



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y

QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD: PROYECTO INVESTIGATIVO

## TEMA:

“EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS MENTA (*Mentha Piperita L.*), PALO SANTO (*Bursera Graveolens*), HIERBA LUISA (*Cimbopongon Citratus*) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN”

## AUTORES:

Del Valle Solórzano Héctor Santiago

Zambrano Delgado José Gonzalo

**TUTOR:** Ing. Ulbio Alcívar Cedeño, Mg. Sc.

Portoviejo – Manabí - Ecuador

2015

## **DEDICATORIA**

El siguiente trabajo de titulación se lo dedico a:

- A DIOS, por mantenerme con vida, además de darme: energía, paciencia y sabiduría necesaria para realizar este trabajo.
- A mis padres, por brindarme su apoyo y por tener una eterna paciencia a lo largo de este extenso periodo de estudios.
- A mi novia, la Srta. Rosa Macías, por estar conmigo todo este tiempo siendo un apoyo incondicional y por hacer que mantenga viva la esperanza de tener un futuro promisorio.
- Al Sr. Gonzalo Zambrano, quien supo cumplir sus papeles de compañero de tesis de la mejor manera, mostrando responsabilidad y lealtad en todo momento.
- A todos mis grandes amigos que he encontrado en el transcurso de todo este tiempo.

**HÉCTOR DEL VALLE**

## DEDICATORIA

A **DIOS**, nuestro padre celestial ya que sin él no somos nada en la vida, y por permitirme culminar una etapa más de mi vida y guiarme por el camino del bien.

A mis padres **Pedro y Tania**, que con su amor, sacrificio y apoyo supieron sacarme adelante y forjarme como una buena persona. En especial a mi padre **Pedro**, que por motivos y circunstancias muy tristes de la vida, no lo tengo a mi lado para poder compartir la dicha más grande de todo ser humano de llegar a ser un profesional, pero que siempre lo llevo presente en mi mente y mi corazón.

A mi **familia**, que me supieron apoyar dándome su cariño y ayudándome de una u otra forma

A mí .esposa **Yarixa**, que es un pilar fundamental en mi vida que está conmigo en las buenas y en las malas.

A mi hija **Yarines**, que con su amor me da fuerza para seguir adelante siendo ella el motor de mi vida.

A mi compañero de tesis **Héctor**, que por ser una persona responsable logramos culminar este trabajo investigativo con éxito para ser unos profesionales.

**GONZALO ZAMBRANO**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro infinito agradecimiento a la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, que nos dio la oportunidad de cumplir nuestras metas y objetivos de realizarnos como profesionales y de manera especial a las Carreras de Ingeniería Química.

A los catedráticos por sus sabias enseñanzas que nos impartieron cada día a todos ellos muchas gracias que por siempre perduraran sus recuerdos en nuestros corazones.

Un agradecimiento muy especial a nuestro Tutor: Ing. Ulbio Alcívar por guiarnos y apoyarnos con su valiosa experiencia en la elaboración de este trabajo.

A nuestros compañeros, amigos que siempre nos brindaron su apoyo cuando realmente lo necesitamos.

Gracias a todos ellos por su aporte afectivo, por brindarnos sus conocimientos y sabiduría y por forjar en nosotros personas útiles a la sociedad.

Mil gracias a nuestra alma mater.

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ingeniero Ulbio Alcívar Cedeño, catedrático de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, para los fines legales

## CERTIFICO

Que el trabajo de titulación “EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS MENTA (MENTHA PIPERITA L.), PALO SANTO (BURSERA GRAVEOLENS), HIERBA LUISA (CIMBOPOGON CITRATUS) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN” fue desarrollada bajo mi tutoría y control por los señores DEL VALLE SOLÓRZANO HÉCTOR SANTIAGO Y ZAMBRANO DELGADO JOSÉ GONZALO, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Químico**, cumpliendo con todos los requisitos del nuevo Reglamento para el trabajo de Titulación que exige la Universidad, alcanzado mediante el esfuerzo, dedicación y perseverancia demostrado por los autores de este trabajo.



**Ing. Ulbio Alcívar Cedeño, Mg. Sc.**  
**TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TEMA:**

**“EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS  
MENTA (MENTHA PIPERITA L.), PALO SANTO (BURSERA  
GRAVEOLENS), HIERBA LUISA (CIMBOPONGON CITRATUS) DE LA  
PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN”**

## **TRABAJO DE TITULACION**

Sometido a consideración de la Comisión de Revisión y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

## **INGENIERO QUÍMICO**

**APROBADA POR EL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR**

Los Autores, DEL VALLE SOLÓRZANO HÉCTOR SANTIAGO Y ZAMBRANO DELGADO JOSÉ GONZALO, egresados de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí

DECLARAMOS QUE:

Las ideas expuestas en el presente trabajo titulado: **“EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS MENTA (MENTHA PIPERITA L.), PALO SANTO (BURSERA GRAVEOLENS), HIERBA LUISA (CIMBOPOGON CITRATUS) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN”**, son absoluta responsabilidad de los autores.

**HÉCTOR DEL VALLE**  
AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**GONZALO ZAMBRANO**  
AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE TITULACIÓN.....	VI
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN .....	XVI
SUMMARY .....	XVII
2. TEMA .....	18
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO	21
4.1. ANTECEDENTES .....	21
4.2. JUSTIFICACIÓN .....	22
4.3. HISTORIA DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	23
4.4. DEFINICIÓN DE ACEITES ESENCIALES .....	25
4.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN ACEITE ESENCIAL.....	30
4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPUESTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES .....	33
4.6.1. Hidrocarburos Monoterpénicos.....	33
4.6.2. Alcoholes .....	33
4.6.3. Aldehídos .....	34
4.6.4. Fenoles.....	35
4.6.5. Éteres Fenólicos.....	35
4.6.6. Cetonas.....	36
4.6.7. Éteres.....	36
4.6.8. Ésteres .....	37
4.7. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES .....	37

<b>4.8. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>39</b>
4.8.1. Consistencia.....	39
4.8.2. Origen. ....	40
4.8.3. Naturaleza Química .....	40
<b>4.9. DISTRIBUCIÓN Y ESTADO NATURAL .....</b>	<b>41</b>
<b>4.10. UTILIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES.....</b>	<b>42</b>
<b>4.11. TOXICIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>42</b>
<b>4.12. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>43</b>
4.12.1. Extracción por arrastre con vapor .....	43
4.12.2. Extracción con agua.....	44
4.12.3. Extracción con agua y vapor.....	45
4.12.4. Extracción directa con vapor .....	46
4.12.5. Maceración .....	47
4.12.6. Extracción con solventes.....	47
4.12.7. Expresión .....	48
4.12.8. Hidrodestilación .....	48
<b>4.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>4.14. PLANTAS AUTÓCTONAS DE MANABÍ.....</b>	<b>53</b>
4.14.1. Mentha piperita l.....	53
4.14.2. Bursera Graveolens .....	57
4.14.3. Cymbopogon Citratus .....	60
<b>4.15. CARACTERIZACION DE LOS ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>62</b>
4.15.1. Calidad de los aceites esenciales .....	62
4.15.2. Métodos de reconocimiento y análisis de aceites esenciales .....	64
<b>4.16. DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS .....</b>	<b>70</b>
<b>4.17. RENTABILIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR.....</b>	<b>70</b>
<b>4.18. ANÁLISIS DEL MERCADO DE ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR.....</b>	<b>72</b>
<b>4.19. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LOS ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR .....</b>	<b>74</b>
<b>5. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO .....</b>	<b>77</b>
<b>6. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>78</b>
<b>6.1. HIPÓTESIS .....</b>	<b>78</b>
<b>6.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>78</b>
6.2.1. Variable dependiente .....	78
6.2.2. Variable independiente.....	78
<b>6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>79</b>

<b>7.</b>	<b>DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>81</b>
<b>7.1.</b>	<b>CAMPO DE ACCIÓN.....</b>	<b><u>81</u></b>
<b>7.2.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>81</b>
<b>7.3.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>81</b>
<b>7.4.</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>82</b>
<b>7.5.</b>	<b>TÉCNICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>7.6.</b>	<b>MÉTODOS .....</b>	<b>83</b>
<b>8.</b>	<b>DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....</b>	<b>84</b>
<b>8.1.</b>	<b>OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>84</b>
<b>8.1.1</b>	<b>Recolección del material.....</b>	<b>84</b>
<b>8.1.2</b>	<b>Pretratamiento de la materia prima.....</b>	<b>84</b>
<b>8.2.</b>	<b>EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL .....</b>	<b>85</b>
<b>8.3.</b>	<b>TOMA DE DATOS.....</b>	<b><u>86</u></b>
<b>8.4.</b>	<b>SEPARADO Y ENVASADO DEL PRODUCTO.....</b>	<b><u>86</u></b>
<b>9.</b>	<b>RECOLECCIÓN DE LOS DATOS .....</b>	<b>87</b>
<b>9.1.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS AUTÓCTONAS CON MAYOR CANTIDAD DE ACEITES ESENCIALES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, MEDIANTE INFORMACIÓN SECUNDARIA .....</b>	<b>87</b>
<b>9.2.</b>	<b>EXTRACCIÓN MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS (ARRASTRE DE VAPOR Y POR SOLVENTES) LOS ACEITES ESENCIALES CONTENIDOS EN LAS ESPECIES DE PLANTAS ESTUDIADAS .....</b>	<b>87</b>
<b>10.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS DATOS .....</b>	<b>98</b>
<b>10.1.</b>	<b>COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL CON LOS REPORTADOS EN LA LITERATURA.....</b>	<b>98</b>
<b>10.2.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO NECESARIOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES .....</b>	<b>105</b>
<b>11.</b>	<b>ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>106</b>
<b>11.1.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
<b>11.2.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>11.3.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>12.</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>109</b>
<b>13.</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>110</b>
<b>14.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>
<b>15.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> CLASIFICACIÓN DE LOS TERPENOIDES ATENDIENDO AL NÚMERO DE ÁTOMOS DE CARBONO QUE FORMAN SU MOLÉCULA: .....	31
<b>TABLA 2:</b> PROPIEDADES DE ALGUNOS COMPUESTOS DE ACUERDO A SU GRUPO FUNCIONAL .....	38
<b>TABLA 3:</b> PRINCIPALES APLICACIONES QUE SE LES DA GENERALMENTE A LOS ACEITES ESENCIALES .....	42
<b>TABLA 4:</b> PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	50
<b>TABLA 8:</b> PRINCIPALES RENDIMIENTOS PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS DE MANABÍ.....	87
<b>TABLA 5:</b> RESULTADOS OBTENIDOS EN EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR .....	90
<b>TABLA 6:</b> RESULTADOS OBTENIDOS EN EXTRACCIÓN POR SOLVENTE.....	91
<b>TABLA 7:</b> DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE PALO SANTO.....	92
<b>TABLA 8:</b> DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBA LUISA .....	94
<b>TABLA 9:</b> DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBA LUISA .....	96
<b>TABLA 10:</b> RELACIÓN DE LAS CANTIDADES DE RESIDUOS Y AE OBTENIDOS POR CANTIDAD DE MUESTRA PROCESADA.....	99
<b>TABLA 11:</b> RELACIÓN DE CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PROCESADA Y ACEITE ESENCIAL OBTENIDO.....	100
<b>TABLA 12:</b> RESULTADOS DE RELACIÓN ACEITE/100 G MUESTRA – RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUO – RELACIÓN RESIDUO/ACEITE OBTENIDO.....	101

<b>TABLA 13:</b> RESULTADOS DE RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUOS - RELACIÓN RESIDUO/ACEITE.....	102
<b>TABLA 14:</b> RESULTADOS DE RELACIÓN ACEITE OBT/100 G MUESTRA – RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUO – RELACIÓN RESIDUO/ACEITE – CONSUMO DE AGUA POR MUESTRA .....	103
<b>TABLA 15:</b> DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS .....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> <i>ESTRUCTURA DEL LIMONENO</i> .....	33
<b>FIGURA 2:</b> <i>ESTRUCTURA DEL PINENO</i> .....	30
<b>FIGURA 3:</b> <i>ESTRUCTURA DEL LINALOL</i> .....	34
<b>FIGURA 4:</b> <i>ESTRUCTURA DEL MENTOL</i> .....	31
<b>FIGURA 5:</b> <i>ESTRUCTURA DEL GERANIOL</i> .....	34
<b>FIGURA 6:</b> <i>ESTRUCTURA DEL CITRAL</i> .....	32
<b>FIGURA 7:</b> <i>ESTRUCTURA DEL TIMOL</i> .....	35
<b>FIGURA 8:</b> <i>ESTRUCTURA DEL CARVACROL</i> .....	32
<b>FIGURA 9:</b> <i>ESTRUCTURA DEL APIOL</i> .....	35
<b>FIGURA 10:</b> <i>ESTRUCTURA DEL SAFROL</i> .....	33
<b>FIGURA 11:</b> <i>ESTRUCTURA DE LA CARVONA</i> .....	36
<b>FIGURA 12:</b> <i>ESTRUCTURA DE LA TUYONA</i> .....	33
<b>FIGURA 13:</b> <i>ESTRUCTURA DEL BISABOLOL</i> .....	37
<b>FIGURA 14:</b> <i>ESTRUCTURA DEL EUCALIPTOL</i> .....	34
<b>FIGURA 15:</b> <i>ESTRUCTURA DEL ACETATO DE LINALILO</i> .....	37
<b>FIGURA 16:</b> <i>ESQUEMA DE DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR</i> .....	44
<b>FIGURA 17:</b> <i>ALAMBIQUE UTILIZADO PARA EXTRACCIÓN CON AGUA</i> .....	45
<b>FIGURA 18:</b> <i>ESQUEMA DE LA EXTRACCIÓN CON AGUA Y VAPOR</i> .....	45
<b>FIGURA 19:</b> <i>ESQUEMA DE LA EXTRACCIÓN DIRECTA CON VAPOR</i> .....	46
<b>FIGURA 20:</b> <i>MACERACIÓN DE MATERIAL VEGETAL</i> .....	47
<b>FIGURA 21:</b> <i>ESQUEMA DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES</i> .....	48
<b>FIGURA 22:</b> <i>EQUIPO DE EXTRACCIÓN POR PENSADO O EXPRESIÓN</i> .....	48
<b>FIGURA 23:</b> <i>DIAGRAMA GENERAL DE UN SISTEMA DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL</i> .....	49
<b>FIGURA 24:</b> <i>MENTA PIPERITA L</i> .....	56
<b>FIGURA 25:</b> <i>BURSERIA GRAVEOLENS</i> .....	59
<b>FIGURA 26:</b> <i>CYMBOPOGON CITRATUS</i> .....	61
<b>FIGURA 27:</b> <i>MONTAJE DE LABORATORIO PARA RECTIFICACIÓN</i> .....	67
<b>FIGURA 28:</b> <i>IMPORTACIONES DE ECUADOR DE ACEITES ESENCIALES</i> .....	73
<b>FIGURA 29:</b> <i>EXPORTACIONES DE ECUADOR DE ACEITES ESENCIALES</i> .....	74

