde la mezcla de aceite y agua es recolectada en un florentino, donde se separan por diferencia de densidades, obteniéndole el aceite esencial.

El tiempo de destilación fue determinado para cada especie vegetal. Se utilizó un mínimo de 1000 g de materia vegetal en fresco por destilación.

### **3.6. Rendimiento en aceite esencial**

El aceite esencial obtenido se lo recoge en una probeta y se mide el volumen y junto con el peso de la muestra se determina el rendimiento (ver anexo III)

La fórmula para el cálculo del rendimiento fue la siguiente:

$$R = \frac{V}{p} \times 100 \quad \text{Ecu. 2}$$

**Dónde:**

**R=** rendimiento expresado en porcentaje

**v=** volumen del aceite obtenido (mL)

**p=** peso del material vegetal que se carga en el destilador (g)

### **3.7. Envasado y Almacenamiento**

El aceite esencial extraído se recogió en probetas, se midió el volumen del aceite y se colocó en frascos ámbar cerrados herméticamente, este fue etiquetado siguiendo la codificación: iniciales de la especie, fecha de destilación y el volumen total obtenido de la destilación.

Los aceites posteriormente se almacenaron en refrigeración a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  para evitar degradación por parte de la luz, ya que sus componentes son muy volátiles<sup>14</sup>.

### **3.8. Determinación de las propiedades físicas**

Se determinaron las siguientes propiedades:

#### **3.8.1. Determinación de la Densidad**

Una de las características físicas que se puede determinar es la densidad del aceite esencial. En cuanto a ello se sabe que los aceites esenciales se caracterizan por ser menos densos que el agua, excepto algunas esencias como la del clavo<sup>11</sup>. El principio en que se basa, es en la determinación de la masa de un determinado volumen de aceite esencial, expresada en g/ml, a una temperatura dada  $20^{\circ}\text{C}$ . La densidad se representa por "d"<sup>20</sup>.

La densidad del aceite esencial se determinó según la norma AFNOR NF T75–111, se realizaron tres repeticiones obteniendo una densidad promedio para cada muestra (ver anexo IV).

### **3.8.2. Índice de refracción**

La propiedad que tienen los aceites de refractar la luz polarizada es una característica particular aprovechada para su control de pureza, ya que cada aceite presenta un índice de refracción característico. De la misma manera los aceites esenciales presentan un poder rotatorio particular, debido a que algunos de sus compuestos químicos son ópticamente activos<sup>11</sup>.

El valor del índice de refracción para la mayoría de aceites esenciales varía entre 1.43 y 1.61 a 20°C. La mayoría presentan índices de refracción menores de 1.47, poseen un alto porcentaje de hidrocarburos terpénicos o compuestos alifáticos. Por el contrario, un índice de refracción mayor de 1.47, indica la posible presencia de compuestos alifáticos oxigenados<sup>21</sup>.

El índice de refracción de los aceites esenciales se determinó según la norma AFNOR NF T75–112, para ello se utilizó el BBE.

---

<sup>20</sup>Querubina, M., *El Aceite Esencial de limón producido en España*. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales, 1999: p. 131.

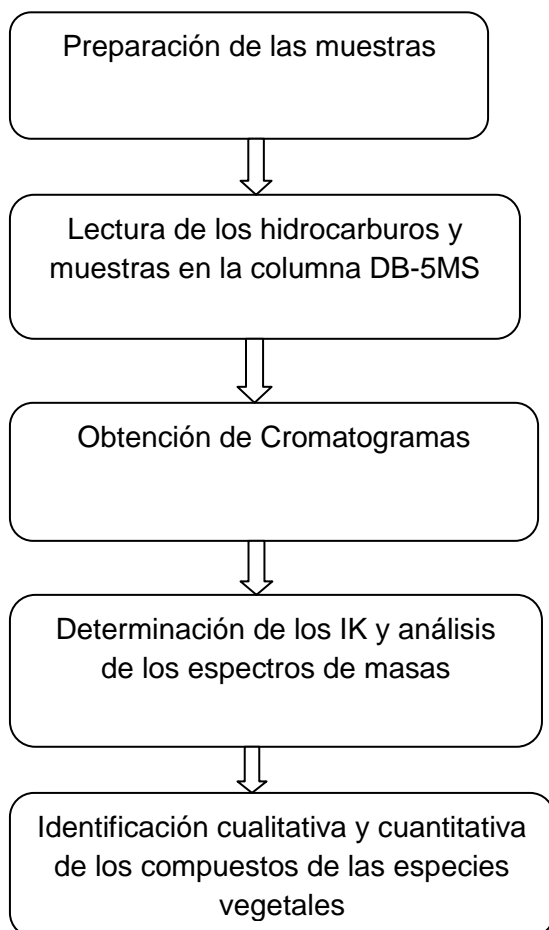
<sup>21</sup>Guenther, E. and D. Althausen, *Theessentialoils*.1952. 6: p. 241-244.

### 3.9. Determinación de la composición química

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 Agilent serie 6890N, acoplada a un Espectrómetro de Masas Agilent serie 5973 Inert, constituido con un sistema de datos MSD-Chemstation D.01.00SP1, el cual cuenta con un inyector automático split/splitless serie 7683.

La determinación de la composición química se desarrolló bajo el siguiente esquema:

**Figura 1. Esquema para la Determinación de la composición química**



**Elaboración:** El autor

### **3.9.1. Preparación de las muestras**

Para la preparación de los aceites esenciales para las inyecciones cromatográficas se realizó una disolución de 990 µl de diclorometano grado HPLC y 10 µl de aceite en un vial, se prepararon 13 disoluciones con los 13 aceites obtenidos y se hicieron las respectivas corridas cromatográficas.

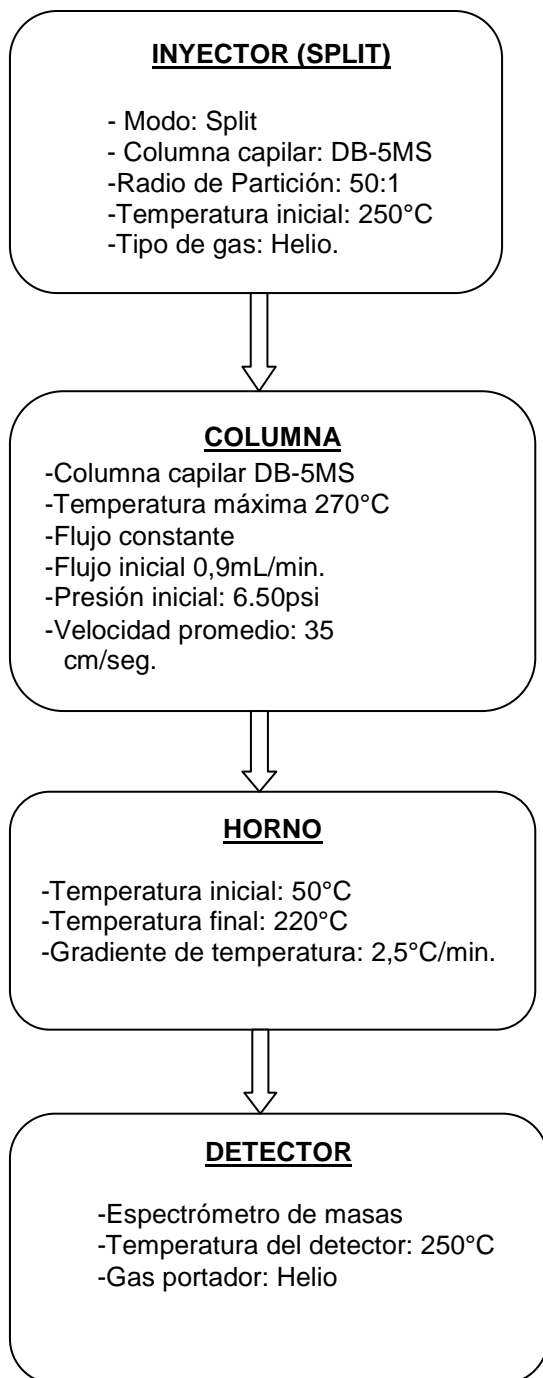
El material utilizado para preparar las muestras como: probeta, puntas, viales, fue totalmente limpio y codificado, para evitar que las muestras se contaminen o interfieran en el análisis de las mismas.

### **3.9.2. Lectura de los hidrocarburos y muestras en la columna DB-5MS**

Para realizar las respectivas corridas cromatográficas se usaron algunos parámetros operacionales bajo los cuales se inyectaron las muestras del aceite esencial. También se realizó la inyección de una muestra de hidrocarburos de C10 (decano) a C25 (pentacosano), comercialmente conocido como TPH- 6RPM de CHEM SERVICE bajo los mismos parámetros operacionales en los que se inyectaron los aceites, estos hidrocarburos se utilizaron posteriormente para realizar el cálculo de los índices de Kóvats.



**Figura 2: Condiciones de operación del GC-MS en la columna DB-5MS**



**Elaboración:** El autor

### 3.9.3. Obtención de cromatogramas

El cromatograma muestra cuando eluyó cada soluto con solventes y las áreas de los picos señalan cuánto hay de cada componente. La identidad del soluto que produce cada pico puede determinarse al comparar su ubicación con una base de datos de compuestos conocidos<sup>22</sup>.

Para la obtención de los cromatogramas se realizó el análisis del aceite esencial mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

### 3.9.4. Determinación de los Índices de Kóvats

El índice de retención o índice Kóvats relaciona el tiempo de retención de un soluto con los tiempos de retención de los alcanos lineales. Para determinar los índices de Kóvats se inyectó una muestra que contenía una mezcla de n-alcenos (C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub>), los resultados se interpretan mediante la comparación de los valores de retención calculados con los valores publicados en la literatura mediante la siguiente fórmula<sup>23</sup>.

$$Ik = 100n + 100 * \frac{(t_{Rx} - t_{Rn})}{(t_{RN} - t_{Rn})}$$

Donde:

IK = Índice de retención de Kóvats

n = Número de átomos de carbono en el n-alceno.

tRx = Tiempo de retención del compuesto analizado que elúye en el centro de n alcanos.

tRn = Tiempo de retención del n-alceno, que elúye antes del compuesto analizado.

tRN = Tiempo de retención del n-alceno, que elúye después del compuesto analizado.

---

<sup>22</sup> Jones A, Principios de Química, "Los caminos del descubrimiento", Tercera edición, Editorial médica Panamericana, 2002, p.p. 327

<sup>23</sup> Adams, R.P., *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry*. 2007 (Ed. 4).

#### **3.9.4. Análisis de los Espectros de masas**

La espectrometría de masas representa la producción de iones a partir de compuestos neutros y la observación de la subsiguiente descomposición de los mismos. En un espectro de masas, observamos las abscisas, la relación masa/carga ( $m/z$ ) de los iones formados al fragmentarse la molécula y en ordenadas la intensidad (abundancia) de cada uno de los iones formados<sup>11</sup>.

#### **3.9.5. Identificación Cualitativa de los Componentes Químicos de los aceites esenciales en base a los índices de Kóvats**

Los compuestos de las especies vegetales arrojaron datos, los mismos que fueron procesados mediante un sistema computarizado que incluyen un proceso posterior (post-run analysis), sofisticado y completo mediante el empleo de un software propio para este método, dando como resultado la integración y el número de compuestos presentes en el aceite esencial, que seguidamente van a ser identificados.

Para el análisis cualitativo de los componentes químicos de los aceites esenciales, se determinaron los Índices de Kóvats de los picos detectados en columnas (DB-5MS), mediante un análisis de los espectros de masas dados para cada uno de los picos detectados, se realizó una comparación del espectro del pico con los propuestos en la librería WILLEY el cual nos da un CAS para cada compuesto.

Se realizó una comparación de los tiempos de retención de compuestos conocidos, con los de compuestos que se desea identificar, cuya diferencia entre estos valores determinados debe ser menor o igual a 50 unidades, y con ello identificar los componentes de los aceites esenciales en función de los índices de kóvats y el análisis de los espectros de masas.

**CAPITULO IV. RESULTADOS Y  
ANÁLISIS**

#### **4.1. ENCUESTAS**

Para la realización de la encuesta se tomo como referencia las bases de datos del INEC (Instituto nacional de estadística y censos) del 2010, y de acuerdo al grupo de edades, es decir se tomo de 20 años en adelante (ver anexo 1).

En la tabla 1, se muestran los resultados de la encuesta y de las especies nombradas que presentan olor como indicio de la presencia de aceite esencial. El número total de encuestas fue de 150.

En la tabla 1, se observan los resaltados de color verde que son el grupo de edades que nombro mayormente a cada especie y en la última columna son los valores totales nombradas por todos los grupos de edades.

**Tabla 1, Especies aromáticas reportadas en la encuesta de acuerdo al grupo de edades**

Nº de especie	Nombre común de especies	De 20 a 24 años	De 25 a 29 años	De 30 a 34 años	De 35 a 39 años	De 40 a 44 años	De 45 a 49 años	De 50 a 54 años	De 55 a 59 años	De 60 a 64 años	De 65 a 69 años	De 70 a 74 años	De 75 a 79 años	De 80 a 84 años	De 85 a 89 años	Total nombrada
1	Ruda	5	8	6	4	8	11	10	7	4	6	1	0	0	0	70
2	Santa maría	7	7	8	4	6	7	6	8		10	3	1	1	1	69
3	Eucalipto (alcanforin)	8	6	5	7	4	7	9	10	4	3	0	2	0	0	65
4	Chichira	5	2	4	4	5	5	6	4	3	5	5	0	3	0	51
5	Apio	4	6	4	3	3	4	3	3	1	4	2	1	0	0	38
6	Ushco Sacha	1	0	0	7	6	9	4	1	5	1	1	0	0	0	35
7	Marcos	3	3	2	4	3	2	3	0	2	2	3	0	1	0	28
8	Laurel grande	4	1	5	2	4	3	0	2	0	0	2	0	0	0	23
9	Shadan	0	0	6	8	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	22
10	Hoja de naranja	6	1	4	1	1	1	2	3	0	1	0	0	0	0	20
11	Quillo rosas	4	2	0	0	3	6	0	1	0	1	0	1	0	0	18
12	Sauco de cerro	0	0	2	6	2	2	2	0	2	1	0	0	0	0	17
13	Hinojo	4	0	1	5	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	15
14	Puleo chico	5	1	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	14
15	Puleo grande	1	1	2	1	0	2	4	0	1	1	0	0	0	0	13
16	Chillchi	0	0	1	1	1	1	1	0	1	4	1	0	0	0	11
17	Buzcapina	0	0	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18	Paico	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4
19	Congona	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
20	Wallua	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Elaboración: El autor

Continuación.....

Nº de especie	Nombre comun de especies	De 20 a 24 años	De 25 a 29 años	De 30 a 34 años	De 35 a 39 años	De 40 a 44 años	De 45 a 49 años	De 50 a 54 años	De 55 a 59 años	De 60 a 64 años	De 65 a 69 años	De 70 a 74 años	De 75 a 79 años	De 80 a 84 años	De 85 a 89 años	Total nombrada
21	Menta negra	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22	Flor de saima	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	Tourpec	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
24	Ruda del inca	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
25	Oregano	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
26	Tipo	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
27	Sipret	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	Nogal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29	Chillca pegosa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	Romero	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	Albaca	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	Anís de campo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
33	Paletaria	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
34	Menta blanco	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	Canchalao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
36	Nachig	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
37	Paletaria	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
38	Tigililín	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
39	Ajos de cerro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Elaboración: El autor

La especie más nombrada fue la ruda, entre las 5 primeras se encuentran; Santa María, Eucalipto (alcanforin), Apio, Ushco Sacha y marcos. Debido al número de especies nombradas (39), se fijó como objeto de este estudio a 16 especies para la extracción y caracterización del aceite esencial.

En la tabla 2, se da la el código de colecta, nombre común, nombre científico y la familia de las 16 especies objeto de estudio y en el anexo VII se da la clasificación detallada y las fotografías de cada uno de las especies.

**Tabla 2. Nombres botánicos asignados por el Herbario de la UTPL a las especies aromáticas colectadas**

<b>Código Colecta</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
001-M	Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae
002-M	Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i>	Asteraceae
003-M	Eucalipto (alcanforin)	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
004-M	Apio	<i>Apium graveolens</i>	Apiaceae
005-M	Ushco Sacha	<i>Lycopersicum hirsutum</i>	Solanaceae
006-M	Marcos	<i>Ambrosia arborescens</i>	Asteraceae
007-M	Laurel grande	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae
008-M	Shadan	<i>Baccharis obtusifolia</i>	Asteraceae
009-M	Hoja de naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
0010-M	Quillo Rosas	<i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae
0011-M	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae
0012-M	Puleo grande	<i>Minthostachys mollis</i>	Lamiaceae
0013-M	Chillchi	<i>Tagetes terniflora</i>	Asteraceae
0014-M	Chichira	<i>Lepidium chichicara</i>	Brassicaceae
0015-M	Puleo chico	<i>Clinopodium sp</i>	Lamiaceae
0016-M	Sauco de cerro	<i>Cestrum sp</i>	Solanaceae

**Elaboración:** El autor

De las 16 especies objeto de estudio 3 especies no fue posible obtener aceite esencial en cantidad suficiente para los análisis posteriores.



## 4.2. Determinación de la humedad

En la tabla 4, promedio (X), desviación estándar ( $\sigma$ ) de humedad obtenidos

Nº de especie	ESPECIE	X	$\sigma$
001-M	<i>Ruta graveolens</i>	72,12	6,15
002-M	<i>Tanacetum parthenium</i>	62,46	4,96
003-M	<i>Eucaliptus globulus</i>	41,64	8,34
004-M	<i>Apium graveolens</i>	25,61	1,72
005-M	<i>Lycopersicum hirsutum</i>	58,39	0,55
006-M	<i>Ambrosia arborescens</i>	69	0,51
007-M	<i>Laurus nobilis</i>	39,51	2,12
008-M	<i>Baccharis obtusifolia</i>	36,02	10,09
009-M	<i>Tagetes erecta</i>	66,24	3,64
0010-M	<i>Citrus sinensis</i>	66,77	2,54
0011-M	<i>Foeniculum vulgare</i>	76,77	0,77
0012-M	<i>Mintostachys mollis</i>	36,14	9,09
0013-M	<i>Tagetes terniflora</i>	59,44	1,53
0014-M	<i>Lepidium chichicara</i>	74,38	2,30
0015-M	<i>Clinopodium sp</i>	75,80	1,78
0016-M	<i>Cestrum sp</i>	69,71	0,84

**Elaboración:** El autor

La diferencia que se aprecia en los valores de humedad, es debido a que la materia vegetal fue recolectada en distintos periodos de tiempo, en los cuales se tiene condiciones climáticas diferentes.

### 4.3. Rendimiento en aceite esencial

En la tabla 5 se detallan los rendimientos obtenidos de las 13 destilaciones hechas para cada recolección en relación al peso/volumen.

**Tabla 5. Rendimiento en % (p/v) de las trece destilaciones hechas para cada recolección**

Nº de especie	Especie	Rendimiento en % (p/v)
001-M	<i>Ruta graveolens</i>	0,08
002-M	<i>Tanacetum parthenium</i>	0,03
003-M	<i>Eucalyptus globulus</i>	0,42
004-M	<i>Apium graveolens</i>	0,02
005-M	<i>Lycopersicum hirsutum</i>	0,02
006-M	<i>Ambrosia arborescens</i>	0,03
007-M	<i>Laurus nobilis</i>	0,53
008-M	<i>Baccharis obtusifolia</i>	0,63
009-M	<i>Citrus sinensis</i>	0,14
0010-M	<i>Tagetes erecta</i>	0,03
0011-M	<i>Foeniculum vulgare</i>	0,03
0012-M	<i>Minthostachys mollis</i>	0,02
0013-M	<i>Tagetes terniflora</i>	0,52

**Fuente:** Investigación directa

**Elaboración:** El autor

El rendimiento de los aceites esenciales fue calculado en relación al peso/volumen; el rendimiento mayoritario que se obtuvo fue para la *Baccharis obtusifolia* (0,63%), y el menor fueron para las especies *Apium graveolens*, *Lycopersicum hirsutum* y *Minthostachys mollis* (0,02%). Existen diferentes factores por los cuales se ve afectada el rendimiento de los aceites esenciales, se puede mencionar que el contenido de humedad; el hábitat de la planta, la época de recolección, son algunos de los factores que afectan directamente al rendimiento de los aceites esenciales<sup>24</sup>.