<b>FIGURA 30:</b> COMPARACIÓN DE PRECIOS DE ACEITES ESENCIALES SEGÚN SU CALIDAD EN ECUADOR .....	75
<b>FIGURA 31:</b> PRECIOS DE ALGUNOS ACEITES ESENCIALES DE 2 EMPRESAS EN ECUADOR .....	75
<b>FIGURA 32:</b> DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION .....	82
<b>FIGURA 1:</b> CARBONIZACIÓN DE LA MUESTRA EN EXTRACCIÓN CON SOLVENTES....	91
<b>FIGURA 34:</b> EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE PALO SANTO .....	93
<b>FIGURA 35:</b> EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR PARA HIERBA LUISA.....	97
<b>FIGURA 36:</b> EXTRACCION POR ARRASTRE DE VAPOR PARA MENTA.....	97

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1:</b> CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO POR MUESTRA PROCESADA.....	101
<b>GRÁFICO 2:</b> CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDAS VS MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	102
<b>GRÁFICO 3:</b> CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO POR MUESTRA PROCESADA.....	103
<b>GRÁFICO 4:</b> CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDAS VS MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	104
<b>GRÁFICO 5:</b> RELACIÓN CONSUMO DE AGUA POR ACEITE ESENCIAL OBTENIDO.....	106

## **RESUMEN**

Teniendo en cuenta que la provincia de Manabí es una tierra privilegiada debido a su ubicación geográfica y a su clima lo que hace que muchos tipos de plantas proliferen fácilmente; y por las costumbres de sus habitantes de poseer en sus pequeñas huertas o en sus patios el cultivo de plantas aromáticas, medicinales, ornamentales, frutales, etc.

La investigación se realizó con el fin de saber el potencial que tienen algunas plantas (palo santo, hierba luisa, menta) al momento de extraer sus aceites esenciales y se conoció el rendimiento que tienen dichas plantas.

La producción de aceites esenciales se usa en las diferentes industrias y de esta manera sustituir los productos de síntesis, los cuales suelen ser muy peligrosos. Además, los aceites esenciales son productos más eficientes y accesibles con las legislaciones ambientales a nivel internacional

En la consecución de los objetivos planteados, la extracción de aceites esenciales constituye un medio óptimo para el desarrollo de las diferentes industrias, de ahí la importancia de esta investigación para contribuir al aprovechamiento de las materias primas la cual es proveída de forma natural de la tierra y así evitar que se sigan importando de otros países y por ende ayudar al desarrollo de la provincia de Manabí.

## **SUMMARY**

Given that the province of Manabi is a privileged land due to its geographic location and its climate which makes many kinds of plants proliferate easily; and customs of the inhabitants have in their small gardens in their yards or cultivation of aromatic, medicinal and ornamental plants, fruit, etc.

The research was conducted in order to know the potential of some plants (rosewood, lemon verbena, mint) when extracting essential oils and performance have met such plants.

The production of essential oils are used in different industries and thus substituting synthetic products, which are often very dangerous. In addition, essential oils are more efficient and accessible products with environmental legislation at international level

In pursuing raised above objectives, the extraction of essential oils is an optimal environment for the development of different industries, hence the importance of this research to contribute to the use of raw materials which is provided naturally from the land and thus prevent further importing from other countries and thus help the development of the province of Manabi.

## **1. TEMA**

“EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS MENTA (*MENTHA PIPERITA* L.), PALO SANTO (*BURSERA GRAVEOLENS*), HIERBA LUISA (*CIMBOPONGON CITRATUS*) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN”.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Ecuador y la provincia de Manabí, poseen las condiciones adecuadas para la formación de hábitats de diferentes especies animales y vegetales, esto como consecuencia de la localización geográfica en la que se encuentran.

Según estudios, existe la posibilidad de que Ecuador posea la mayor diversidad vegetal y animal del mundo, la cual se ve reflejada en una extensa gama de organismos que se encuentran en un área que representa apenas el 2% de la superficie total del planeta. (*León M y Robles J, 2009*)

Dicha diversidad vegetal constituye el recurso más importante del país ya que cubre un 38% del territorio nacional. (*León M y Robles J, 2009*)

A pesar de todas las ventajas que brindan estos recursos vegetales, estos no son totalmente aprovechados en el desarrollo de actividades que promuevan un desarrollo económico sustentable, debido a que no se han planteado proyectos productivos rentables. Uno de los procesos que se puede dar como alternativa, es la extracción de aceites esenciales, el cual es un proceso que aprovecha las propiedades de la planta para obtener un producto el cual es muy bien valorado en el mercado local e internacional.

Para realizar el proceso de extracción de aceites esenciales se toma en cuenta los rendimientos de las plantas para la extracción, donde podemos resaltar los rendimientos de plantas autóctonas de la provincia como la albahaca, ruda, orégano, que tienen rendimientos que fluctúan entre el 0.03 y 0.5 %. Además podemos encontrar plantas que tienen mayores rendimientos como hierba luisa, menta y palo santo que fluctúan entre 0.01 al 10 %.

Muchas industrias se ven obligadas a importar estos productos, debido a que en el Ecuador no se producen este tipo de aceites. Un ejemplo claro de esto es que las empresas de confitería utilizan aceite esencial de menta refinado, y a su vez las empresas farmacéuticas utilizan mentol puro que se obtiene del fraccionamiento del aceite esencial de menta. De esta manera se puede confirmar que estos dos productos provienen de materias primas que pueden ser producidas en el país, y por tanto también procesadas.

Los cítricos, plantas aromáticas, plantas medicinales son parte de toda esa variedad vegetal a la que no se da un uso adecuado, y que por los componentes que las conforman son la materia prima ideal para la obtención de aceites esenciales y demás sustancias derivados de estos.

En vista de lo anterior expuesto, se pone a consideración un estudio sobre la obtención de aceites esenciales a partir de plantas autóctonas de la provincia de Manabí, además de la implementación de equipos de laboratorio que sean necesarios para la extracción de los mismos y de esta manera aportar al desarrollo económico de la provincia y del país, aprovechando recursos que no son explotados en su totalidad.

## **2.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Tienen las plantas autóctonas de Manabí un rendimiento considerable para la extracción de aceites esenciales con potenciales de industrialización?

## **2.3.DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Este trabajo de investigación se desarrollará en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí. En el cual se abarcará el análisis de varios tipos de procedimientos de extracción de aceites esenciales para las especies en estudio, identificando sus características más relevantes, el rendimiento bajo procedimientos estándares definidos en la literatura. Una vez aprobado, el presente proyecto se realizará durante el período de Marzo del 2015 a Septiembre del 2015.

### **3. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

El uso de plantas medicinales para la suplantación de las necesidades médicas y de la salud, es una práctica que se realiza desde la antigüedad hasta el día de hoy y probablemente se seguirá utilizando conforme avance el tiempo. Este hecho es muy repetitivo en países que se encuentran en vías de desarrollo, como lo es el caso de Ecuador.

El Ecuador cuenta con miles de plantas medicinales, las cuales fueron utilizadas por nuestros aborígenes con fines médicos. Con el pasar de los siglos, estas han sido empleadas en forma empírica, lo cual abre las puertas para realizar distintas investigaciones para descubrir posibles principios activos que justifiquen sus usos terapéuticos.

A nivel mundial, España es uno de los pioneros en realizar investigaciones agroalimentarias, en las cuales desarrollan cultivos experimentales de plantas aromáticas y medicinales las cuales son aprovechadas para la producción de materias primas transformadas de alta calidad, para su utilización en industrias farmacéuticas, química, veterinaria, etcétera.

Estos innovadores proyectos, se basan en la producción de aceites esenciales para su uso en las diferentes industrias y de esta manera sustituir los productos de síntesis, los cuales suelen ser muy peligrosos. Además, los aceites esenciales son productos más eficientes y accesibles con las legislaciones ambientales a nivel internacional.

Al realizar un análisis del contexto mundial en lo que se refiere a producción de aceites esenciales, se puede observar que a lo largo de los últimos años se ha mantenido una tendencia, siendo EEUU el mayor productor y exportador de esta materia prima, pero no existe una fuente oficial sobre la producción total de aceites esenciales, solamente hay estadísticas de la producción de los aceites esenciales de menta piperita y de hierbabuena. A la producción de ambos aceites se la puede considerar como una variable de aproximación de la producción total, puesto que la extracción de otros tipos de aceites esenciales es considerablemente marginal; esta producción de aproxima a 4 Tm/año. (*Proecuador* 2011)

A nivel de Latinoamérica, el país con mayor producción y mayor exportador es Brasil con 78.518 Ton, (Martínez 2011) debido a su extensa selva amazónica donde se pueden encontrar infinidad de especies vegetales autóctonas, lo que facilita la obtención de aceites esenciales.

En Ecuador, se han realizado diferentes tipos de investigaciones sobre aceites esenciales, donde se trata de sacar provecho a la ubicación geográfica del país, para la obtención de este producto, el cual es utilizado en su mayoría en elaboración de medicinas caseras, industria farmacéutica, en la industria alimenticia y en la industria cosmética.

Manabí es una provincia privilegiada gracias a su ubicación geográfica tiene un clima óptimo para la proliferación de muchas especies vegetales.

A pesar de esto, no se ha realizado un número significativo de investigaciones en lo que se refiere a producción de aceites esenciales, siendo más bien uno de los principales proveedores de materia prima para proyectos de obtención de aceites como naranja, palo santo, hierba luisa, realizados en otros lugares del país.

En la provincia de Manabí, lo que se puede remarcar es la utilización de plantas aromáticas y medicinales como la menta, la cual se obtiene en toda la provincia y se la ingiere de forma empírica como agua aromática para tratar dolores gracias a sus propiedades medicinales, pero lo que muchas personas no saben es acerca de su compuesto principal que es el mentol, muy utilizado en las industrias ya que estas utilizan aceites refinados o sus derivados.

### **3.2.JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto pretende realizar un estudio completo para que exista un conocimiento teórico y experimental óptimo acerca de la extracción de aceites esenciales de plantas autóctonas de Manabí, para de esta manera lograr sacar provecho de la variedad vegetal con la que cuenta la provincia e intervenir en el desarrollo de la actividad industrial, además de determinar el mejor método de extracción para la implementación de equipos que sirvan para realizar dicha operación.

Este trabajo servirá de base a futuras investigaciones sobre este tema, debido a que no se ha desarrollado con mucha relevancia en la provincia y es necesario poder comprender el grado de importancia y la utilización de aceites esenciales como materia

prima en diferentes tipos de industrias, además de que es un producto que se puede exportar.

Para la realización de este trabajo la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Técnica de Manabí cuenta con un laboratorio adecuado y con docentes altamente capacitados, los cuales serán de gran ayuda para la realización de la presente investigación.

### **3.3.HISTORIA DE LOS ACEITES ESENCIALES**

Los aceites esenciales, resinas, extractos y especias son conocidos y utilizados desde la antigüedad en gran número de aplicaciones: perfumes, ambientadores, cosméticos, medicinas. Existen referencias en manuscritos egipcios, chinos y hay alrededor de 200 citas en la Biblia relacionadas con estas sustancias. *(Ortuño F, 2006)*

Es imposible sugerir la fecha en que se emplearon plantas por primera vez como medicina. Las virtudes curativas de las plantas deben haber sido descubiertas gradualmente, en el curso de los milenios. Cuando el hombre aprendió a encender fuego, tuvo que haber quemado a veces plantas aromáticas y descubierto que eran buenas para ingerirlas con la comida cocinada y que otras tenían un olor agradable. Al no existir en Europa arboles de gomas aromáticas, nuestros ancestros emplearon probablemente el romero y el tomillo como incienso.

Quemando plantas aromáticas debieron de haber descubierto otras propiedades de ellas; a veces “les haría bien” respirar el humo, otras veces los haría sentirse amodorrados o estimulados. Se procedió también a utilizar aquellas plantas para otros fines: tal vez se quemaban como ofrenda al Sol o a la Madre tierra, o al nacer un niño o al morir un enemigo. Al notar los efectos de las infusiones y las cocciones en el organismo, y los efectos del “humo de hierbas” en la mente, el hombre primitivo les atribuyó naturalmente algún poder.

Entonces, adquirieron un significado real como ofrendas y estuvieron asociadas con las formas más antiguas de lo ritual y lo mágico. Aun hoy en día, en algunas partes del mundo, las hierbas solo se recogen cuando la Luna y las estrellas están en determinada posición, y se recita una salmodia especial cuando se recolecta la planta, siendo precisa en algunos casos una salmodia diferente para cada clase de hierba. *(Roberth, 1994)*

Los antepasados no le daban el nombre de aceites esenciales a las plantas que utilizaban para medicina, ornamentación, etc., ellos solamente los conocían por sus propiedades curativas.