<sup>24</sup>Guzmán, S., R. Cardozo, and V. García, *Desarrollo agrotecnológico de Lippia alba (Miller) NE Br ex Britton y Wilson*. Guillermo de Ockhman, 2004. 7: p. 201-215.

#### 4.4. Determinación de las propiedades físicas del aceite esencial

##### 4.4.1. Determinación de la densidad

En la tabla 6 se detallan los valores de las densidades de los 5 aceites esenciales realizados, para la determinación de esta propiedad física no fue posible realizar a todos los aceites esenciales obtenidos debido a que se tienen volúmenes menores a 1 ml.

**Tabla 6. Densidad relativa de los cinco aceites esenciales**

Nº de especie	Especie	Densidad (g/mL)
001-M	<i>Tagetes terniflora</i>	0,9080
002-M	<i>Baccharis obtusifolia</i>	0,8668
003-M	<i>Laurus nobilis</i>	0,9138
004-M	<i>Citrus sinensis</i>	0,8481
005-M	<i>Apium graveolens</i>	0,7546

Elaboración: El autor

##### 4.4.2. Determinación del índice de refracción

En la tabla 7 se detallan los valores promedios de los índices de refracción de los tres aceites obtenidos de cada recolección; dando un promedio general de 1,487.

**Tabla 7. Índice de refracción de los aceites obtenidos de cada recolección**

Nº de especie	Especie	Índice de refracción
001-M	<i>Ruta graveolens</i>	1,3311
002-M	<i>Tanacetum parthenium</i>	1,3309
003-M	<i>Eucalyptus globulus</i>	1,4705
004-M	<i>Apium graveolens</i>	1,4062
005-M	<i>Lycopersicum hirsutum</i>	1,5002
006-M	<i>Ambrosia arborescens</i>	1,4935
007-M	<i>Laurus nobilis</i>	1,5041
008-M	<i>Baccharis obtusifolia</i>	1,4738
009-M	<i>Citrus sinensis</i>	1,4651
0010-M	<i>Tagetes erecta</i>	1,4850
0011-M	<i>Foeniculum vulgare</i>	1,5400
0012-M	<i>Minthostachys mollis</i>	1,4868
0013-M	<i>Tagetes terniflora</i>	1,4861

Elaboración: El autor

#### 4.4. Compuestos Químicos del Aceite Esencial.

##### 4.4.1. Composición química del aceite esencial de Ruda (*Ruta graveolens*)

En el aceite esencial de *Ruta graveolens* se identificaron 4 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 86,56% del total del aceite esencial.

En la tabla 1, se detalla la composición química del aceite esencial de *Ruta graveolens*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 1. Composición química del aceite esencial de Ruda (*Ruta graveolens*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	2-nonanone	1091	25,01
2	2-decanone	1191	1,37
3	2-undecanone	1293	58,94
4	2-tridecanone	1494	1,25
	Total		86,56

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: 2-undecanone (58,94%); 2-nonanone (25,01%).

Respecto a la composición química de *Ruta graveolens*, se observaron que los compuestos mayoritarios son iguales cualitativamente a los reportados en la literatura, en este caso solo existe variaciones cuantitativas. Rojas et al. (2011), reporto que el aceite esencial de *Ruta graveolens* posee 2-undecanona (50,93%); 2-nonanona (16,85%) y pregeijereno (8,72%) y Castro et al. (2011), también identificó 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%).

<sup>25</sup>Rojas, J., et al., *Estudio comparativo de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de Ruta graveolens L. recolectada en los estados Mérida y Miranda, Venezuela*. Avances en Química, 2011. 6.

<sup>26</sup>Castro, A.J., J.R. Juárez, and N.J. Ramos, *Elucidación estructural del aceite esencial de Ruta graveolens L. Ruda, actividad antioxidante y bioensayo de citotoxicidad*. Ciencia e Investigación, 2011. 14(1): p. 26-29.

Las cuales pueden estar asociadas a factores intrínsecos (edad y estado de desarrollo de planta) o extrínsecos (condiciones ambientales y geobotánicas del cultivo). De acuerdo a la literatura reportada las diferencias en el contenido de aceite esencial, se deben, posiblemente a las distintas condiciones ambientales en que se cultiva y se desarrolla la planta<sup>25</sup>.

#### **4.4.2. Composición química del aceite esencial de Santa maría (*Tanacetum parthenium*)**

En el aceite esencial de *Tanacetum parthenium*, se identificaron 8 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 61,74% del total del aceite esencial. El porcentaje de identificación fue bajo debido a que un compuesto con el porcentaje más alto no fue identificado.

De acuerdo con lo reportado en la literatura, el aceite esencial de *Tanacetum parthenium* contiene una compleja mezcla de monoterpenos y sesquiterpenos, además de una serie interesante de espiroceto enoléteres no terpenoides.

Algunos de los compuestos que no fueron posibles identificar, pueden corresponder a una serie compleja de  $\alpha$ -metilbutirolactonas sesquiterpénicas, las cuales son comunes entre los miembros de la familia Asteraceae<sup>26</sup>.

En la tabla 2, se detalla la composición química del aceite esencial de *Tanacetum parthenium*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

---

<sup>25</sup>Zygadlo, J., et al., *Composition of the inflorescence oils of some Tagetes species from Argentina*. Journal of Essential Oil Research, 1993. 5(6): p. 679-681.

<sup>26</sup>Knight, D.W., *Feverfew: chemistry and biological activity*. Natural product reports, 1995. 12(3): p. 271-276.

**Tabla 2. Composición química del aceite esencial de Santa maría (*Tanacetum parthenium*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	camphene	952	2,41
2	p-cymene	1022	2,67
3	1,8-cineole	1028	1,01
4	γ-terpinene	1055	0,82
5	chrysanthenone	1118	2,26
6	camphor	1142	46,12
7	no identificado	1228	28,11
8	L-bornyl acetate	1280	5,32
9	caryophyllene oxide	1572	1,13
	Total		61,74

**Elaboración:** El autor

Respecto a la composición química de *Tanacetum parthenium*, se observaron para los componentes mayoritarios variaciones cuantitativas. Los compuestos mayoritarios identificados fueron: camphor (46,12%); L-bornylacetate (5,32%); p-cymene (2,67%); camphene (2,41%) y chrysanthenone (2,26%).

Akpulat et al. (2011), reportan que la esencia de las partes aéreas de *Tanacetum parthenium* originaria de Turquía, posee camphor (56,9%) y canfeno (12.7%). Por lo tanto el compuesto mayoritario identificado es igual cualitativamente al reportado.

#### **4.4.3. Composición química del aceite esencial de eucalipto (*Eucaliptus globulus*)**

En el aceite esencial de *Eucaliptus globulus* se identificaron 9 compuestos en total mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 87,43% del total del aceite esencial.

En la tabla 3, se detalla la composición química del aceite esencial de *Eucaliptus globulus*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

<sup>27</sup>Akpulat, H.A., et al., *Composition of the essential oils of Tanacetumargyrophyllum (C. Koch) Tvetz. varargyrophyllum and Tanacetumparthenium (L.) Schultz Bip. (Asteraceae) from Turkey*. Biochemical systematics and ecology, 2005.33(5): p. 511-516.

**Tabla 3. Composición química del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	$\alpha$ -pinene	940	37,23
2	m-cymene	1022	14,29
3	limonene	1026	2,101
4	1,8-cineole	1029	9,39
5	$\gamma$ -terpinene	1056	20,96
6	linalool	1101	0,56
7	borneol	1169	0,51
8	4-ol-terpinen	1178	0,60
9	$\alpha$ -terpineol	1193	1,80
		Total	87,43

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron:  $\alpha$ -pinene (37,23%);  $\gamma$ -terpinene (20,96%); m-cymene (14,29%); 1,8-cineole (9,39%); limonene (2,10%).

Respecto a la composición química, se observaron para los componentes mayoritarios variaciones cuantitativas y cualitativas. Rueda et al. (2010), reportan que la esencia obtenida mediante Cromatografía de Gases, tiene 5 componentes volátiles mayoritarios. El 1,8-Cineol (82,38%) como el componente de mayor proporción seguido de  $\alpha$ -Pineno (8.69%); Bourboneno (2.25%); limoneno (1.35%) y nerol (1.22%).

#### **4.4.4. Composición química del aceite esencial de Apio (*Apium graveolens*)**

En el aceite esencial de *Apium graveolens* se identificaron 17 compuestos determinaron en total, mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 84,47% del total del aceite esencial.

<sup>28</sup>Rueda, X.Y., O.G. Pérez, and H. Meza, *Actividad larvica del aceite esencial foliar de Eucalyptus globulus contra Aedes aegypti Linnaeus*. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 2010. 8: p. 8-9.

En la tabla 4 se detalla la composición química del aceite esencial de *Apium graveolens*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 4. Composición química del aceite esencial de Apio (*Apium graveolens*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	sabinene	973	0,39
2	$\beta$ -pinene	976	0,76
3	myrcene	990	7,61
4	o-cymene	1022	2,45
5	limonene	1026	37,38
6	$\beta$ -trans-ocimene	1035	7,02
7	$\gamma$ -terpinene	1055	3,34
8	(E)-Cryophyllene	1410	2,91
9	$\delta$ -cadinene	1511	1,19
10	germacrene D-4-ol	1569	1,86
11	carotol	1593	0,45
12	$\gamma$ -muurolene	1508	0,58
13	$\tau$ -cadinol	1637	2,15
14	butylphthalide	1642	2,48
15	$\alpha$ -cadinol	1648	5,78
16	butylidenephthalide	1661	0,45
17	neocnidilide	1712	7,66
		Total	84,47

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: limonene (37,38%); neocnidilide (7,66%); myrcene (7,61%);  $\beta$ -trans-ocimene (7,02%);  $\alpha$ -cadinol (5,78%);  $\gamma$ -terpinene (3,34%); (E)-cryophyllene (2,91%); butylphthalide (2,48%); o-cymene (2,45%);  $\tau$ -cadinol (2,15%).

Respecto a la composición química del aceite esencial de *Apium graveolens*, el compuesto mayoritario es igual cualitativamente al reportado por Eduardo et al. (2003), que encontró 3 compuestos: limonene,  $\beta$ -cariofileno y felandreno.

<sup>29</sup>Eduardo, C., 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, USAC, 2003: p. 23-24.



De estos tres compuestos el que se encuentra en mayor cantidad es el limonene. Encontrada en las esencias, de la misma especie, colectadas en otras regiones del país.

#### 4.4.5. Composición química del aceite esencial de ushco sachá (*Lycopersicum hirsutum*)

En el aceite esencial de *Lycopersicum hirsutum* se identificaron 10 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 87,50% del total del aceite esencial.

En la tabla 5, se detalla la composición química del aceite esencial de *Lycopersicum hirsutum*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 5. Composición química del aceite esencial de Ushco Sachá (*Lycopersicum hirsutum*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	E-caryophyllene	1410	0,38
2	elixene	1423	0,21
3	α-bergamotene	1427	0,30
4	ar-curcumene	1477	5,15
5	α-zingiberene	1492	71,86
6	β-bisabolene	1503	0,63
7	β-guaiene	1510	1,23
8	sesquiphellandrene	1518	1,38
9	selina-3,7(11)-diene	1533	3,59
10	germacrene B	1549	2,76
		Total	87,50

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: α-zingiberene (71,86%); ar-curcumene (5,15%); selina-3,7(11)-diene (3,59%) y germacrene b (2,76%).

Respecto a la composición química de *Lycopersicum hirsutum*, se observaron variaciones cualitativas y cualitativamente con los reportados en la literatura. Moghazy et al. (1995), encontró 48 componentes en el aceite esencial de *Lycopersicum hirsutum* de los cuales 17 han sido identificadas. También hace referencia a que el aceite es rico en compuestos oxigenados con piperitona como el componente principal (11,66%). Hidrocarburos de sesquiterpeno que estaban presentes en una concentración moderada mientras que los hidrocarburos monoterpenos se detectaron sólo en pequeñas concentraciones.

#### **4.4.6. Composición química del aceite esencial de marcos (*Ambrosia arborescens*)**

En el aceite esencial de *Ambrosia arborescens*, se identificaron 18 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 19,43% del total del aceite esencial. El porcentaje de identificación fue bajo debido a que el compuesto con el primer porcentaje más alto no fue identificado.

En la tabla 6, se detalla la composición química del aceite esencial de *Ambrosia arborescens*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

---

<sup>30</sup>El-Moghazy, S., et al., *Preliminary Investigation on the Leaf Oil of Lycopersicon hirsutum Humb. et Bonpl.* Journal of Essential Oil Research, 1995. 7(4): p. 453-455.

**Tabla 6. Composición química del aceite esencial de marcos (*Ambrosia arborescens*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	santolina triene	917	0,26
2	α-pinene	939	0,14
3	myrcene	990	2,40
4	p-cymene	1022	1,26
5	limonene	1026	0,39
6	γ-terpinene	1055	0,20
7	terpinolene	1082	0,78
8	filifolone	1097	0,86
9	chrysanthenone	1118	3,74
10	α-humulene	1447	0,55
11	no identificado	1474	71,86
12	α-curcumene	1477	2,54
13	β-selinene	1480	0,34
14	α-muurolene	1492	0,30
15	α-farnesene	1502	0,97
16	γ-muurolene	1505	0,41
17	δ-cadinene	1511	0,98
18	4-ol-germacrene	1569	1,18
19	τ-muurolol	1649	2,15
		Total	19,43

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: chrysanthenone (3,74%); α-curcumene (2,54%); myrcene (2,40%); τ-muurolol (2,15%) y p-cymene (1,26%).

Con respecto a la composición química, se observan variaciones cualitativas y cuantitativas Saltos et al. (2008), realizó un estudio para determinar la composición del aceite esencial de *Ambrosia arborescens* y sus propiedades y encontró una composición rica en monoterpenos en pequeñas concentraciones, destacándose una concentración muy importante de la crisantenona, y en porcentajes representativos de sesquiterpenos como: γ-curcumeno y germacreno D. La presencia de estos componentes manifiesta el poder tóxico que posee esta especie, contribuyendo a esta actividad la presencia de otros monoterpenos como las tujonas.

<sup>31</sup>Saltos, V. and M. Beatriz, *Estudio fitoquímico de una planta de la flora del Ecuador: Ambrosia arborescens*. 2008: p. 48-49.

#### 4.4.7. Composición química del aceite esencial de Laurel (*Laurus nobilis*)

En el aceite esencial de *Laurus nobilis*, se identificaron 17 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 62,77% del total del aceite esencial. El porcentaje de identificación fue bajo debido a que 6 compuestos con porcentajes más altos no fueron identificados.

En la tabla 7, se detalla la composición química del aceite esencial de *Laurus nobilis*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 7. Composición química del aceite esencial de laurel (*Laurus nobilis*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	linalool	1100	0,41
2	E-caryophyllene	1410	0,84
3	elixene	1423	2,21
4	α-bergamotene	1428	1,64
5	γ-selinene	1466	0,27
6	ar-curcumene	1477	4,66
7	β-selinene	1480	2,88
8	α-patchoulene	1484	0,67
9	α-selinene	1487	2,90
10	α-zingiberene	1491	3,15
11	β-bisabolene	1503	2,95
12	β-guaiene	1506	2,10
13	alloaromadendrene	1510	6,40
14	no identificado	1515	1,55
15	β-sesquiphellandrene	1519	0,51
16	no identificado	1525	3,95
17	no identificado	1529	15,05
18	selina-3,7(11)-diene	1533	16,48
19	germacrene B	1547	13,08
20	no identificado	1551	2,20
21	no identificado	1646	1,28
22	juniper camphor	1688	1,61
23	no identificado	1868	2,34
	Total		62,77

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: selina-3,7(11)-diene (16,48%); germacrene b (13,08%); alloaromadendrene (6,40%); ar-curcumene (4,66%);  $\alpha$ -zingiberene (3,15%);  $\beta$ -bisabolene (2,95%);  $\alpha$ -selinene (2,90%);  $\beta$ -selinene (2,88%); elixene (2,21%) y  $\beta$ -guaiene (2,10%).

Con respecto a la composición química de *Laurus nobilis* presentó variaciones cualitativas y cuantitativas en el contenido del aceite esencial, las cuales pueden estar asociadas a factores intrínsecos (edad y estado de desarrollo de planta) o extrínsecos (condiciones ambientales y geobotánicas del cultivo).

De acuerdo con lo reportado en la literatura y desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, Calle et al. (2011), descubrió que el aceite esencial de *Laurus nobilis*, está compuesto de fracción monoterpénica tanto hidrocarbonada (15,54%) como oxigenada (60,82%) son la más representativa siendo los componentes mayoritarios los monoterpenos oxigenados 1,8-cineol (33,13%); acetato de  $\alpha$ -terpinilo (13,02%) y linalol (8,80%).

En segundo lugar cuantitativamente destaca la serie aromática con metileugenol (12,88%) como componente mayoritario. Y Di Leo et al., identificó al 1,8 cineol (32.0-48.5%); linalol (5.2-16.1%) y acetato de  $\alpha$ -terpenilo (6.1-11.7%).

#### **4.4.8. Composición química del aceite esencial de shadan (*Baccharis obtusifolia*)**

En el aceite esencial de *Baccharis obtusifolia* se identificaron 17 compuestos en total mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 92,05% del total del aceite esencial.

En la tabla 7, se detalla la composición química del aceite esencial de *Laurus nobilis*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

---

<sup>32</sup>Calle Fernández, M., *Control de la germinación in vitro de Araujia sericifera con aceites esenciales de Laurus nobilis, M. communis, C. sinensis Y C. limon*. Valencia Diciembre 2011: p. 31-33.

<sup>33</sup>Di Leo Lira, P., *Evaluación del aceite esencial de laurus nobilis L. (lauraceae) para la definición de parámetros de calidad*.

**Tabla 7. Composición química del aceite esencial de shadan (*Baccharis obtusifolia*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	α-thujene	933	1,66
2	α-pinene	938	7,28
3	sabinene	973	1,57
4	β-pinene	976	10,88
5	myrcene	990	1,64
6	L-limonene	1026	44,32
7	E-β-ocimene	1045	0,54
8	γ-terpinene	1055	0,38
9	linalool	1101	0,28
10	terpinen- 4-ol	1178	0,46
11	α-muurolene	1492	1,00
12	γ-cadinene	1505	1,52
13	δ-cadinene	1512	5,19
14	elemol	1543	1,37
15	uncineol	1624	2,53
16	α-cadinol	1637	1,66
17	α-eudesmol	1648	9,77
	Total		92,05

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: limonene (44,32%);β-pinene (10,88%); α-eudesmol (9,77%); α-pinene (7,28%); δ-cadinene (5,19%); uncineol (2,53%).

Investigaciones previas acerca de la composición química del aceite esencial de diferentes especies del género *Baccharis* han reportado una variedad de componentes tales como sabinene, limonene, α-pinenene, β-pinene, (E)- nerodiol, α-muurolol, isocaryophyllene, β-caryophyllene, caryophyllene oxide, β-salinene, terpinen 4 ol, α-thujene, sphaltulenol, cumenol, germacrene-D, y carvacro<sup>27</sup>.