Se ha encontrado vasijas con ungüento, cremas y perfumes en las tumbas de los antiguos egipcios, en especial, en los pertenecientes a las familias reales.

A los romanos se les atribuye este descubrimiento. Los griegos también utilizaron las plantas aromáticas. Con el transcurso del tiempo, los aceites esenciales se perfeccionaron en su proceso de extracción y combinación, particularmente durante la Edad Media.

El químico René-gattefossé y el Dr. Jean Valnet ambos franceses, denominan aromaterapia a la terapéutica a base de aceites esenciales. *(Hernández, 2005)*

El término “Aceite Esencial” fue utilizado por primera vez en siglo XVI por Paracelso (famoso médico y farmacéutico) quien utilizó aceites esenciales como medicamentos y los considero como la “quintaesencia”, o elemento inmaterial presente en todo ser, propuesta por Aristóteles 2000 años antes y que junto a la tierra, el aire, el fuego y el agua constituyen los elementos fundamentales que conforman todo ser vivo o inanimado, según la teoría aristotélica. *(Ortuño F, 2006)*

Entre los siglos XVI y XVII se prepararon por primera vez en las farmacias de todo el mundo la mayor parte de los aceites esenciales que se dispone en la actualidad.

Con la llegada de la medicina moderna, la utilización de vacunas y antibióticos sustituyó a los antiguos remedios basados en aceites esenciales, aunque desde el siglo XIX su demanda creció hasta hacer necesaria la industrialización de la producción debido a su empleo masivo en perfumes y sabores para alimentación. *(Ortuño F, 2006)*.

Sobre el 1850 el fuerte impulso de la química orgánica sintética y el análisis de componentes de algunos aceites esenciales llevo a la producción de aceites aromáticos sintéticos que imitaban a los naturales de “wintergreen” vainilla o almendras amargas. *(Ortuño F, 2006)*

En la actualidad, los modernos métodos de análisis permiten una identificación exhaustiva de los componentes presentes en los aceites esenciales, particularmente los que lo están en cantidades traza, responsables del perfil aromático, sutileza y finura de los productos naturales, lo que abre nuevas posibilidades en la obtención de productos interesantes. Por otra parte, la utilización de aceites esenciales como sustancias medicinales es una aplicación que actualmente vive en un nuevo impulso, al quedar englobada dentro del gran auge que experimentan los productos naturales desde hace algunas décadas en los países más desarrollados.

Así, cada vez ven la luz un mayor número de características y propiedades de los aceites esenciales (*Ortuño F, 2006*).

### **3.4.DEFINICIÓN DE ACEITES ESENCIALES**

Son compuestos naturales, líquidos, volátiles y de agradable aroma, situados en cualquier parte del vegetal, extraídos de las plantas mediante procesos de arrastre con vapor o extracción por solvente.

Su estructura está formada por moléculas aromáticas y partículas energéticas. Son extremadamente volátiles, sensibles a los rayos del sol y a los cambios extremos de temperatura. Son livianos y no grasos, insolubles en agua y levemente solubles en vinagre. Se disuelven bien en alcohol y mezclan en forma excelente con ceras, grasas y aceites vegetales. (*Hernández 2005*).

#### **Aceite esencial, esencia, aroma, perfume**

Los aceites esenciales no son compuestos puros sino mezclas de multitud de sustancias (es fácil que un aceite esencial sea una mezcla de más de 100 sustancias químicas distintas) que se encuentran en distintas proporciones y que en conjunto proporcionan al aceite esencial sus características propias. Conviene indicar que los productos que detectamos con nuestro sentido del olfato forman parte de la esencia de la planta que se trate. (*Ortuño F, 2006*)

Entre los componentes de los aceites esenciales, una familia de hidrocarburos, los terpenos son a menudo mayoritarios, llegando a alcanzar elevadas concentraciones

del 75% al 90% del peso total en aceites esenciales como los de los cítricos (limón, naranja, lima, mandarina, bergamota y pomelo). (*Ortuño F, 2006*)

Paradójicamente, los terpenos o son inodoros o contribuyen en muy poco al aroma global y simplemente constituyen la (base) diluyente del aceite esencial, proporcionando a este su carácter volátil e inflamable y sus propiedades físicas más fácilmente mesurables (densidad, viscosidad...). Los responsables del aroma de los aceites esenciales suelen ser sustancias que se encuentran en menor proporción, aunque hay excepciones. Se trata de compuestos orgánicos con grupos funcionales del tipo: cetona, éster, alcohol, aldehído, éter... Cada una de estas sustancias, en su estado puro, presenta un aroma característico, que en ocasiones recuerda al de determinadas frutas o a olores peculiares, pero es el conjunto de todas ellas, cada una en su correcta proporción, el que determina el aroma y en definitiva las propiedades más valiosas de los aceites esenciales. Es fácil pensar que sustancias que se encuentran en tan pequeñas cantidades no puedan ser importante para el aceite esencial en su conjunto, pero la realidad es bien distinta y son estas sustancias traza las que conforman el perfil individual y la propia de cada aceite esencial. (*Ortuño F, 2006*)

Esta compleja composición de los aceites esenciales es la responsable de que sigan teniendo un alto precio, ya que es muy difícil su fabricación artificial. Piense que para poder copiar un aceite esencial, haciéndolo bien para que sea idéntico al natural, en primer lugar hay que realizar un análisis químico exhaustivo para determinar todos los componentes y sus concentraciones, labor que requiere una buena cantidad de trabajo, personal cualificado y medios técnicos sofisticados. Posteriormente y conseguido el primer paso (dependiendo del tiempo y medios empleados se conseguirá elucidar con mayor o menor éxito la composición real del aceite esencial) queda la no menos ardua tarea de localizar todos los componentes. Muchos son sustancias que se venden comercialmente y que se obtienen también de aceites esenciales o se sintetizan mediante reacciones de química orgánica, pero una parte de ellos no será fácil de conseguir, bien porque no sean productos comerciales, bien porque su precio sea incluso superior al del propio aceite esencial que se pretende imitar de forma artificial. En definitiva, hacer un aceite esencial de forma artificial no es imposible, pero desde luego es totalmente

inviabile para producirlo de forma comercial entre otras cosas porque saldría, en principio, más caro que el natural. Por estos motivos, las esencias artificiales que se ofrecen en el comercio no son más que un pálido reflejo de los aceites esenciales, ya que en su composición no contienen cientos de sustancias sino decenas a lo sumo y en proporciones no tan ajustadas como en los aceites esenciales, además suelen incorporar sustancias como disolventes o impurezas muy difíciles de eliminar y que alteran las cualidades de la composición. Este tipo de productos, habituales para aromatizar detergentes, jabones, ambientadores y perfumes baratos, presentan un aroma muy intenso, basto y a menudo poco agradable, que en poco recuerda a un aceite esencial. (Ortuño F, 2006)

Habitualmente suelen confundirse los distintos términos empleados de forma comercial, a veces con el propósito de no aclarar bien qué tipo de producto es el que se está ofreciendo. En general podemos hablar de:

- **Aceite esencial:** Sustancia obtenida de plantas aromáticas por diversos procedimientos. Se les puede encontrar en el comercio con las denominaciones: aceite esencial 100% puro, aceite esencial natural o simplemente aceite esencial. Podemos encontrar también la expresión <<esencia natural de...>>, aunque en mi opinión es más correcto e induce menos a error el termino aceite esencial. Es necesario tener en cuenta las distintas calidades que pueden presentarse en el mercado. (Ortuño F, 2006)
- **Aceite esencial modificado:** Es un aceite esencial al que se ha añadido (o eliminado) algún componente puntual para, por ejemplo, potenciar su aroma (si añadimos anetol al aceite esencial de anís o si se eliminan los terpenos de los aceites esenciales de cítricos <<aceites desterpenados>> para obtener un producto aromático mucho más concentrado y evitar la oxidación de los terpenos por oxígeno atmosférico). O aquel aceite al que se le mezcla un aceite esencial del mismo tipo de diluyente para su uso en una aplicación en la que se requiera un producto más diluido, o para intentar comercializarlo como un aceite esencial de forma fraudulenta. El problema de estos aceites es cuando no se especifica que no son 100% naturales o que han sido mezclados y se intentan

hacerlos pasar por aceites esenciales 100% naturales, constituyendo un fraude. (Ortuño F, 2006)

- **Esencias:** Bajo este calificativo es posible encontrar una amplia gama de productos de distintas calidad, difícil de comprobar en muchas ocasiones y en la mayoría de las veces no está clara su composición (para el consumidor que las adquiere) o su origen o los ingredientes empleados en su fabricación. Se fabrican a partir de un producto base al que se le añaden sustancias aromáticas, que pueden ser aceites esenciales o productos químicos sintéticos, y un amplio abanico de aditivos como conservantes, antioxidantes, colorantes... pueden imitar el aroma de aceite esenciales, de flores, o consiguen aromas y olores artificiales que no existen en la naturaleza. (Ortuño F, 2006)

Según esta clasificación, el orden de mayor a menor precio, atendiendo al valor real de estos productos, quedaría así: un aceite esencial es siempre más caro que un aceite esencial modificado del mismo tipo y este a su vez tiene más valor que una esencia artificial que intente imitar su aroma. (Ortuño F, 2006)

Evidentemente esto no siempre se cumple y existen aceites esenciales modificados como son los aceites esenciales desterpenados de cítricos cuyo precio supera con creces al del propio aceite esencial, debido a que estos productos se obtienen tras eliminar los terpenos del aceite esencial, que constituyen los componentes mayoritarios en los aceites de cítricos.

Por qué se hace esto deriva del hecho de que para determinadas aplicaciones, como en la obtención de sabores para alimentos, es mejor utilizar aceites esenciales sin terpenos ya que los terpenos no contribuyen significativamente el aroma global y son propensos a la oxidación, convirtiéndose en derivados oxidados que incorporan al producto un aroma a <<rancio>> diferente del original. También podemos encontrar aceites esenciales modificados obtenidos a partir de un aceite esencial al que se añade algún producto diluyente y en cambio se ofertan a un precio igual o superior al del aceite esencial. (Ortuño F, 2006)

En el comercio podemos encontrar los tres tipos de productos bajo gran cantidad de denominaciones: Cualquier sustancia denominada o vendida como <<aceite esencial>>, <<aceite esencial natural>>, <<aceite esencial 100% puro>>, >>aceite esencial 100% natural>> por un proveedor de confianza y con un precio adecuado para un aceite esencial constituye, con cierto margen de inseguridad, el producto obtenido del material vegetal de que se trate según el aceite. Además, pueden incorporar las denominaciones: <<biológico>>, <<ecológico>>, u <<orgánico>>, haciendo referencia a la forma de cultivo de la planta y a la no utilización de tratamientos fitosanitarios de tipo químico o al empleo de fertilizantes químicos, según los casos. Tenga en cuenta también que de muchos aceites esenciales existen varias calidades comerciales con precios distintos. Estas mismas sustancias vendidas en establecimientos no especializados o a precios extrañamente bajos no son, con toda seguridad, aceites esenciales auténticos. (*Ortuño F, 2006*)

Productos denominados <<aceite diluido con...>> o que indica que están mezclados con una base o diluyente o aquellos con precio demasiado económico para un aceite esencial, son en realidad aceites esenciales modificados, ya sean mezclas con otros aceites esenciales más económicos, con aceites vegetales como diluyente para diversos usos, con diluyentes químicos. (*Ortuño F, 2006*)

Productos con bajo precio para el tipo de aceite y la cantidad vendida o que se venden en establecimientos no especializados son, con toda seguridad, aceites esenciales modificados, aunque en sus etiquetas se indique <<esencia de rosa>> o incluso <<esencia natural>>.

Productos con denominados del tipo <<esencia>> <<esencia natural>>, <<aroma>>, <<aroma natural>>, <<sabor a...>>, <<saborizante>>, <<sabor>>, <<aroma o esencia para alimentación>>, están formulados con mezclas de aceites esenciales y/o sustancias químicas sintéticas a los que se añaden azúcares y aditivos como edulcorantes, antioxidantes, conservantes, estabilizantes, colorantes, fijadores, etc. (*Ortuño F, 2006*)

Bajo el término <<perfume>>, <<colonia>>, <<agua de colonia>>, <<esencia de perfumería>>, <<fragancia>> se encuentran productos que pueden calificarse como

esencias sintéticas y que están constituidos por aceites esenciales y/o sustancias químicas puras sintéticas o naturales en una base hidroalcohólica, de aceite vegetal, o sintética, a la que se añaden además fijadores del aroma y otros aditivos.

Es necesario remarcar que en principio ningún producto es mejor que otro y que depende de la utilización a la que se destina y de su relación calidad/precio, la elección del más apropiado, si bien siendo consciente en todo momento de que es lo que se adquiere. (*Ortuño F, 2006*)

### **3.5.COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN ACEITE ESENCIAL**

Un aceite esencial está constituido por centenares de sustancias distintas. Generalmente, aunque hay excepciones, los componentes mayoritarios son hidrocarburos terpénicos (sin aroma o con poca contribución al aroma global) y los minoritarios (pero no por ello menos importantes) son los responsables del aroma característico del aceite esencial y quedan englobados en distintas familias químicas.

- Hidrocarburos terpénicos: terpenos y terpenoides.
- Aldehídos: aldehído benzoico, aldehído cinámico, butanal, propanal
- Ácidos: acético, palmítico
- Alcoholes: linalol, geraniol, mentol.
- Fenoles: anetol, eugenol
- Esteres: acetato de linalilo, acetato de geranilo
- Cetonas: tuyona
- Otros: éteres derivados nitrogenados, sulfuros, tioéteres, tioésteres.