<sup>34</sup>Malizia, R.A., et al., *Volatile constituents of leaf oils from the genus Baccharis. Part II: Baccharis obovata Hooker et Arnott and B. salicifolia (Ruiz et Pav.) Pers. species from Argentina.* Journal of Essential Oil Research, 2005. 17(2): p. 194-197.

#### 4.4.9. Composición química del aceite esencial de hojas de naranja (*Citrus sinensis*)

En el aceite esencial de *Citrus sinensis* se identificaron 14 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 97,86% del total del aceite esencial.

En la tabla 9, se detalla la composición química del aceite esencial de *Citrus sinensis*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 9. Composición química del aceite esencial de hojas de naranja (*Citrus sinensis*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	$\alpha$ -thujene	934	0,25
2	$\alpha$ -pinene	939	1,77
3	sabinene	974	59,81
4	$\beta$ -pinene	977	2,62
5	myrcene	990	2,89
6	$\alpha$ -phellandrene	1004	0,26
7	$\delta$ -3-carene	1005	2,35
8	$\alpha$ -terpinene	1014	0,69
9	limonene	1026	5,14
10	(E)- $\beta$ -ocinene	1045	4,42
11	$\gamma$ -terpinene	1055	1,14
12	trans-sabinenhydrate	1068	0,57
13	terpinolene	1082	0,70
14	linalool	1101	11,55
15	$\beta$ -citronellal	1152	1,09
16	4-ol-terpinen	1178	1,65
17	$\alpha$ -terpineol	1193	0,35
18	neral	1237	0,14
19	geranial	1267	0,19
20	$\delta$ -cadinene	1511	0,14
21	$\alpha$ -sinensal	1745	0,14
		Total	97,86

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: sabinene (59,81%); linalool (11,55%); limonene (5,14%) (E)- $\beta$ -ocinene (4,42%); myrcene (2,89%) y  $\beta$ -pinene (2,62%).

Singh et al. (1993), encontró la presencia de 15 constituyentes químicos, de los cuales 13 logro identificar, que comprende el 99,4% del aceite total, reportando al limoneno como compuesto mayoritario con un porcentaje de (94,8%).

En comparación con los resultados que hemos obtenido en la que los componentes mayoritarios son: sabinene (59,81%); linalool (11,55%); limonene (5,14%); (E)- $\beta$ -ocinene (4,42%) y myrcene (2,89%). Como se puede apreciar los resultados obtenidos en esta especie difiere tanto cualitativa como cuantitativamente con los resultados de investigaciones previas como las expuestas anteriormente.

Se sabe que la composición química de un aceite esencial viene determinada genéticamente, pero puede variar según distintas condiciones ambientales del hábitat de la planta como suministro de agua, luz o temperatura<sup>28</sup>. Otros factores que explican la variabilidad en la composición química de un aceite esencial son el estado físico o fenológico en el que se destila la planta, el periodo de cosecha y el ciclo vegetativo.

#### **4.4.10. Composición química del aceite esencial de Quillo rosas (*Tagetes erecta*)**

En el aceite esencial de *Tagetes erecta*, se identificaron 25 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 62,15% del total del aceite esencial. El porcentaje de identificación fue bajo debido a que dos compuesto con porcentajes más altos no fueron identificados.

---

<sup>35</sup>Singh, G., et al., *Chemical and fungitoxic investigations on the essential oil of Citrus sinensis (L.) Pers.* Zeitschrift Fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1993. 100.

<sup>36</sup>Burbott, A.J. and W.D. Loomis, *Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint.* Plant physiology, 1967. 42(1): p. 20-28.



En la tabla 10, se detalla la composición química del aceite esencial de *Tagetes erecta*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 10. Composición química del aceite esencial de Quillo rosas (*Tagetes erecta*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	sabinene	973	0,25
2	$\beta$ -myrcene	989	0,23
3	limonene	1026	3,65
4	trans-ocimene	1035	5,04
5	E- $\beta$ -ocimene	1045	19,94
6	terpinolene	1082	10,54
7	linalool	1100	0,54
8	1,3,8-p-menthatriene	1110	0,35
9	phenethyl acetate	1252	2,78
10	indole	1291	0,51
11	piperitenone	1333	0,69
12	trans-caryophyllene	1410	3,29
13	blixene	1423	0,40
14	$\alpha$ -trans-bergamotene	1427	0,26
15	$\alpha$ -curcumene	1477	0,82
16	alloaromadendrene	1479	0,49
17	viridiflorene	1487	2,06
18	$\alpha$ -zingiberene	1491	0,48
19	$\beta$ -bisabolene	1503	0,52
20	$\beta$ -guaiene	1509	1,16
21	$\beta$ -selinene	1515	0,20
22	selina-3,7(11)-diene	1532	3,36
23	germacrene B	1549	2,58
24	nerolidol	1559	0,27
25	caryophyllene oxide	1572	1,75
		Total	62,15

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: (E)- $\beta$ -ocimene (19,94%); terpinolene (10,54%); trans-Ocimene (5,04%); limonene (3,65%); selina-3,7(11)-diene (3,36%); trans-caryophyllene (3,29%); phenethylacetate (2,78%); germacrene b (2,58%) y viridiflorene (2,06%).

Respecto a la composición química, se observaron para los componentes mayoritarios variaciones cuantitativas y cualitativas. Singh et al (2003), reportó que la esencia tiene 26 componentes, donde la mayor proporción la ocupó el (Z)- $\beta$ -ocimeno (42.2 %) y dihidrotagetona (14%), también menciona que el aceite esencial mostró actividad antifúngica. Héthelyi et al. (1990), reportó limoneno,  $\alpha$ -terpinoleno, piperitona y cariofileno y Leng et al. (1999), encontraron trans-cariofileno,  $\beta$ -cubebeno, limoneno, y  $\alpha$ -terpinoleno con actividad larvicida contra *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* y *Aedes aegypti*.

#### 4.4.11. Composición química del aceite esencial de hinojo (*Foeniculum vulgare*)

En el aceite esencial de *Foeniculum vulgare* se identificaron 5 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 96,55% del total del aceite esencial.

En la tabla 11, se detalla la composición química del aceite esencial de *Foeniculum vulgare*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 11. Composición química del aceite esencial de hinojo (*Foeniculum vulgare*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	$\alpha$ -pinene	938	3,80
2	$\alpha$ -phellandrene	1004	4,25
3	D-fenchone	1084	1,22
4	estragole	1196	3,57
5	anethole	1288	83,71
	Total		96,55

**Elaboración:** El autor

<sup>37</sup>Singh, V., B. Singh, and V.K. Kaul, Domestication of wild Marigold (*Tagetes minuta* L.) as a potential economic crop in Western Himalaya and North Indian plains. *Economic botany*, 2003.57(4): p. 535-544.

<sup>38</sup>Héthelyi, E., et al. *GC/MS investigation of essential oils*. In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, XXIII IHC 306*. 1990.

<sup>39</sup>Leng, F., et al., *Analysis of composition of volatile flower oil of yellow Tagetes erecta in Yanbian region by GC/MS*. *J. Yanbian Uni. Natural Science*, 1999. 25: p. 262-265.

De acuerdo a estudios realizados del aceite esencial de *Foeniculum vulgare* Araque et al. (2007), reportan 40 compuestos representando el 99,38% del aceite esencial, logrando identificar trans-anethole (64.08%);  $\alpha$ -phellandrene (14.54%) y  $\alpha$ -pinene (9.38%) que fueron los compuestos mayoritarios y Carrillo et al. (2006), también encontró anethole y  $\alpha$ -pinene.

En comparación con los resultados que hemos obtenido en la que los componentes mayoritarios son: anethole (83,71%);  $\alpha$ -phellandrene (4,25%);  $\alpha$ -pinene (3,80%); estragole (3,57%). Como se puede apreciar los resultados obtenidos en esta especie son iguales cualitativamente y difiere cuantitativamente con los resultados de investigaciones previas como las expuestas anteriormente.

#### **4.4.12. Composición química del aceite esencial de puleo grande (*Minthostachys mollis*)**

En el aceite esencial de *Minthostachys mollis* se identificaron 16 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 93,27% del total del aceite esencial.

En la tabla 12, se detalla la composición química del aceite esencial de *Minthostachys mollis*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

---

<sup>40</sup>Araque, M., L. Rojas, and A. Usubillaga, Antibacterial activity of essential oil of *Foeniculum vulgare* miller against multiresistant gram-negative bacilli from nosocomial infections. *Science*, 2007. 15: p. 366-370.

<sup>41</sup>Carrillo, M.A.S., *evaluación del rendimiento de aceite esencial de hinojo (foeniculum vulgare miller) procedente de dos niveles altitudinales de guatemala*. Abril de 2006: p. 87.

**Tabla 12. Composición química del aceite esencial de puleo grande (*Minthostachys mollis*)**

Nº	Compuesto	I <sub>k</sub> <sup>a</sup>	
		DB-5MS	%
1	α-pinene	940	3,35
2	sabinene	973	2,06
3	o-cymene	1022	0,65
4	limonene	1026	10,86
5	ocimene	1045	1,12
6	γ-terpinene	1055	0,94
7	α-copaene	1369	6,25
8	β-cubebene	1382	1,06
9	caryophyllene	1411	18,10
10	humulene	1447	3,82
11	germacrene D	1473	14,24
12	bicyclogermacrene	1488	18,15
13	δ-cadinene	1512	8,81
14	(-)-spathulenol	1569	1,43
15	caryophyllene oxide	1572	0,63
16	viridiflorol	1585	1,81
	Total		93,27

**Elaboración:** El autor

Los compuestos mayoritarios identificados fueron: bicyclogermacrene (18,15%); caryophyllene (18,10%); germacrene b (14,24%); limonene (10,86%); δ-cadinene(8,81%); α-copaene (6,25%); humulene (3,82%); α-pinene (3,35%); sabinene (2,06%).

De acuerdo con lo reportado en la literatura la esencia es de un olor muy similar al de las plantas del género *Mentha*. Respecto a la composición química, se observaron para los componentes mayoritarios variaciones cualitativas y cuantitativas.

Encarnación et al. (2010), reporto al cis-dihydrocarvone (12,54%); carvone (9,59%); neryl-acetate (8,9%); caryophyllene (8,77%); limonene (7,46%); sabinene (4,25%) y germacrened (3,19%) como compuestos mayoritarios, y Banchio et al. (2005), encontró mentona, pulegona, isomentona, limoneno y β-pineno como compuestos mayoritarios, que se utilizan en la industria de alimentos para la fabricación de licores y como aromatizantes en muchos productos industriales.

Estudios recientes promueven el uso del aceite esencial de *Minthostachys mollis* como insecticida<sup>29</sup>.

#### 4.4.13. Composición química del aceite esencial de chillchi (*Tagetes terniflora*)

En el aceite esencial de *Tagetes terniflora*, se identificaron 7 compuestos mediante los índices de Kóvats y los espectros de masas, que representan el 9,85% del total del aceite esencial. El porcentaje de identificación fue bajo debido a que el primer compuesto con el porcentaje más alto no fue identificado.

En la tabla 12, se detalla la composición química del aceite esencial de *Tagetes terniflora*; se indican los índices de Kóvats experimentales y el porcentaje de cada compuesto en la columna DB-5MS.

**Tabla 13. Composición química del aceite esencial de chillchi (*Tagetes terniflora*)**

Nº	Compuesto	Ika	
		DB-5	%
1	$\gamma$ -terpinene	1004	0,06
2	$\beta$ -trans-ocimene	1035	8,72
3	$\beta$ -ocimene	1045	0,06
4	no identificado	1051	3,69
5	no identificado	1088	2,51
6	no identificado	1131	1,57
7	trans-tagetone	1145	3,39
8	no identificado	1153	76,36
9	borneol	1170	0,08
10	no identificado	1230	0,53
11	no identificado	1238	0,99
12	caryophyllene	1410	0,07
13	zingiberene	1489	0,87
		Total	13,24

<sup>42</sup>Encarnación, K. and B. Valarezo, Determinación de propiedades físico-químicas del aceite esencial de poleo (*minthostachys mollis (kunth)* griseb) en diferentes estados fenológicos y de tres lugares de la provincia de Loja mediante GC-MS y GC-FID. 2010: p. 68-69.

<sup>43</sup>Banchio, E., J. Zygadlo, and G.R. Valladares, Quantitative variations in the essential oil of *Minthostachys mollis* (Kunth.) Griseb. In response to insects with different feeding habits. Journal of agricultural and food chemistry, 2005. **53**(17): p. 6903-6906.

<sup>44</sup>Gupta, M.P., P.I.C. y Tecnología, and C.A. Bello, 270 plantas medicinales iberoamericanas. 1995(55): p. 559-560.

Algunos de los compuestos que no fueron posibles identificar, pueden corresponder a una serie compleja de  $\alpha$ -metilenbutirolactonas sesquiterpénicas, las cuales son comunes entre los miembros de la familia Asteraceae<sup>26</sup>.

De acuerdo a estudios realizados del aceite esencial de *Tagetes terniflora* Barajas et al. (2012), reportó que los principales compuestos del aceite esencial de *Tagetes terniflora* fueron: citronelol y alcohol bencílico. Estos constituyentes varían según el color púrpura o verde que presentan estas plantas. Y Pérez-Amador et al. (1994), reportó al Citronelol 8 y 15 %, y alcohol benzílico 11 y 15 %.

En comparación con los resultados que hemos obtenido en la que los componentes mayoritarios identificados son:  $\beta$ -trans-Ocimene (8,72%); trans-Tagetone (3,39%) y Zingiberene (0.87%). Como se puede apreciar los resultados obtenidos en esta especie difieren cualitativamente y cuantitativamente con los resultados de investigaciones previas como las expuestas anteriormente.

---

<sup>45</sup>Barajas Pérez, J.S., *Propiedades plaguicidas de cinco especies del género Tagetes*. 2012.

<sup>46</sup>Pérez-Amador, M., et al., *Essential oils, anthocyanins and phototoxic compounds in two species of Tagetes (Asteraceae)*. *Phyton-Revista Internacional de Botanica Experimental*, 1994. **56**: p. 143-146.

**CAPITULO V. CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

#### 4.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las encuestas realizadas se determinaron 39 especies que presentan olor como indicio de la presencia de aceite esencial.
- Para la extracción del aceite esencial se selecciono de acuerdo al orden de utilidad, es decir se trabajo con las 20 primeras especies, de las cuales solo se recolecto 16 especies debido a la escasa cantidad que presentan estos géneros.
- De las 16 especies recolectadas, se logro extraer el aceite esencial solo a 13 especies, es decir 3 especies no obtuvieron la presencia del aceite esencial.
- El rendimiento mayoritario que se obtuvo fue para *Baccharis obtusifolia* (0,63%), y el menor fueron para *Apium graveolens*, *Lycopersicum hirsutum* y *Minthostachys mollis* (0,02%).
- La composición química y los rendimientos de extracción de los aceites esenciales aislados de las especies; *Ruta graveolens*, *Tanacetum parthenium*, *Eucaliptus globulus*, *Apium graveolens*, *Lycopersicum hirsutum*, *Ambrosia arborescens*, *Laurus nobilis*, *Baccharis obtusifolia*, *Tagetes erecta*, *Citrus sinensis*, *Foeniculum vulgare*, *Minthostachys mollis*, *Tagetes terniflora*, presentaron variaciones cualitativas y cuantitativas.
- La especie identificada con un alto porcentaje es la *Citrus sinensis* (97,86%), y la menor es la *Tagetes terniflora* (9,85%).
- De acuerdo a la literatura algunos de los compuestos que no fueron posibles identificar en algunas especies estudiadas, pueden corresponder a una serie compleja de  $\alpha$ -metilenbutirolactonas sesquiterpénicas, las cuales son comunes entre los miembros de la familia Asteraceae<sup>26</sup>.



## 4.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un manejo y explotación sustentable de estas especies, recurso natural con el fin de preservarla y evitar su extinción.
- Procurar en lo posible hacer una recolección y selección adecuada de la materia vegetal silvestre de lo contrario podría afectar en lo posterior la obtención de resultados.
- Desarrollar otros estudios sobre la caracterización del resto de especies que aún no han sido evaluadas y conocer sus potencialidades para el aprovechamiento por parte de la humanidad.
- Generar en base a la caracterización físico-química de todas las especies realizadas en el presente estudio, investigaciones posteriores con el fin de aislar sus compuestos mayoritarios para la elaboración de fitofármacos en el tratamiento de enfermedades.
- Si el interés científico o industrial es estudiar o desarrollar nuevas investigaciones sobre estas especies, señaló que del presente estudio, se obtiene el mejor rendimiento del aceite esencial de *Baccharis obtusifolia*.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Palacio G. L., Las plantas medicinales y aromáticas una alternativa para el futuro, Boletín económico ICE N° 2652, 2000, pp.20.
2. Gabucci L., La esencia de las plantas, Énfasis alimentación online, Dpto. de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján, Argentina, 2007, pp. 1-3.
3. De la Torre, L; Navarrete, H; Muriel, P; Macía, M; Balsle, H., Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus, 2008, p.p. 105–114.
4. Ortuño M., Manual Práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Ediciones AIYANA, Primera Edición, 2006.
5. Alzamora, L., L. Morales, L. Armas & G. Fernández., Actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas. An. Fac. Med, 2001, 62, p.p. 156-161.
6. Domínguez, X., Métodos de investigación fitoquímica, 3ra edición. Limusa, México, 1988.
7. Taiz, L, Zeiger, E. Plant Physiology. 3ª Ed. Sinauer Associates Inc, Publisers: Massachusetts 2002, pp. 171-192, 285-291.
8. Dudareva N; Pichersky E; Biology of Floral Scent. Taylor & Francis Group: New York: 2006, pp.: 55-71.
9. Palá, J., Contribución al Conocimiento de los Aceites Esenciales del Género *Eryngium* L., en la Península Ibérica, Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 2004.
10. Lima, S., Análisis de los rendimientos obtenidos de dos especies de eucalipto trabajados en seco a nivel de laboratorio y a nivel planta piloto en la extracción de su aceite esencial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Química, Mayo 2005.
11. Naranjo, P.; Escaleras, R., La Medicina Tradicional en el Ecuador. Corporación Editora Nacional, Quito, 1995, 192 p.

12. Silva C., Estudio de Factibilidad para creación de Empresa productora de Aceite Esencial de Maracuyá, proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración de Procesos, Escuela Politécnica Nacional, 2007, p.p.10.
13. Cerpa M., Hidrodestilación de Aceites esenciales modelado y caracterización, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, 2007, p.p.15.
14. Meza M., N. González de C. y A. Usubillaga, Composición del aceite esencial de *Origanum majorana* L. extraído por diferentes técnicas y su actividad biológica, Rev. Fac. Agron. (LUZ)., 2007, 24, p.p. 725-738.
15. Mahecha C., Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales extraídos de hojas y frutos de *Siparunasessilifora*, previo a la obtención de Magister en ciencias biológicas, Pontificia Universidad Javeriana, departamento de Química, Bogotá, 2010, p.p. 18.
16. Sánchez Y.; Pino O.; Correa T.; Naranjo E.; Iglesia A., “Estudio Químico y Microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum kunth* (Caisimón de anís)”. *Rev. Protección Veg.*, 2009, 1, p.p. 39-46.
17. Delaquis P.; Stanich K.; Girard B.; Mazza G., Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology* Vol:74., 2009, p.p. 101-109.
18. Benkeblia N., “Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*)” *Lebensm.-Wiss. U.-Technol* Vol:37., 2004, p.p. 263-268.
19. Querubina, M., *El Aceite Esencial de limón producido en España*. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales, 1999: p. 131.
20. Guenther, E. and D. Althausen, *The essential oils*. 1952. 6: p. 241-244.
21. Jones A, Principios de Química, “Los caminos del descubrimiento”, Tercera edición, Editorial médica Panamericana, 2002, p.p. 327.
22. Adams, R.P., *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry*. 2007 (Ed. 4).