Considerando al aceite esencial como un producto de aroma característico y clasificando su composición sobre la base de esta propiedad, se puede afirmar que un aceite esencial es una mezcla de sustancias constituida fundamentalmente por una base integrada por hidrocarburos terpénicos. En menor concentración se encuentra un número no muy alto de sustancias químicas volátiles que son los responsables principales del aroma global del aceite esencial. Por último tenemos gran cantidad de sustancias a muy baja concentración que presentan la característica de <<redondear>> el aroma global. (*Ortuño F, 2006*)

Parte del grupo de sustancias responsables del redondeo o perfil aromático del aceite esencial pueden variar según las condiciones climáticas, origen geográfico, variedad de la planta, edad... estableciéndose diferencias apreciables entre aceites de distintos orígenes.

Otros componentes del aceite esencial no están relacionados con su aroma (ceras, ácidos...) pero si pueden tener su importancia para determinadas aplicaciones y pueden actuar como conservantes, antibióticos o fijadores del aroma en el aceite esencial. Aparte están aquellos componentes no intencionados que puede incluir un aceite esencial dependiendo del método de obtención utilizado o de las condiciones en que se encontraba la planta, de la utilización de insecticidas. (Ortuño F, 2006)

La composición concreta de un aceite esencial varía entre ciertos márgenes dependiendo de muchos factores que pueden ser más o menos importantes según el tipo concreto de aceite esencial y la aplicación a que se destine.

Unos de los componentes son los terpenos. Se trata de hidrocarburos que originalmente se encontraron en el aceite de trementina (terpentina) y que estaban compuestos fundamentalmente por alquenos, por esto se les dio el nombre de terpenos. Posteriormente se comprobó que no eran todos alquenos, ni siquiera hidrocarburos, sino que había aldehídos, cetonas, ésteres... Por lo que se designa a todos los derivados del terpeno, funcionalizados o no, como terpenoides. Todos los terpenos o terpenoides (a los que también se les denomina como isoprenoides) presentan la característica como de ser moléculas que se pueden formar uniendo a su vez varias moléculas de isopreno (2 metil 1,3 butadieno). Como el isopreno tiene 5 átomos de carbono, todos los terpenoides presentan en su molécula un número de carbonos múltiplo de 5 (a excepción de aquellos que pueden perder algún átomo de carbono por distintos procesos). Así el limoneno, un terpeno mayoritario en el aceite esencial de limón (con 10 átomos de carbono), tiene una estructura molecular que puede formarse mediante 2 moléculas de isopreno, se habla por tanto de un mono terpeno en cuanto a su clasificación. (Ortuño F, 2006)

**TABLA 1:** CLASIFICACIÓN DE LOS TERPENOIDES ATENDIENDO AL NÚMERO DE ÁTOMOS DE CARBONO QUE FORMAN SU MOLÉCULA:

Número de átomos de carbono	Denominación	Unidades de terpeno
10	Monoterpenoides	1

15	Sesquiterpenoides	1.5
20	Diterpenoides	2
25	Sesterpenoides	2.5
30	Triterpenoides	3
40	Tetraterpenoides	4
>40	Politerpenoides	>4

**Fuente:** FRANCISCO, O. S. (2006).

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Mientras que los monoterpenoides abundan en plantas tipo ranunculales, primulales y violales, los sesquiterpenoides son más importantes en rutales y magnoliales entre otras. Llegados a este punto conviene apuntar que un aceite esencial nada tiene que ver ni en composición ni en propiedades con un aceite vegetal como el de oliva o como los de semillas (girasol, pepita de una soja, maíz, germen de trigo, etc.), aunque compartan la palabra <<aceite>>.

Aceites esenciales ricos en hidrocarburos terpénicos, y por tanto con baja proporción de compuestos oxigenados, son los de limón, bergamota, romero, trementina, espliego, eucalipto y laurel. En cambio, presentan una alta proporción de derivados oxigenados los de anís, tomillo, comino, hinojo, menta, angélica, rosa y manzanilla entre otros. Son ricos en sustancias nitrogenadas los aceites de berro, capuchina, mastuerzo; y presentan componentes azufrados (tioéteres, sulfuros, tioésteres...) los aceites de ajo, cebolla, mostaza y asafétida. (*Ortuño F, 2006*)

### 3.6.DESCRIPCIÓN DE LOS COMPUESTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES

#### 3.6.1. Hidrocarburos Monoterpénicos

Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales, y precursores de los más complejos, que son los terpenos oxidados.

Se denominan terminando en - eno, por ejemplo el limoneno. Es el precursor de los principales componentes de la esencia de las mentas (*Mentha* spp., F. Lamiaceae), como carvona y mentol. El limoneno se encuentra también en cítricos y en el eneldo, *Anethum graveolens* (F. Apiaceae). También los compuestos  $\alpha$  y  $\beta$  - pineno se encuentran muy ampliamente distribuidos en la naturaleza, especialmente en la esencia de trementina, del género *Pinus* (F. Pinaceae).

FIGURA 2: ESTRUCTURA DEL LIMONENO

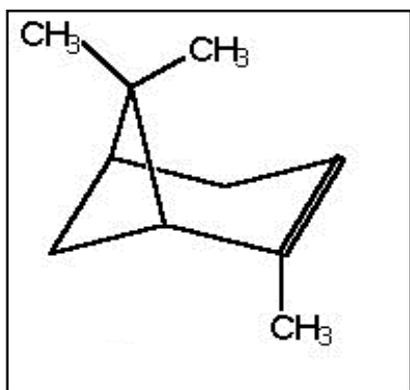
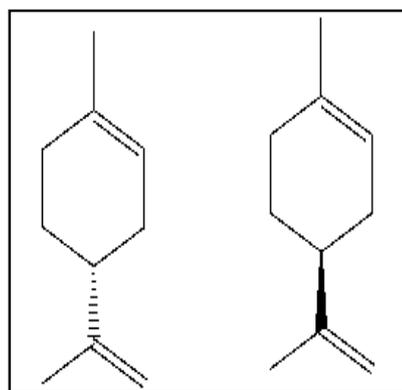


FIGURA 3: ESTRUCTURA DEL PINENO



Fuente: GERMAN, F. (2012)

Fuente: PALAU, D. G. (2014)

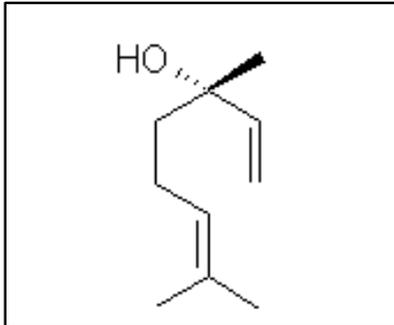
Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

#### 3.6.2. Alcoholes

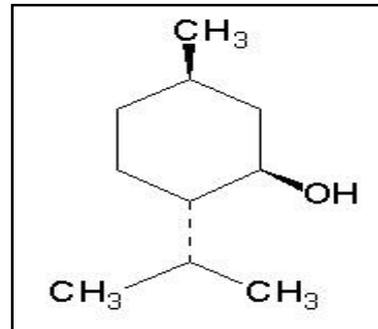
Los alcoholes llevan el grupo hidroxilo (- OH) unido al esqueleto C<sub>10</sub>. Se denominan terminados en (- ol). Son muy apreciados por su aroma. Por ejemplo, el linalol, que tiene dos formas, el R-linalol se encuentra en la rosa y la lavanda y es el componente mayoritario de la *Mentha arvensis*. La forma S-linalol en el aceite de lavanda con un contenido > 5% indica adulteración. El linalol le da el sabor a las hojas de té, el tomillo y el cardamomo. Otro compuesto de este grupo, el mentol, es uno de los responsables del sabor y el olor de la menta, cuya esencia puede tener hasta un 50% de este componente. También el geraniol, del geranio de olor (*Pelargonium* spp), el

citronelol de la rosa (*Rosa gallica*), en borneol del romero, y el santalol del sándalo (*Santalum album*, F. Santalaceae).

**FIGURA 4:** ESTRUCTURA DEL LINALOL



**FIGURA 5:** ESTRUCTURA DEL MENTOL



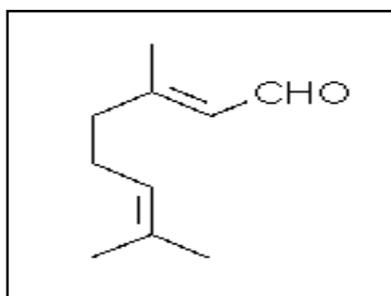
**Fuente:** PALAU, D. G. (2014)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

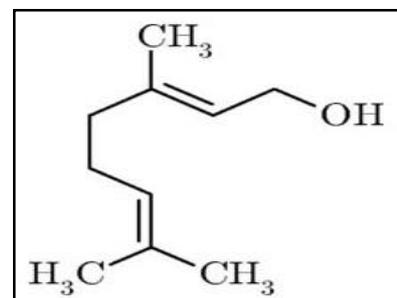
### 3.6.3. Aldehídos

Los aldehídos son compuestos muy reactivos. Se nombran acabados en (- al). Muchos de ellos, por ejemplo los encontrados en los cítricos, se corresponden con su respectivo alcohol, por ejemplo, geraniol – geranial o citronelol – citronelal. Son abundantes en los cítricos, responsables del olor característico, principalmente los isómeros geranial ( $\alpha$  citral) y neral ( $\beta$  citral) juntos conocidos como citral. Este compuesto, además de su aroma característico, tiene propiedades antivirales, antimicrobianas y sedantes. Pero muchos de ellos, incluido el citral, son irritantes para la piel por lo que no se puede hacer uso tópico de ellos. Otro grupo importante son los aldehídos aromáticos, como el benzaldehído, componente principal del aceite de almendras amargas y responsable de su aroma característico.

**FIGURA 6:** ESTRUCTURA DEL GERANIOL



**FIGURA 7:** ESTRUCTURA DEL CITRAL



**Fuente:** GYAN FLAVOURS (2012)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.6.4. Fenoles

Sólo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son el timol y el carvacrol, que se encuentran en los tomillos (g. *Thymus*) y oréganos (g. *Origanum*), ambos de la Fam. Labiatae. Otro fenol muy importante es el eugenol, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo. Es un potente bactericida, así como anestésico, y se emplea en odontología.

FIGURA 8: ESTRUCTURA DEL TIMOL

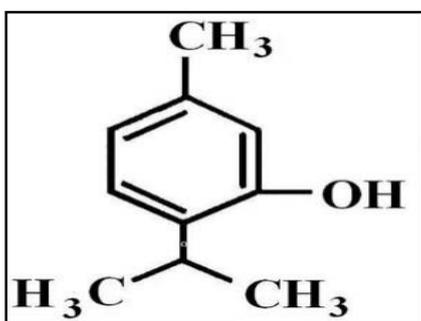
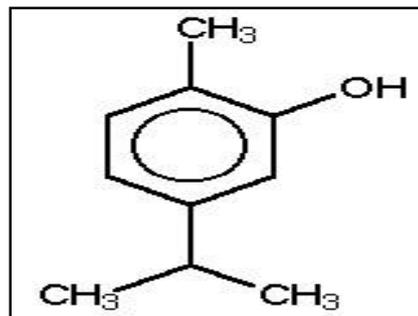


FIGURA 9: ESTRUCTURA DEL CARVACROL



Fuente: WEBS MEDICAS DE CALIDAD (2014)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.6.5. Éteres Fenólicos

Son los componentes principales de especias como el apio y el perejil (apiol), anís (anetol), albahaca (metilchavicol) y estragón (estragol). El safrol es un componente muy empleado en perfumería que se encuentra en la corteza del árbol del sassafrás (*Sassafras albidum*, F. Lauraceae)

FIGURA 10: ESTRUCTURA DEL APIOL

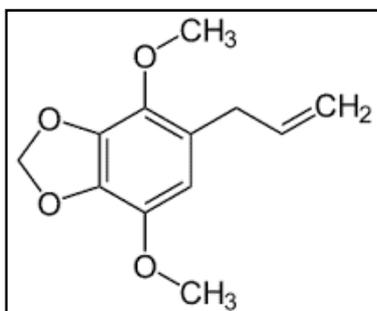
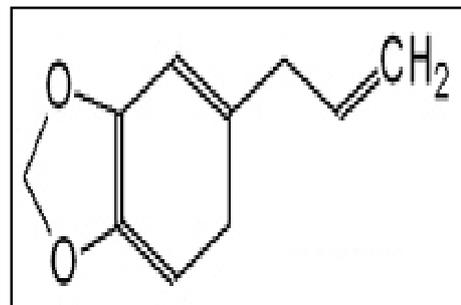


FIGURA 11: ESTRUCTURA DEL SAFROL



Fuente: PRAKRUTIREMEDIES.COM (2010)

Fuente: WEBS MEDICAS DE CALIDAD (2014)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.6.6. Cetonas

Se producen por la oxidación de alcoholes y son moléculas bastante estables. Terminan en –ona. La carvona está presente en la *Mentha spicata*. La tuyona (aislada por primera vez en la Tuya, *Thuja occidentalis*, F. Cupressaceae) y pulegona son bastante tóxicas y nunca deben usarse en el embarazo. La tuyona se encuentra en plantas como el género *Artemisia* (*Artemisia absinthium*, con la cual se hace el vermouth y la absenta), y en la salvia (*S. officinalis*). La pulegona se aisló por primera vez en el poleo (*Mentha pulegium*).