23. Guzmán, S., R. Cardozo, and V. García, *Desarrollo agrotecnológico de Lippia alba (Miller) NE Br ex Britton y Wilson*. Guillermo de Ockhman, 2004. 7: p. 201-215.
24. Rojas, J., et al., *Estudio comparativo de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de Ruta graveolens L. recolectada en los estados Mérida y Miranda, Venezuela*. Avances en Química, 2011. 6.
25. Castro, A.J., J.R. Juárez, and N.J. Ramos, *Elucidación estructural del aceite esencial de Ruta graveolens L. Ruda, actividad antioxidante y bioensayo de citotoxicidad*. Ciencia e Investigación, 2011. 14(1): p. 26-29.
26. Zygadlo, J., et al., *Composition of the inflorescence oils of some Tagetes species from Argentina*. Journal of Essential Oil Research, 1993. 5(6): p. 679-681.
27. Knight, D.W., *Feverfew: chemistry and biological activity*. Natural product reports, 1995. 12(3): p. 271-276.
28. Akpulat, H.A., et al., *Composition of the essential oils of Tanacetumargyrophyllum (C. Koch) Tvetz. varargyrophyllum and Tanacetumparthenium (L.) Schultz Bip. (Asteraceae) from Turkey*. Biochemical systematics and ecology, 2005.33(5): p. 511-516.
29. Rueda, X.Y., O.G. Pérez, and H. Meza, *Actividad larvicida del aceite esencial foliar de Eucaliptus globulus contra Aedes aegypti Linnaeus*. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 2010. 8: p. 8-9.
30. Eduardo, C., *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, USAC, 2003: p. 23-24.
31. Saltos, V. and M. Beatriz, *Estudio fitoquímico de una planta de la flora del Ecuador: Ambrosia arborescens*. 2008: p. 48-49.
32. Calle Fernández, M., *Control de la germinación in vitro de Araujia sericifera con aceites esenciales de Laurus nobilis, M. communis, C. sinensis Y C. limon*. Valencia Diciembre 2011: p. 31-33.

33. Di Leo Lira, P., *Evaluación del aceite esencial de laurus nobilis L. (lauraceae) para la definición de parámetros de calidad.*
34. Malizia, R.A., et al., *Volatile constituents of leaf oils from the genus Baccharis. Part II: Baccharis obovata Hooker et Arnott and B. salicifolia (Ruiz et Pav.) Pers. species from Argentina.* Journal of Essential Oil Research, 2005. **17**(2): p. 194-197.
35. Singh, G., et al., *Chemical and fungitoxic investigations on the essential oil of Citrus sinensis (L.) Pers.* Zeitschrift Fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1993. 100.
36. Burbott, A.J. and W.D. Loomis, *Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint.* Plant physiology, 1967. 42(1): p. 20-28.
37. Singh, V., B. Singh, and V.K. Kaul, *Domestication of wild Marigold (Tagetes minuta L.) as a potential economic crop in Western Himalaya and North Indian plains.* Economic botany, 2003.57(4): p. 535-544.
38. Héthelyi, E., et al. *GC/MS investigation of essential oils.* In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, XXIII IHC* 306. 1990.
39. Leng, F., et al., *Analysis of composition of volatile flower oil of yellow Tagetes erecta in Yanbian region by GC/MS.* J. Yanbian Uni. Natural Science, 1999. 25: p. 262-265.
40. Araque, M., L. Rojas, and A. Usubillaga, *Antibacterial activity of essential oil of Foeniculumvulgare miller against multiresistant gram-negative bacilli from nosocomial infections.* Science, 2007. **15**: p. 366-370.
41. Carrillo, M.A.S., *evaluación del rendimiento de aceite esencial de hinojo (foeniculum vulgare miller) procedente de dos niveles altitudinales de guatemala.* Abril de 2006: p. 87.
42. Encarnación, K. and B. Valarezo, *Determinación de propiedades físico-químicas del aceite esencial de poleo (minthostachys mollis (kunth) griseb) en diferentes estados fenológicos y de tres lugares de la provincia de Loja mediante GC-MS y GC-FID.* 2010: p. 68-69.

43. Banchio, E., J. Zygadlo, and G.R. Valladares, Quantitative variations in the essential oil of *Minthostachys mollis* (Kunth.) Griseb. In response to insects with different feeding habits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2005. **53**(17): p. 6903-6906.
44. Gupta, M.P., P.I.C. y Tecnología, and C.A. Bello, *270 plantas medicinales iberoamericanas*. 1995(55): p. 559-560.
45. Barajas Pérez, J.S., *Propiedades plaguicidas de cinco especies del género Tagetes*. 2012.
46. Pérez-Amador, M., et al., *Essential oils, anthocyanins and phototoxic compounds in two species of Tagetes (Asteraceae)*. *Phyton-Revista Internacional de Botanica Experimental*, 1994. **56**: p. 143-146.
47. Ortuño M, *Manual Práctico de Aceites Esenciales, aromas y perfumes*, Aiyana Ediciones 2006, pp.: 99-100

## ENCUESTAS

Para realizar las encuestas se hizo tomando como referencia las bases de datos del INEC (Instituto nacional de estadística y censos) del 2010, y con una tabla de cálculo de tamaño de una muestra por niveles de confianza, y aplicando la siguiente fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 p * q * N}{Ne^2 + Z^2 p * q}$$

Donde

Z = Nivel de confianza (1,96)

p = Probabilidad a favor (0.50)

q = Probabilidad en contra = (0.50)

N = Universo (15819)

e = Error de estimación (8%)

n = Tamaño de muestra

**Tabla de población de Saraguro de acuerdo al grupo de edades**

GRUPO DE EDADES	SEXO		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
6. De 20 a 24 años	1008	1217	2225
7. De 25 a 29 años	868	1089	1957
8. De 30 a 34 años	704	905	1609
9. De 35 a 39 años	621	859	1480
10. De 40 a 44 años	593	776	1369
11. De 45 a 49 años	589	682	1271
12. De 50 a 54 años	481	612	1093
13. De 55 a 59 años	483	595	1078
14. De 60 a 64 años	400	539	939
15. De 65 a 69 años	381	490	871
16. De 70 a 74 años	344	418	762
17. De 75 a 79 años	237	291	528
18. De 80 a 84 años	164	195	359
19. De 85 a 89 años	73	115	188
20. De 90 a 94 años	28	36	64
21. De 95 a 99 años	8	14	22
22. De 100 años y mas	0	4	4
TOTAL	6982	8837	15819

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010.

Esquema de la encuesta

**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESTUDIO DE ESPECIES AROMÁTICAS**

Nº.....

**1. DATOS DEL INFORMANTE**

Fecha (mes).....Día..... Año.....Edad.....

**UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO**

Provincia.....Cantón.....Parroqui.....Localidad...  
.....Barrio.....

**2. DATOS DE LA ESPECIE**

Nombre común (especificar idioma)

- |          |          |
|----------|----------|
| 1).....  | 15)..... |
| 2).....  | 16)..... |
| 3).....  | 17)..... |
| 4).....  | 18)..... |
| 5).....  | 19)..... |
| 6).....  | 20)..... |
| 7).....  |          |
| 8).....  |          |
| 9).....  |          |
| 10)..... |          |
| 11)..... |          |
| 12)..... |          |
| 13)..... |          |
| 14)..... |          |



## DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

### Principio

El método para determinar la cantidad de agua presente en la muestra se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en una estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra y expresada en porcentaje.

### Materiales

- Lámpara
- Pinza
- Balanza
- Crisol
- Desecador

### Procedimiento

- Pesar el crisol vacío.
- Pesar el crisol con 1 a 2 g de la muestra.
- Llevar el crisol con la muestra a la lámpara UV a 35 °C durante 45 minutos.
- Llevar la cápsula al desecador durante 15 minutos.
- Pesar la cápsula nuevamente y luego someterla durante 15 minutos a la lámpara UV a 15 °C.
- Llevar la cápsula al desecador durante 15 minutos y luego pesar.
- Continuar con la desecación hasta que el peso sea constante.

### Cálculo

$$Hm = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \times 100$$

#### Dónde:

**Hm**= porcentaje de humedad

**m**= peso de la cápsula vacía (g)

**m<sub>1</sub>**=peso de la cápsula + muestra (g)

**m<sub>2</sub>**=peso de la cápsula + muestra seca (g)

**DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL**

Para la determinación del rendimiento del aceite esencial se hizo en relación al volumen obtenido del aceite y la cantidad de materia vegetal en gramos utilizada para cada destilación. El rendimiento se expresó en porcentaje, y se calculó un rendimiento exclusivo para cada destilación.

Los resultados se expresaron bajo la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V}{p} \times 100$$

**Dónde:**

**R**= rendimiento expresado en porcentaje

**V**= volumen del aceite obtenido (mL)

**P**= peso del material vegetal que se carga en el destilador (g)

## DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA A 20 °C

### Principio

La densidad de un aceite esencial, bien sea la densidad absoluta o la densidad relativa al agua, medida a una temperatura estándar (normalmente de 20 a 25°C) es un parámetro fácil de obtener y que permite distinguir un aceite esencial auténtico de esencias sintéticas comunes. Un aceite esencial tiene a temperatura dada, un valor de densidad que se encuentra a un pequeño intervalo dependiendo de su procedencia, etc. La densidad se expresa en unidades de masa/volumen, generalmente g/cm<sup>51</sup>.

### Materiales

- Balanza analítica.
- Picnómetro de vidrio.
- Baño termostático, mantenido a una temperatura de 20°C ± 0.2°C.
- Termómetro de precisión graduado de 10 a 30°C, con una variación de 0.2°C a 0.1°C.