FIGURA 12: ESTRUCTURA DE LA CARVONA

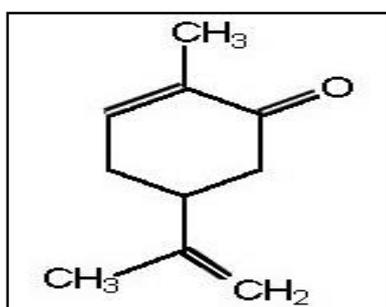
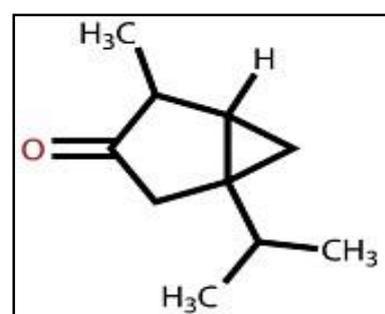


FIGURA 13: ESTRUCTURA DE LA TUYONA



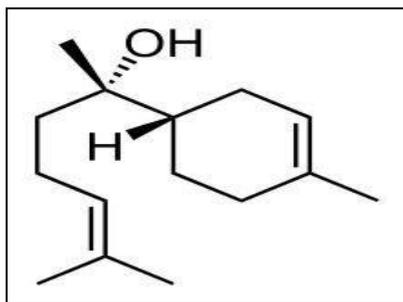
Fuente: WEBS MEDICAS DE CALIDAD (2014)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.6.7. Éteres

Los éteres u óxidos monoterpénicos son reactivos e inestables. Un ejemplo es el óxido de bisabolol presente en la manzanilla (*Matricaria chamomilla*). Otro muy común es el 1,8 – cineol (también llamado eucaliptol), que es el componente principal del aceite de eucalipto. Es expectorante y mucolítico y el componente principal de medicamentos para la tos. El aceite de eucalipto varía en aroma según el contenido en 1,8 – cineol. El aceite rico en este componente (*Eucalyptus globulus*, F. Myrtaceae) se emplea más para uso medicinal, mientras que el de contenido más bajo (por ejemplo *E. radiata*) se emplea para aromaterapia.

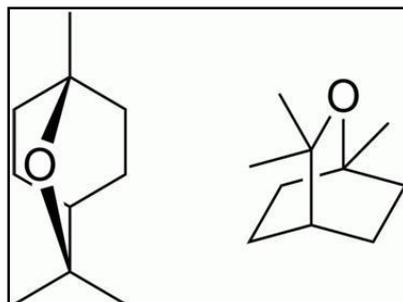
**FIGURA 14:** ESTRUCTURA DEL BISABOLOL



Fuente: SPANISH.ALIBABA.COM (2015)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**FIGURA 15:** ESTRUCTURA DEL EUCALIPTOL

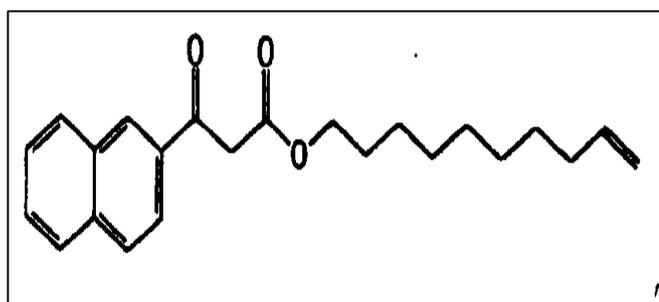


Fuente: CEREZO.PNTIC.MEC.ES (2015)

### 3.6.8. Ésteres

La mayoría de los éteres se forman por reacción de un alcohol terpénico con ácido acético. Su aroma caracteriza a los aceites en los que se encuentran. Por ejemplo, el aceite de lavanda contiene linalol y su éster, acetato de linalilo. La abundancia relativa de estos dos compuestos es un indicador de buena calidad. El salicilato de metilo, derivado del ácido salicílico y metanol, es un compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina que se encuentra en un tipo de brezo (*Gaultheria procumbens*, F. Ericaceae), y se emplea tópicamente en linimentos.

**FIGURA 16:** ESTRUCTURA DEL ACETATO DE LINALILO



Fuente: DELIO (2013)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

## 3.7. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

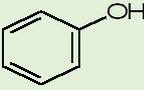
Las propiedades físicas de los aceites esenciales son su volatilidad y su difusión a temperatura ambiente. En general, si se dejan en contacto con el aire, se evaporan completamente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de safrán o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio (rotación específica: por tener en su estructura centros quirales), tienen un índice de refracción elevado. Son solubles en alcoholes y en

disolventes orgánicos como éter o cloroformo y alcohol de alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son extraídos de los tejidos vegetales por el vapor de agua. (Dolores, 2014)

Las propiedades químicas de los aceites esenciales, se relacionan con la presencia de los grupos funcionales presentes como: alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas, terpenos, etc., responsables de los principios activos de un aceite esencial y de las propiedades terapéuticas: antisépticas, antibacterianas, diuréticas, antiespasmódicas, sedantes, tónicos, reequilibrantes, depurativas, antiartríticas, entre otras. Estas propiedades terapéuticas se deben a la presencia de activos fotoquímicos, incluyendo flavonoides, terpenoides, carotenoides, cumarinas y curcuminas. (Dolores, 2014)

**TABLA 2: PROPIEDADES DE ALGUNOS COMPUESTOS DE ACUERDO A SU GRUPO FUNCIONAL**

Compuesto	Grupo funcional	Ejemplo	Propiedades
Alcohol	$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	Mentol, geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico.
Aldehído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Citral, citronelal	Espasmolítico, sedante, antiviral.
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}^1-\text{C}-\text{R}^2 \end{array}$	Alcanfor, tuyona	Mucolítico, regenerador, celular, neurotóxico.
Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$	Salicilato de metilo	Espasmolítico, sedativo, antifúngico.
Éteres	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	Cineol, ascaridol	Expectorante, estimulante.

<b>Fenol</b>		Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano, irritante, estimulante inmunológico.
<b>Monoterpeno</b>	Cíclico insaturado	Pineno, limoneno	Estimulante, descongestionante, antivírico, antitumoral.

**Fuente:** Dolores, P. L. (2014).

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.8. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales se pueden clasificar en base a diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

#### 3.8.1. Consistencia: De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en:

- Esencias.- Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos.- Los bálsamos son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol. Se caracterizan por tener un alto contenido de ácido benzoico y cinámico, así como sus correspondientes ésteres. Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc.
- Resinas.- Son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. Pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico. Por ejemplo, la colofonia, obtenida por separación de la oleoresina trementina. Contiene ácido abiético y derivados.
- Oleorresinas.- Son mezclas homogéneas de resinas y aceites esenciales. Por ejemplo, la trementina, obtenida por incisión en los troncos de diversas especies de Pinus. Contiene resina (colofonia) y aceite esencial (esencia de trementina) que se separa por destilación por arrastre de vapor. También se utiliza el término oleorresina para nombrar los extractos vegetales obtenidos mediante el uso de solventes, los cuales deben estar virtualmente libres de dichos solventes.

Se utilizan extensamente para la sustitución de especias de uso alimenticio y farmacéutico por sus ventajas (estabilidad y uniformidad química y microbiológica, facilidad de incorporar al producto terminado). Éstos tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (oleorresina de pimentón, pimienta negra, clavo, etc.).

- Gomorresinas.- Son extractos naturales obtenidos de un árbol o planta. Están compuestos por mezclas de gomas y resinas.

### **3.8.2. Origen.** De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como:

- Naturales.- Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas.
- Artificiales.- Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín, enriquecida con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol.
- Sintéticos.- Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

**3.8.3. Naturaleza Química:** El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1%) per mediante extracción se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría de ellos, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. La proporción de estas sustancias varía de un aceite a otro, y también durante las estaciones, a lo largo del día, bajo las condiciones de cultivo y genéticamente. El término quimiotipo alude a la variación en la composición del aceite esencial, incluso dentro de la misma especie. Un quimiotipo es una entidad químicamente distinta, que se diferencia en los metabolitos secundarios. Existen pequeñas variaciones (ambientales, geográficas, genéticas, etc.) que producen poco o ningún efecto a nivel morfológico que sin embargo producen grandes cambios a nivel de fenotipo químico. Un caso típico es el del tomillo,

*Thymus vulgaris*, que tiene 6 quimiotipos distintos según cuál sea el componente mayoritario de su esencia (timol, carvacrol, linalol, geraniol, tujanol – 4 o terpineol. Cuando esto ocurre, se nombra la planta con el nombre de la especie seguido del componente más característico del quimiotipo, por ejemplo, *Thymus vulgaris* linalol o *Thymus vulgaris* timol. (Bruneton, 2001)

### **3.9.DISTRIBUCIÓN Y ESTADO NATURAL**

Las plantas aromáticas son aquellas que contienen en sus flores, hojas, raíces o tallos aceites esenciales. El aceite esencial se encuentra en diminutas glándulas que pueden estar en una o más partes de la planta, por ejemplo en las hojas (ajenojo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil).

- En las flores (árnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa).
- En el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja).
- En las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino).
- En los tallos (canela, caparrapí).
- Y en las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver).

Existen diferentes familias de plantas que contienen aceites esenciales. Desde plantas superiores hasta algas con propiedades aromáticas. Se considera que son aproximadamente 60 familias botánicas reconocidas con tales propiedades, entre ellas: Labiadas, Umbelíferas, Pináceas, Verbenáceas, Mirtáceas, Lamiáceas, Rutáceas, Lauráceas, Piperáceas y Asteráceas. Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de los órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales. Por el contrario, los sesquiterpenoides abundan en Magnoliales, Rutales, Cornales y Asterales.

Aunque en los aceites esenciales tanto los mono-, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se les encuentra en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal. (Andrea, 2011)

### 3.10. UTILIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES

Se utilizan para realizar masajes corporales, mejorar la concentración, aumentar la energía corporal y, principalmente, su uso radica en la aromaterapia, la cual utiliza los diferentes aromas para aumentar determinadas actividades emocionales, espirituales y físicas en el ser humano.

También se utiliza en diferentes productos como jabones, perfumes, cremas, insecticidas, etc. (Hernández 2005)

**TABLA 3:** PRINCIPALES APLICACIONES QUE SE LES DA GENERALMENTE A LOS ACEITES ESENCIALES

• ADHESIVO: Pegamentos para porcelanas y caucho
• INDUSTRIA ALIMENTARIA ANIMAL: Comidas preparadas y piensos
• INDUSTRIA AUTOMOVILISTICA: Limpia parabrisas y ambientadores
• REPOSTERÍA: condimentos, saborizantes y aromatizantes
• CONDIMENTOS: Saborizantes, colorantes
• DENTRÍFICOS: Saborizantes, colorantes
• INSECTICIDAS: Repelentes, aromatizantes
• INDUSTRIA ALIMENTARIA: Aromatizantes, saborizantes, bebidas, sopas, etc
• PRODUCTOS DE LIMPIEZA: Aromatizantes
• PINTURA: Disolventes, barnices
• PERFUMERIA Y COSMÉTICA: Aromatizantes, colorantes, masajes, aromaterapia
• INDUSTRIA FARMACEÚTICA: Principios activos, aromatizantes, saborizantes
• INDUSTRIA TABAQUERA: Aromatizantes

Fuente: Jesus (2011).

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.11. TOXICIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES

Existen aceites que en usos inadecuados resultan tóxicos para el organismo. Los problemas que ha presentado son: (Hernández, 2005)

- Convulsiones
- Intoxicación
- Efectos narcóticos y estupefacientes
- Distorsión de la vista

- Despersonalización
- Depresión
- Espasmos y asfixia
- Abortos
- Lesiones cancerosas

### **3.12. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES**

El proceso de extracción implica el tratamiento de la sustancia bruta con un disolvente apropiado, que en el caso ideal, disuelva sólo el constituyente deseado, permaneciendo sin disolver las demás sustancias. En la práctica se obtiene una mezcla de compuestos solubles en el disolvente empleado, como consecuencia del efecto de cosolubilidad. Este extracto separado del residuo sólido, por ejemplo restos de la planta y es filtrado, el solvente es evaporado a presión reducida en un evaporador rotatorio. Al residuo semisólido o aceitoso se lo conoce como extracto crudo. La obtención de una sustancia pura a partir de él requiere de purificaciones posteriores.

Se deben considerar las características generales del compuesto de interés antes de comenzar con el proceso de extracción, las características del solvente así como también analizar el proceso a emplear en función de obtener el compuesto de interés sin riesgos y con un alto rendimiento. Aunque la tendencia es aplicar una técnica estándar para obtener el extracto crudo, es conveniente tener presente que un gran número de compuestos de origen natural no permite que un sólo proceso de extracción se adecue a la obtención de todos ellos, sino que existen procesos individuales de acuerdo al tipo de compuesto.

Los procesos de extracción más simples empleados se pueden dividir de acuerdo al disolvente utilizado en: Extracción con agua que incluyen la infusión, destilación por arrastre con vapor de agua y decocción y la Extracción con solventes orgánicos entre las que se destacan la maceración, lixiviación (o percolación), extracción por aparato de Soxhlet y por fluido supercrítico. (*Lerayne, 2003*)

#### **3.12.1. Extracción por arrastre con vapor**

La destilación por arrastre de vapor consiste en separar sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otros productos no volátiles; de esta forma, compuestos

orgánicos de alto punto de ebullición son destilados con cierta rapidez por debajo del punto de ebullición del agua, al lograr ser arrastrados por el vapor generado.

Se emplea cuando los aceites esenciales contenidos en el sólido seco o fresco se alteran por ebullición. Si el material es seco (canela, clavo de olor) se muele previamente, se cubre con una capa de agua para humectarlo y se pasa el vapor generado en una cámara independiente a través de la mezcla macerada. Se evita de esta manera la alteración de la esencia por ebullición directa. Nuevamente el destilado así obtenido es condensado en una cámara refrigerante. Después de la extracción el disolvente es eliminado en un evaporador rotatorio a temperaturas entre 30 - 40 °C puesto que los compuestos termo – sensibles se podrían descomponer. El residuo remanente llamado extracto seco, es pesado y procesado de diferentes maneras de acuerdo al producto que se desea extraer. [Cárdenas, Bonilla, Jaramillo] (Lerayne, 2003)

**FIGURA 17:** ESQUEMA DE DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR



**Fuente:** quimicaorganica.lalejandraaguilar.blogspot.COM (2012)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.2. Extracción con agua

En este proceso, las hierbas entran en contacto directo con el agua hirviente, es una especie de cocimiento donde el material cargado flota o se sumerge según la densidad. El sistema de calentamiento del agua puede ser a fuego directo, por camisa de vapor, serpentinas cerradas con circulación de vapor o serpentinas abiertas o perforadas, también con vapor. (Hernández, 2005)

**FIGURA 18:** ALAMBIQUE UTILIZADO PARA EXTRACCIÓN CON AGUA



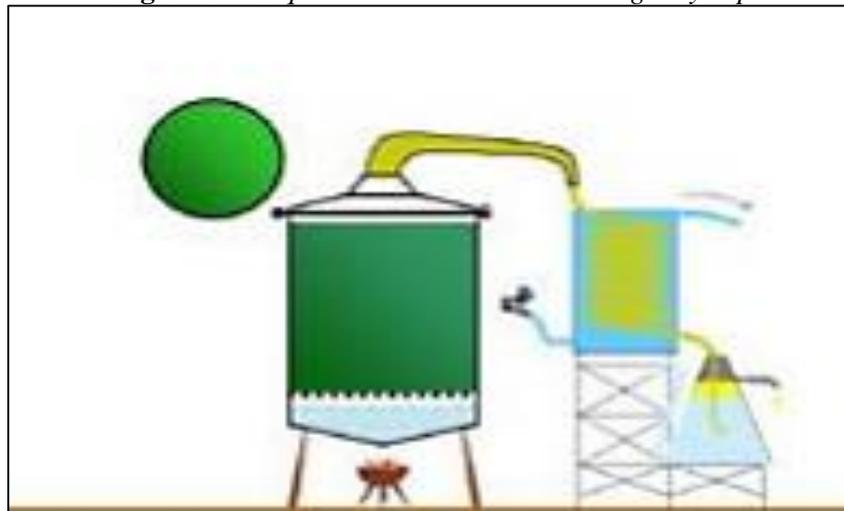
**Fuente:** [www.alambiques.com](http://www.alambiques.com).

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.3. Extracción con agua y vapor

En este otro proceso, las hierbas se colocan sobre un fondo perforado o criba ubicado a cierta distancia del fondo de un tanque llamado retorta. La parte más baja de ésta contiene agua hasta una altura algo menor que el nivel de la criba. El calentamiento se produce con vapor saturado que se provee de una fuente de calor que compone el equipo, fluye mojado y a presión baja, penetra a través del material vegetal. (Hernández, 2005)

**Figura 19:** Esquema de la extracción con agua y vapor



**Fuente:** [archivolibre.com.ar](http://archivolibre.com.ar)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.4. Extracción directa con vapor

El método de extracción directa con vapor es similar al anterior, pero en el fondo de la retorta no hay agua. El vapor saturado o sobre calentado es provisto por una caldera y a presiones más elevadas que la atmosférica, se inyecta por medio de serpentines cribadas que están debajo de la carga y se dirige hacia arriba, atravesando la masa vegetal colocada sobre una parrilla inferior. (Hernández, 2005)

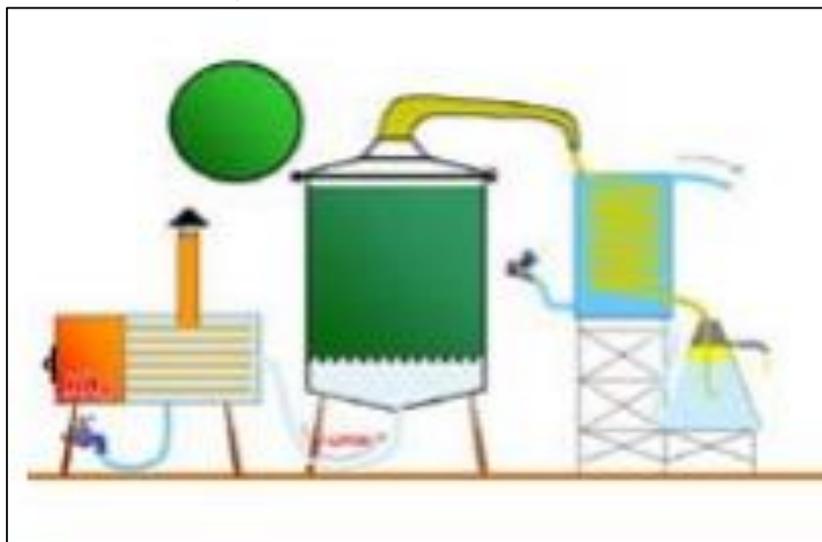
Conviene realizar la extracción después de cosechado el vegetal, luego de un oreado o un desecado al aire que le quite algo de la humedad.

En el vegetal, los aceites esenciales se almacenan o sitúan en glándulas, conductos, sacos o pelos glandulares o simplemente reservorios dentro del vegetal, por lo que conviene hacer un desmenuzamiento del material que se va a extraer para exponer esos reservorios a la acción del vapor de extracción.

El espesor del material reducido permite también una mejor vaporización y extracción, así como una aceleración del proceso.

En lo que respecta a las partes de la planta que se va a destilar, las flores, hojas y partes blandas o delgadas pueden tratarse sin ningún tratamiento previo. Las semillas o frutos deben ser triturados con rodillos lisos, cuya separación en la máquina depende del grosor de aquellos y también del grado de desmenuzamiento que se necesite.

**FIGURA 20:** ESQUEMA DE LA EXTRACCIÓN DIRECTA CON VAPOR



**Fuente:** archivolibre.com.ar

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.5. Maceración

En ésta el material permanece por varios días sumergido en un sistema compuesto por aceite, grasa fundida y alcohol etílico. Se utiliza para cantidades pequeñas. Cuando se realiza con agua, ésta debe ser fría y se debe dejar en contacto durante 24 horas.

Cuando la maceración es en alcohol, el contacto se realiza en frío por espacio de 24-48 horas en alcohol de 70°C en general, cuando se quiere usar en forma externa (loción). En forma interna se deja macerar de una semana a 10 días, removiendo frecuentemente, para luego exprimir y filtrar el producto.

En caso de que la maceración efectuada no haya sido suficiente para extraer todos los principios activos, se recurre a la ayuda de una calefacción a 60°C. (Hernández, 2005)

**Figura 21:** *Maceración de material vegetal*



**Fuente:** [www.buenasalud.net](http://www.buenasalud.net) (2012)

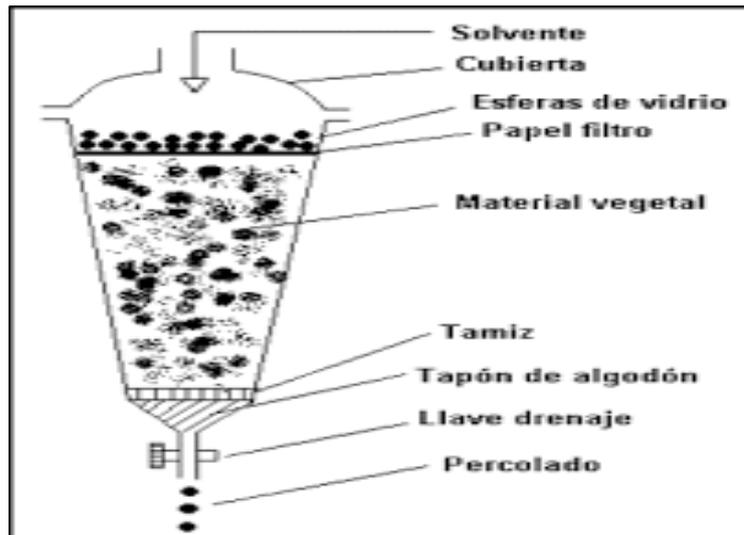
**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.6. Extracción con solventes

El material se pone en contacto con una corriente de solvente hasta que éste se apodera de toda la esencia y, seguidamente, se separa por destilación.

Se utiliza para conservar mejor los perfumes de flores delicadas. (Hernández, 2005)

**FIGURA 22: ESQUEMA DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES**



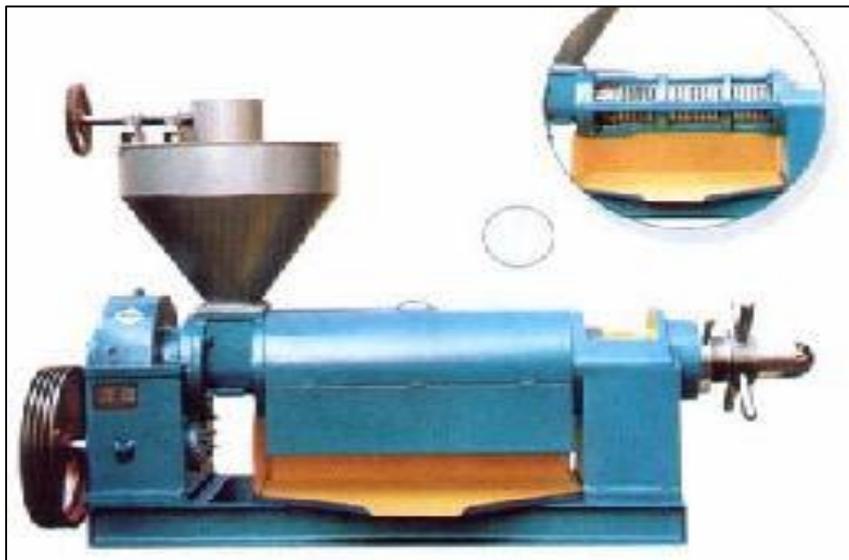
Fuente: [www.pfnm.cl](http://www.pfnm.cl) (2012)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.12.7. Expresión

Consiste en exprimir aplicando presión al material que contiene la esencia, se utiliza especialmente para esencias cítricas. (Hernández, 2005)

**FIGURA 23: EQUIPO DE EXTRACCIÓN POR PRENSADO O EXPRESIÓN**



Fuente: [avibert.blogspot.com](http://avibert.blogspot.com) (2009)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

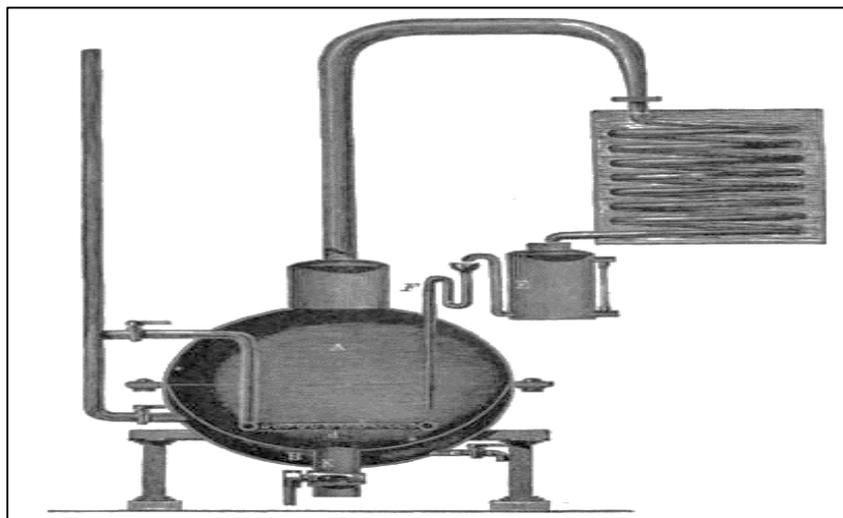
### 3.12.8. Hidrodestilación

En este proceso en la parte inferior del tanque extractor, el cual es normalmente basculante, se coloca agua, luego viene encima una parrilla que soporta el material que

va a ser extraído. La salida de vapores, puede ser lateral al tanque o ubicarse en la tapa, pasa a un serpentín o espiral enfriado por agua y posteriormente el vapor condensado y el aceite esencial se recolectan en un separador de fases o florentino, el cual debe de tener la suficiente altura y diámetro para evitar la pérdida de aceite y además permita la recolección fácil del mismo. El tanque extractor es calentado con fuego directo en su parte inferior, el vapor producido allí causa el arrastre del aceite esencial.