### Procedimiento

- **Preparación del picnómetro:** limpiar el picnómetro por la parte exterior y luego enjuagarlo con agua destilada, posteriormente lavamos el picnómetro con etanol y acetona, para por último pasarlo con una corriente de aire para secarlo completamente. Luego se pesa el picnómetro, con el tapón en su sitio con 1 mg de precisión

- **Peso del agua destilada:** colocamos en el picnómetro agua destilada que esté a una temperatura de 20 0C, a continuación colocamos el picnómetro en el baño termostático durante 30 minutos, posteriormente ajustamos el nivel del agua hasta la marca, colocamos el tapón y secamos la parte exterior del picnómetro.

---

<sup>47</sup>Ortuño M, Manual Práctico de Aceites Esenciales, aromas y perfumes, Aiyana Ediciones 2006, pp.: 99-100

- Tratamos de equilibrar la temperatura en el cuarto de la balanza, y finalmente pesamos el picnómetro con 1 mg de precisión

- **Peso del aceite esencial:** para realizar el peso del aceite esencial procedemos a vaciar el picnómetro y luego lo enjuagamos y secamos como en un principio. El mismo proceso que usamos para pesar el agua destilada usamos para pesar el aceite esencial.

### **Expresión de resultados**

Los resultados de la densidad relativa se expresa bajo 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 (g)

$m_1$  = masa en gramos del picnómetro con agua (g)

$m_2$  = masa en gramos del picnómetro con aceite esencial (g)

## DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN

### Principio:

Según el aparato de laboratorio que utilicé, la medida directa del ángulo de refracción, o la observación del límite de refracción total. El aceite esencial será mantenido dentro de las condiciones de isotropismo y de transparencia.

### Aparatos de laboratorio:

#### Refractómetro:

Se utiliza un refractómetro clásico que permita una precisión de  $\pm 0.0002$  y una lectura de los índices de refracción comprendidos entre 1.300 y 1.700.

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

1.6585 para el 1-bromo naftaleno.

1.5685 para el benzoato de bencilo.

1.4906 para el p-cimeno.

1.3330 para agua destilada.

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.

### Procedimiento:

Se pasa una corriente de agua en el refractómetro, con la finalidad de mantener el aparato a la temperatura de referencia de 20°C, a excepción para los aceites esenciales que no son líquidos a esa temperatura. En este caso deben adoptarse las temperaturas de 20 y 30°C, según el punto de fusión del aceite esencial considerado. Esta temperatura no debe variar respecto de la temperatura de referencia más de  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  y debe mantenerse a  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ . Antes de colocar la muestra en el instrumento, se la debe llevar a una temperatura igual a la que se realizará la medida.

Para efectuar la lectura esperar que la temperatura sea estable.

## Resultados

### Cálculos.

La fórmula para la determinación del índice de refracción a la temperatura de referencia es la siguiente:

$$n^{tD} = n^{20D} + 0.004(t' - t)$$

### Dónde

$n^{tD}$  = Valor de la lectura, obtenida a la temperatura  $t$ , o aquella a la que se ha efectuado la determinación.

0.0004 = factor de corrección

$t'$  = temperatura a la que se efectuó la temperatura

$t$  = temperatura a 20°C

### Nota:

La precisión de la determinación es de  $\pm 0.0002$ .

Expresar los resultados con cuatro cifras decimales.

## DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE KÓVATS

Para poder determinar los índices de kóvats se comparan los tiempos de retención de los hidrocarburos obtenidos con el tiempo de retención de los constituyentes del aceite esencial en estudio en base a la siguiente fórmula

$$Ik = 100n + 100 * \frac{(t_{Rx} - t_{Rn})}{(t_{RN} - t_{Rn})}$$

**Donde**

**Ik** = Índice de kóvats

**n** = Número de átomos de carbono en el *n*-alcano

**tRx** = Tiempo de retención del compuesto estudiado, que eluye en el centro de los *n*-alcanos.

**tRn** = Tiempo de retención del *n*-alcano, que eluye antes del compuesto estudiado.

**tRN** = Tiempo de retención del *n*-alcano, que eluye después del compuesto estudiado

CLASIFICACIÓN DETALLADA Y FOTOGRAFÍAS DE CADA UNO DE LAS ESPECIES

CÓDIGO DE COLECTA: 001-M

NOMBRE CIENTÍFICO

*Ruta graveolens*



**SINÓNIMOS:** *Ruta hortensis*, *Ruta divaricata*

**NOMBRE VULGAR:** Ruda

**FAMILIA:** Rutaceae

**GÉNERO:** Ruta

**ORDEN:** Sapindales

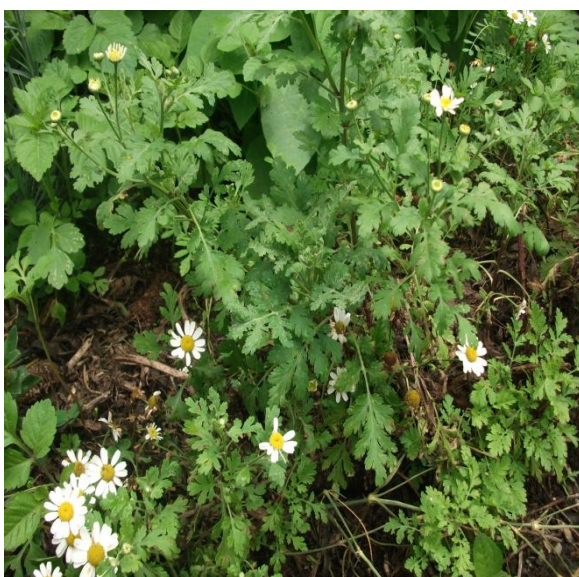
**CLASE:** Equisetopsida

**LUGAR DE COLECTA:** 2663 m.s.n.m, S 03° 42.148', W 79° 16.016'. Parroquia San Lucas, barrio Pichig.

CÓDIGO DE COLECTA: 002-M

NOMBRE CIENTÍFICO

*Tanacetum parthenium*



**NOMBRE VULGAR:** Santa María

**FAMILIA:** Asteraceae

**GÉNERO:** Tanacetum

**ORDEN:** Asterales

**CLASE:** Equisetopsida

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia San Lucas, barrio Pichig. 2663 m.s.n.m, S 03° 42.148', W 79° 16.016'.



**CÓDIGO DE COLECTA: 003-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Eucalyptus globulus*



**SINÓNIMOS:** *Eucalyptus gigantea*

**NOMBRE VULGAR:** Eucalypto

**FAMILIA:** Myrtaceae

**ORDEN:** Myrtales

**CLASE:** Equisetopsida

**LUGAR DE COLECTA:**

Parroquia San Lucas, barrio

Pichig. 2663 m.s.n.m, S 03°

42.148', W 79° 16.016'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 004-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Apium graveolens*



**NOMBRE VULGAR:** Apio

**FAMILIA:** Apiaceae

**ORDEN:** Apiales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** Apium

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia

San Lucas, barrio Pichig. 2663

m.s.n.m, S 03° 42.148', W 79°

16.016'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 005-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Lycopersicon hirsutum*



**NOMBRE VULGAR:** Ushco  
sacha

**FAMILIA:** Solanaceae

**ORDEN:** Solanales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** Lycopersicon

**LUGAR DE COLECTA:**

Parroquia San Lucas, barrio  
Moraspamba. 2506 m.s.n.m, S  
03° 43.610', W 79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 006-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Ambrosia arborescens*



**NOMBRE VULGAR:** Marcos

**FAMILIA:** Asteraceae

**ORDEN:** Asterales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** Ambrosia

**LUGAR DE COLECTA:**

Parroquia San Lucas, barrio  
Moraspamba. 2506 m.s.n.m, S  
03° 43.610', W 79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 007-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Laurus nobilis*



**NOMBRE VULGAR:** Laurel

**FAMILIA:** Lauraceae

**ORDEN:** Laurales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Laurus*

**LUGAR DE COLECTA:**

Parroquia San Lucas, barrio Moraspamba. 2506 m.s.n.m, S 03° 43.610', W 79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 008-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Baccharis obtusifolia*



**SINÓNIMOS:** *Baccharis caespitosa*

**NOMBRE VULGAR:** Shadan

**FAMILIA:** Asteraceae

**ORDEN:** Asterales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Baccharis*

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia

San Lucas, barrio Ramos. 2699 m.s.n.m, S 03° 42.390', W 79° 16.212'.



**CÓDIGO DE COLECTA: 009-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Citrus sinensis*



**SINÓNIMOS:** *Citrus aurantium*

**NOMBRE VULGAR:** Hoja de naranja

**FAMILIA:** Rutaceae

**ORDEN:** Sapindales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Citrus*

**LUGAR DE COLECTA:**

Parroquia San Lucas, barrio Moraspamba. 2506 m.s.n.m, S 03° 43.610', W 79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 0010-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Tagetes erecta*



**NOMBRE VULGAR:** Quillo rosas

**FAMILIA:** Asteraceae

**ORDEN:** Asterales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** Tagetes

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia

San Lucas, barrio Moraspamba.

2506 m.s.n.m, S 03° 43.610', W

79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 0011-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Foeniculum vulgare*



**SINÓNIMOS:** *Anethum foeniculum*

**NOMBRE VULGAR:** Hinojo

**FAMILIA:** Apiaceae

**ORDEN:** Apiales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Foeniculum*

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia San Lucas, barrio Moraspamba. 2506 m.s.n.m, S 03° 43.610', W 79° 15.980'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 0012-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Minthostachys mollis*



**NOMBRE VULGAR:** Puleo grande

**FAMILIA:** Lamiaceae

**ORDEN:** Lamiales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Minthostachys*

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia San Lucas, barrio Ramos. 2699 m.s.n.m, S 03° 42.390', W 79° 16.212'.

**CÓDIGO DE COLECTA: 0013-M**

**NOMBRE CIENTÍFICO**

*Tagetes terniflora*



**NOMBRE VULGAR:** Chillchi

**FAMILIA:** Asteraceae

**ORDEN:** Asterales

**CLASE:** Equisetopsida

**GENERO:** *Tagetes*

**LUGAR DE COLECTA:** Parroquia  
San Lucas, barrio Píchig, sector  
Acacana 2775 m.s.n.m, S 03°  
42.289', W 79° 16.352'.