Cuando se emplea hidrodestilación no se requiere de un calderín generador de vapor. Estos sistemas son muy utilizados en el campo, son fáciles de instalar, se pueden llevar de un sitio a otro, “transhumantes”, son baratos, seguros, fáciles de operar y presentan un consumo energético bajo. Los aceites producidos son más coloreados, que los obtenidos por arrastre con vapor propiamente dicho, y tienden a presentar un cierto olor a quemado: Eucalipto, citronella, limonaria. Por lo anterior estos aceites siempre van a requerir una etapa posterior de refinación. (Castellanos, 2006)

**FIGURA 24:** *DIAGRAMA GENERAL DE UN SISTEMA DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL*



**Fuente:** <http://datateca.unad.edu.co/>

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

**TABLA 4:** PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EXTRACCIÓN CON SOLVENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de temperaturas bajas.</li> <li>• Posibilidad de separación de componentes individuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costoso.</li> <li>• Contaminante del ambiente.</li> <li>• Riesgo de incendio y explosión.</li> <li>• Difícil de separar completamente el solvente sin alterar la composición del aceite.</li> <li>• Co-extracción de ácidos grasos, ceras y pigmentos.</li> </ul>
EXTRACCIÓN POR PRENSADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una tecnología bien conocida hace años pero todavía tiene sus detalles y secretos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el aceite sale de la prensada todavía tiene muchas impurezas que deben ser eliminadas</li> <li>• La mezcla detritos-agua-aceite se centrifuga a 5000 rpm durante 40 minutos y el aceite esencial recuperado se coloca en una nevera a 3°C durante 4 horas, para solidificar gomas y ceras que se localizan en</li> </ul>

		<p>la superficie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aceite esencial se debe guardar en recipientes oscuros a 12 °C.</li> </ul>
<p>HIDRODESTILACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requiere de un calderín generador de vapor.</li> <li>• Son muy utilizados en el campo.</li> <li>• Son fáciles de instalar, se pueden llevar de un sitio a otro.</li> <li>• Son baratos.</li> <li>• Seguros, fáciles de operar y presentan un consumo energético bajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los aceites producidos son más coloreados.</li> <li>• Tienden a presentar un cierto olor a quemado</li> <li>• Siempre van a requerir una etapa posterior de refinación.</li> </ul>

<p>EXTRACCIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La extracción por arrastre de vapor es un proceso de extracción muy limpio que asegura un producto de buena calidad.</li> <li>• Se requiere de instalaciones básicas de herrería para la construcción y mantenimiento del equipo.</li> <li>• Método industrial y de laboratorio.</li> <li>• Buenos rendimientos en aceite extraído.</li> <li>• Obtención del aceite puro, libre de solvente.</li> <li>· Bajo costo.</li> <li>· Tecnología no sofisticada.</li> <li>· Aplicación de principios de ingeniería Mecánica y Química.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su principal inconveniente es la alta temperatura de operación, que lo hace inapropiado para aquellos aceites esenciales con componentes sensibles al calor.</li> <li>• Una operación incorrecta de este método puede producir un aceite esencial de baja calidad y con evidente aroma a tostado.</li> </ul>
--	---	---

**Fuente:** (Ortuño F, 2006)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.14. PLANTAS AUTÓCTONAS DE MANABÍ

#### 3.14.1. *Mentha piperita* L.

**Sinónimos:** *Mentha spicata* RJB Madrid

**Clasificación botánica:** Familia labiaceae

**Nombres comunes:** menta, hierbabuena de menta, piperita

**Historia:** Es una planta híbrida descubierta por Mirtcham en el siglo XVII. La palabra *mentha* deriva del latín *mintha* o *mintá*, nombre griego de la ninfa *Mintha* hija de *Cocito* (humo infernal), amada por *Ades* y enamorada de *Zeuz*. Por celos, la diosa *Perséfone* la transformo en esa planta. El término *piperita* se debe a su sabor picante. Planta utilizada por los griegos quienes se coronaban con sus hojas en las fiestas, adornaban las mesas y la utilizaban como aderezo culinario. En el siglo XIII se cita en las farmacopeas de Egipto e Islandia, pero la primera descripción de la planta se debe a J. Ray en 1696.

**Lugar de origen:** Posiblemente originaria de Inglaterra. Se cultiva en regiones templadas, cálidas, húmedas, ricas en humus y bien drenados, como especie medicinal y aromática; no se conoce en estado salvaje. (*Cristina, 2006*)

**Descripción:** La hierba buena (*Mentha piperita* L.), es una planta herbácea, vivaz de tallos erectos cuadrangulares, muy ramificados, que pueden alcanzar los 80 cm de altura. Las hojas son pecioladas, lanceoladas o agudas, con bordes aserrados de color verde oscuro en la cara superior y más clara en el inferior, opuestas, formando nudos de los que surgen ramificaciones del tallo y las inflorescencias. Las flores se hallan agrupadas en tirso densos, al extremo de los tallos y sus ramificaciones, de color púrpura. Los estolones, de sección cuadrangular crecen bajo y sobre la superficie del suelo, en todas las direcciones (*Plantas medicinales, 2005*). Toda la planta tiene un olor característico, fuerte y agradable y un sabor canforáceo, al principio picante, después refrescante (*Plantas medicinales, 2005*). (*Jima, 2013*)

**Composición química:** Las hojas contienen del 10 % al 12 % de elementos minerales como los Flavonoides, especialmente los heterósidos derivados de la luteolina y apigenina, ácidos fenólicos, cafeico, clorogénico, ursólico, taninos y un principio amargo, hasta 3 % de aceite esencial (*Terán, 2009*). El aceite esencial es un líquido

incolores, con olor fuerte y sabor picante, que se hallan localizados en pequeñas glándulas situadas en la superficie superior e inferior de las hojas, los tallos contienen menor proporción del aceite. El principal componente de la esencia es el mentol, que se halla en la proporción de 45 - 70 %, parte de él en estado libre y parte combinado con ésteres, también se han identificado, mentona, acetato de metilo, mentofurano, alfa-pineno, felandreno, cadineno, ácido iso-valeriánico, iso-valerianato de mentilo, pulegona, timol, carvacrol, alcohol amílico, terpineno, alcohol iso-amílico, cincol, etc. (Terán, 2009).

**Propiedades:** La infusión de hojas secas y la esencia tienen propiedades antiespasmódicas, coleréticas, estomáquicas, carminativas, eupépticas, antifúngicas, antivirales. En uso externo, en forma de infusión, alcoholatura, jarabe, etc., en los trastornos estomacales, espasmos digestivos y abdominales, así como contra insuficiencia biliar y el meteorismo. La esencia se utiliza mucho como aromatizante y saborizante, en farmacia, en alimentación y licorería, repostería, culinaria. (Jima, 2013)

En uso externo se usa la esencia, en forma de disolución alcohólica o linimentos, en fricciones estimulantes, contra el reuma y las reumalgias, así como en inhalaciones contra el resfriado y en laringología. La esencia se utiliza mucho en perfumería y cosmética, en gargarismos, pasta dentífrica, elixires, etc., por su acción germicida y aromatizante (Jima, 2013)

El aceite de menta se utiliza como analgésico calmante, refrescante, es útil en el tratamiento de la piel, la fiebre y los dolores de muelas, de cabeza y migrañas; es utilizado como antibacteriano. Inhalado se usa para aliviar la congestión nasal. Se recomiendan de 2 a 3 gotas de aceite en 10 ml de agua contra prurito, quemaduras, inflamaciones, sarna, tiña o para repeler los mosquitos. Los masajes con aceite de menta, diluyendo de 5 a 10 gotas en 25 ml de aceite vegetal (de oliva, de almendra, de girasol, etc.), se consideran eficaces para disminuir dolores de cabeza, menstruales, o fiebre, y para aliviar la congestión producida por la leche durante la lactancia.

**Propiedades de la menta comprobadas científicamente:** In vivo e in vitro tiene efectos espasmolítico y carminativo. Los extractos tienen efectos antivirales. El

extracto acuoso de partes aéreas tiene efecto antiinfluenza. In vitro muestra propiedades antibacterianas contra *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*; además, es carminativo y colerético. La esencia muestra propiedades sedantes y antiespasmódicas.

**Recolección de muestras y secado:** Las hojas se recolectan antes de la floración de la planta, a unos 5 cm sobre el suelo; debe recogerse por la mañana, cuando el contenido de aceite es más alto ya que el sol de mediodía reduce el contenido de aceite esencial de las hojas.

Se seca extendida en capas finas en un lugar fresco y seco o colgado en manojos flojos, a la sombra, o con calor artificial a temperatura máxima de 25 °C. Se separan las hojas de las ramas y se guardan herméticamente envasadas y protegidas de la luz. (*Fonnegra R, 2007*)

**Toxicidad:** No se conocen intoxicaciones por la planta. La dosis mínima letal del mentol es estimada en 2 g, aunque individuos han sobrevivido a dosis entre 8 y 9 g. sin embargo, el aceite no debe ser aplicado en la cara de los niños, pues puede producir un espasmo de la glotis, espasmo bronquial, asma aguda y posible fallo respiratorio. (*Cristina, 2006*)

**Advertencias y contraindicaciones:** Debe estar libre de tujona (C<sub>10</sub> H<sub>16</sub> O; cetona terpénica aromática que se encuentra en muchos aceites esenciales). Su ingestión puede producir convulsiones. (*Fonnegra R, 2007*)

La menta puede causar irritaciones en las membranas mucosas. No se debe administrar a los bebés. Puede disminuir el flujo de leche durante la lactancia. En dosis altas actúa sobre el bulbo raquídeo y puede tener consecuencias fatales. (*Fonnegra R, 2007*)

La inhalación de la esencia pura puede causar laringo y broncoespasmos, principalmente en niños. No debe utilizarse como inhalación por periodos largos. (*Fonnegra R, 2007*)

El aceite esencial está también contraindicado en caso de obstrucción de vías biliares e inflamación de la vesícula biliar. La inhalación excesiva de productos mentolados puede producir efectos indeseables reversibles, tales como: náuseas,

anorexia, alteraciones cardiacas, ataxia y otros trastornos del Sistema Nervioso Central, probablemente por la presencia del mentol. ( *Fonnegra R, 2007*)

El aceite esencial puede producir, en personas sensibles, nerviosismo e insomnio. (*Fonnegra R, 2007*)

Además se debe tener mucha precaución en:

- El embarazo, debido al efecto emenagogo, el cual puede provocar el aborto debido al uso excesivo.
- Hernia hiatal, debido al efecto relajante sobre el esfínter esofágico
- Reflujo gástrico: por el efecto relajante sobre el esfínter del esófago.

**Observaciones:** Es considerada un híbrido de *Mentha aquatica* y *Mentha viridis* L. existen dos variedades de la menta piperita: la menta blanca (variedad *palescens*) y la menta negra (variedad *rubescens*), esta última con hojas que presentan tonalidades violáceas y fragancia menos fina que la blanca. (*Cristina, 2006*)

**FIGURA 25:** *MENTA PIPERITA* L



**Fuente:** [www.casapia.com](http://www.casapia.com)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### **3.14.2. Bursera Graveolens**

**Nombre vulgar:** Palo santo (Ecuador)

**División:** Magnoliophyta (planta con flores)

**Clase:** Dicotiledónea

**Orden:** Sapindales

**Familia:** Burseraceae

**Género:** Bursera

**Especie:** Graveolens

La *Bursera graveolens* (palo santo), es una planta nativa que crece en bordes de quebradas frente al mar y en montañas bajas y medias en las costas ecuatorianas y peruanas.

Es un árbol nativo de Yucatán – México, Perú y Venezuela, y propio del bosque seco de la península de Santa Elena. (Manzano)

Mide en su edad adulta entre los 5 y 18 metros de alto, caracterizado por tener canales de resina en el interior de su corteza, ramas y yemas que produce una especie de bálsamo oloroso. (Dante, s.f.)

**Historia:** La recolección de “palo santo” es una actividad realizada de forma ancestral para uso del hogar. La mayoría de las familias de las comunidades siguen utilizando para ahuyentar los mosquitos o como combustible en la cocina y para limpiar la casa de la mala energía.

En la década de los 70's esta actividad se realizó de manera comercial. Al final de los 90's con la llegada de los repelentes químicos se terminó la demanda de ese producto. En la actualidad esta actividad se continúa realizando para el uso del hogar y para la transformación en aceite esencial y consecuentemente para la producción de medicamentos y cosmética curativa. (Dante, s.f.)

**Descripción botánica:** Árbol caducifolio de hasta 12 m de altura y 40 cm de DAP. Fuste cilíndrico ramificado desde 2 m del suelo. Copa redondeada, medianamente cerrada. Corteza externa lisa, de azulado a pardo cenizo (joven) y marrón (adulto). Partes vegetativas muy olorosas, debido a la presencia de glándulas resiníferas que exudan una resina con olor alcanforado o incienso. Hojas compuestas imparipinnadas con tres pares de hojuelas, alternas, 20 cm de longitud, agrupadas al final de las ramitas; folíolos 5-9 a 15-25 cm de longitud, membranáceos, lanceolado-oblongos, acuminados, con márgenes serrados, escasamente pubescentes; raquis alado, generalmente acanalado. Flores pequeñas, blanco-lila de 3 cm de longitud en inflorescencia panícula de 10 cm de longitud. Fruto drupa abayada, verde rojizo, aovada de 1 cm de longitud con tres ángulos, dehiscente, glabra. Semilla angulosa, marrón. Se propaga por semillas. Florece entre diciembre-febrero; fructifica entre abril-junio. (*Ministerio del Ambiente, 2014*)

**Propiedades:** Ha sido utilizado desde épocas remotas como remedio para curar dolores estomacales, sudoríficos y como linimento para reumatismos, para calenturas prolijas recias y dolores en todo el cuerpo. (*Mamzano, 2013*)

La madera seca se utiliza para sahumarla y para espantar mosquitos, para hacer objetos a mano, para producir los palillos ardientes. (*Manzano, 2013*). Al quemar el leño seco se obtiene una fragancia cítrica, fresca, muy similar al aroma de las flores de naranja, del limón, etc. Sin embargo, la producción del aceite esencial está atrayendo la mayor parte del interés moderno. (*Manzano, 2013*)

**Usos:** La madera es suave y se usa para fabricar cajones para frutas. La madera seca astillada se quema y sirve como repelente para ahuyentar los zancudos y otros insectos. Sus hojas son usadas como forraje. Las hojas en infusión alivian los síntomas de la gripe, resfrío y fortalece los bronquios. La resina aromática es empleada para curar orzuelos, reumatismo y dolores articulares y musculares (*Ministerio Del Ambiente, 2014*).

**Forma de recolección:** La mejor época de recolección es de mitad de Mayo hasta Enero. El estado de recolección del palo santo es cuando el árbol está caído por muerte

natural y habiendo pasado mínimo tres años de su muerte, es en este estado donde se concentra el mejor aroma. Se recolecta solo la parte del árbol que tenga madera, incluido pequeñas ramas, dejando la corteza y las partes dañadas por pudrición o por insectos.

El palosanto se recolecta en trozos de 60 cm. de largo por 10 cm de ancho, esa medida permite que se pueda transportar con "comodidad". La recolección se realiza por la diferenciación del color y consistencia de palosanto, llamándose "hembras" a aquellos árboles muertos cuyo color de la madera es amarilla y su consistencia es dura y pesada. Los "macho" son aquellos que el color de la madera es blanco y su consistencia es frágil hueca y liviana, ambos contienen aceite esencias en porcentajes muy distintos. (*Dante, s.f, 2012*)

**Rendimiento:** El palo santo tiene un rendimiento del 2,77% con astillas y 3,49% con virutas para el tipo de palo santo denominado hembra y de rendimientos que fluctúan entre 2 al 2.25 % en el tipo de palo santo denominado macho. (*Mora Moscoso & Torres, 2014*)

**FIGURA 26:** *BURSERA GRAVEOLENS*



**Fuente:** [www.ecuadorianhands.com](http://www.ecuadorianhands.com)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 3.14.3. *Cymbopogon Citratus*

**Nombre común:** Hierva luisa

**Familia:** Gramíneas.

**Otros nombres populares:** Pasto limón, pasto cedrón, Limonaria, Caña Santa. (*Herbotecnia, 2014*)

Es una planta herbácea, de hojas lanceoladas, que, al ser estrujadas, emanan un fuerte “aroma alimonado”, de rápido crecimiento. Geográficamente aparece por diferentes países: India, Estados Unidos, Brasil, Sri Lanka, China y Las Antillas. (*Diana y Marquez 2004*)

Se adapta a cultivo en regiones de clima tropical a subtropical. Tradicionalmente, en la India, es una hierba muy apreciada para la preparación de sus comidas y se la utiliza en la medicina Ayurvédica, para la preparación de varias recetas. Hasta la segunda guerra mundial, fue el principal país productor del mundo. (*Diana y Marquez, 2004*)

Hoy, por su alto poder bactericida y antiséptico, hacen que sea difundido en varios productos de la vida cotidiana. Sus principales propiedades son carminativa, desodorante, antioxidante, diurético, fungicida, digestiva, etc. (*Diana y Marquez, 2004*)

Su aceite esencial ha sido utilizado tradicionalmente desde el principio de los tiempos, en la India, como calmante. Es un fuerte antipirético, sobre todo cuando la fiebre es producida por enfermedades infecciosas (*Diana & Marquez, 2004*)

**Propiedades:** Es una planta digestiva, antiinflamatoria faríngea, sedante, antiácida, muy utilizada para aliviar cólicos abdominales. En algunos estudios se ha demostrado su efectividad como antiséptico en la irritabilidad oftálmica. (*Luyando, 2013*)

El aceite esencial de Hierba luisa tiene propiedades antibióticas contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*. Por lo que puede ser útil, en

enfermedades del trato urinario, piel y enfermedades diarreicas (salmonelosis).  
(Luyando, 2013)

**Usos:** La esencia se utiliza para obtener iononas y metil iononas, para la síntesis de vitamina A. Además, su uso es muy extendido en perfumería, en la preparación de jabones, detergentes y como agente de sabor en la industria alimenticia. Las hojas suelen ser usadas para hacer infusiones, que son consideradas como estomacal, carminativa y pectoral. Esta es la parte más importante para la extracción de la esencia, además después de la destilación, puede ser utilizada para forraje del ganado o mejoradora de suelos. (Herbotecnia, 2014).

**Rendimiento:** El rendimiento promedio del aceite esencial de las hojas de hierba luisa es de 0.45%, lo que indica que es un valor intermedio entre los parámetros de rendimientos de aceite esencial que se obtiene de las plantas, los cuales oscilan entre 0,01% - 10%. (Louerdes & Geoconda, 2013).

**FIGURA 27:** *CYMBOPOGON CITRATUS*



**Fuente:** <http://biogeodb.stri.si.edu>

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### **3.15. CARACTERIZACION DE LOS ACEITES ESENCIALES**

#### **3.15.1. Calidad de los aceites esenciales**

Cualquier producto que adquiramos en el mercado, como un saborizante para alimentación, un perfume o un aceite esencial está dentro de un amplio intervalo en cuanto a su nivel de calidad, más aun si se trata de productos obtenidos directamente de materias primas vegetales. Incluso para los aceites esenciales hay variaciones importantes de calidad dependiendo de su origen geográfico, variedad de la planta, método de obtención, condiciones de procesado, almacenamiento, envejecimiento. (Ortuño F 2006).

Como vemos, son muchos los factores implicados que pueden afectar en mayor o menor grado a que el producto de que disponemos tenga una calidad superior o inferior. Si además tenemos en cuenta que el aceite esencial puede estar mezclado con otros aceites más baratos o incluso con diluyentes o sustancias aromáticas de origen sintético, el abanico de calidades se hace difícil de abarcar. (Ortuño F 2006).

A la hora de adquirir un aceite esencial o de comprobar su calidad deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Los aceites esenciales deben estar en buenas condiciones de almacenamiento, en envases que no dejen pasar la luz y que estén perfectamente cerrados, por tanto, se consideran de baja calidad aquellos productos que se presentan en botellas de vidrio incoloro o de plástico, ya que los aceites esenciales ven alterada su composición al ser expuestos a la luz y atacan con facilidad al plástico utilizado en la fabricación de envases corrientes (polietileno, poliestireno...). Deben almacenarse en sitio fresco, con poca humedad y procurando que el envase esté lo más lleno posible, para evitar la presencia de oxígeno en la cámara de aire que deja una botella sin llenar completamente y que producirá una oxidación parcial de los terpenos del aceite esencial, con la consiguiente aparición de aroma a rancio y síntomas de envejecimiento del aceite. (Ortuño F 2006)
- Precio sensiblemente bajo para una determinada cantidad de aceite esencial es sinónimo de baja calidad del producto. (Ortuño F 2006)

- Como norma general tenga siempre en cuenta que un aceite esencial es insoluble en agua (en su mayor parte, aunque algunos de sus componentes pueden ser extraídos del aceite esencial con agua), soluble en alcohol de 96° (al menos parcialmente), se evapora fácilmente, es inflamable, huele de forma fidedigna a planta de la que se extrae (para comprobar esto puede ser necesario diluir un poco de aceite esencial en aceite vegetal o alcohol), no debe presentar aromas extraños u olor rancio, no debe tener partículas en suspensión ni dejar residuo sólido al evaporarse. (Ortuño F 2006)
- Los aceites esenciales son a menudo incoloros debido a que una gran parte de ellos se obtiene por destilación y este proceso deja fuera del aceite esencial los pigmentos vegetales de la planta. Hay algunas excepciones, así el aceite esencial de manzanilla obtenido por destilación presenta una coloración azul debido a sustancias que se forman durante el proceso de destilación. El mismo aceite obtenido por extracción con disolventes tiene una coloración amarillenta pero no azul. Los aceites esenciales de cítricos como el de naranja o limón pueden tener color naranja o amarillo respectivamente, si se obtienen mediante el raspado o prensado de la corteza de los frutos, ya que de esta forma se incorporan al aceite esencial los pigmentos carotenoides presentes en la corteza. Si los aceites son destilados, en cambio, son incoloros. (Ortuño F 2006)
- Si lo que necesita son aceites esenciales 100% puros desconfíe de aquellos productos etiquetados como: aceite de esencia, esencia, aceite idéntico al natural, aceite de perfume. En inglés «fragrance oil», «essence», «nature identical oil», «perfume oil» respectivamente. Productos etiquetados como «aromaterapia» («aromatherapy» en inglés) pueden ser esencias sintéticas o tener una pequeña cantidad de aceite esencial disuelto con un aceite vegetal o base. (Ortuño F 2006)
- El término «aceite esencial puro» o similar también deja cierta duda en el producto incluido en el envase, pues se pueden obtener aceites esenciales de cultivos en mal estado. Pueden incorporar aceites esenciales que han estado almacenados durante muchos años, etc. (Ortuño F 2006)
- Los aceites esenciales denominados «orgánicos», término poco apropiado, pues cualquier sustancia hidrocarbonada es un compuesto orgánico en términos

químicos, hacen referencia a aquellos aceites esenciales obtenidos de cultivos en los que no se han empleado pesticidas o fertilizantes y se han seguido los criterios tradicionales de la agricultura «orgánica» o ecológica. En principio esto debería dar un producto de mayor calidad, pero dado que en la calidad final influyen muchos factores, cabe decir que utilizando un cultivo realizado con fertilizantes químicos y los insecticidas adecuados, el aceite esencial debe tener igual o mayor calidad que el obtenido de forma «orgánica». En la calidad del producto foral influye más el conocimiento y saber hacer del productor que el que se utilice un cultivo «orgánico» o no. Sí es cierto que este tipo de aceite esencial es más caro y no es fácil distinguirlo de otro de calidad comparable pero que no sea «orgánico». (Ortuño F 2006).

### **3.15.2. Métodos de reconocimiento y análisis de aceites esenciales**

Existe una gran cantidad de métodos de complejidad variada para reconocer un aceite esencial así como para analizar sus componentes. Se puede saber incluso el origen geográfico del producto o el procedimiento empleado en su obtención, si está adulterado con otros componentes o con mezclas de aceites esenciales. Estas precisas determinaciones requieren en la mayoría de los casos de equipos sofisticados y técnicas que sólo están disponibles en universidades y centros especializados. (Ortuño F 2006).

Así por ejemplo la proporción de óxidos de linalilo que presenta un aceite esencial de espliego es un valor útil para conocer la «edad» del aceite o si ha sufrido una mala conservación, ya que el porcentaje aumenta con el tiempo, de forma más rápida si el aceite está expuesto a la luz, al oxígeno del aire o a alta temperatura ambiental. (Ortuño F 2006).

Entre los ensayos de reconocimiento que se pueden aplicar a un aceite esencial tenemos:

- **Densidad**

La densidad de un aceite esencial, bien sea la densidad absoluta o la densidad relativa al agua, medida a una temperatura estándar (normalmente 20 o 25 grados centígrados) es un parámetro fácil de obtener y que permite distinguir un aceite esencial auténtico de esencias sintéticas comunes (que no estén fabricadas expresamente para imitar un aceite esencial). Un aceite esencial tiene, a una temperatura dada un valor de densidad que se encuentra con un pequeño intervalo dependiendo de su procedencia, etc. La densidad se expresa en unidades de masa/volumen, generalmente  $\text{g/cm}^3$ . Para su

determinación hace falta un pequeño matraz de vidrio denominado picnómetro y una balanza de precisión.

En la bibliografía existen datos precisos sobre parámetros físicos de la mayoría de aceites esenciales, entre ellos están los datos de densidad, de forma que podemos comparar los valores obtenidos con aquellos. La mayoría de los aceites esenciales, al estar compuestos fundamentalmente por terpenos y derivados, compuestos orgánicos con átomos ligeros (C, H, O) formando cadenas y anillos, tienen una densidad menor que el agua (densidad menor que 1 g/cm<sup>3</sup>) pero hay algunos aceites esenciales con densidad mayor, como los de almendras amargas, mostaza, canela, perejil o clavo. (Ortuño F 2006).

- **Viscosidad**

La viscosidad de un aceite esencial, en poises o mPaxs es un parámetro que se puede determinar con un sencillo viscosímetro Ostwald de vidrio, operando a temperatura constante como en el caso de la medida de densidad. Este parámetro permite diferenciar un producto puro de otro mezclado con diluyentes. (Ortuño F 2006).

- **Índice de refracción**

Cuando un rayo de luz pasa a través de una sustancia cambia su dirección de forma proporcional al índice de refracción de ésta, de acuerdo con la ley de Snell. Este efecto se comprueba fácilmente introduciendo un lápiz en un vaso de agua, observando a través del vaso vemos que el lápiz aparentemente está «partido». Con un sencillo refractómetro portátil (más caro que un picnómetro y un viscosímetro de vidrio pero mucho más económico que una balanza de precisión) se puede determinar el índice de refracción de un aceite esencial, que también es una magnitud exclusiva de cada aceite esencial y que cambia si éste se diluye o macla con otras sustancias. (Ortuño F 2006).

- **Solubilidad en mezclas alcohol/agua**

Los aceites esenciales son completamente solubles en alcohol puro. Si al alcohol le vamos añadiendo agua de forma progresiva, la mezcla disolverá cada vez menos aceite esencial. Dependiendo del aceite esencial de que se trate se disolverá completamente en una mezcla alcohol-agua que lleve como máximo una determinada proporción de agua. Si la proporción de agua es mayor, parte del aceite esencial no se disolverá. Se trata de un equilibrio líquido-líquido, en un sistema formado por 3 componentes: aceite esencial, agua y alcohol. (Ortuño F 2006)

Estos sistemas se pueden representar en un diagrama triangular en el que cada vértice representa un componente puro: una curva característica de cada sistema (curva binodal) y por tanto de cada aceite esencial separa la zona de dos fases inmiscibles (fase acuosa y fase orgánica) de la zona en la que sólo existe una fase. Para determinar la curva binodal se emplea el denominado método del punto de niebla que consiste en añadir uno de los componentes a una mezcla formada por una pareja totalmente miscible de los otros dos. Si se adiciona el componente poco a poco llega un momento en que aparece una ligera neblina que indica que ya no se disuelve más de ese componente, esa situación corresponde a un punto sobre la curva binodal del diagrama triangular. Si seguimos añadiendo más cantidad de ese componente la disolución pasa de tener una única fase a tener dos fases inmiscibles perfectamente diferenciadas. La determinación de la curva binodal permite identificar si el aceite esencial está mezclado con diluyentes. (Ortuño F 2006)

En los libros de texto que tratan el equilibrio líquido-líquido se describe con gran detalle todo lo relacionado con los diagramas de fases y la curva binodal. Para una determinación exacta de la misma es necesario un baño termostático para mantener la temperatura constante y una balanza de precisión para conocer las cantidades que se añaden de cada componente. (Ortuño F 2006)

De lo comentado se desprende el porqué del empleo de mezclas alcohol-agua en distintas proporciones como un método más para analizar aceites esenciales.

Se trata de encontrar para un aceite esencial concreto la proporción alcohol-agua correcta con la menor cantidad de alcohol posible pero suficiente para disolver completamente formando, una sola fase, una determinada cantidad de aceite esencial.

Para realizar este sencillo ensayo sin entrar en el más detallado de obtención de la curva binodal, preparamos en pequeños tubos transparentes mezclas alcohol-agua que van del 0 al 100% o al 96% de alcohol. A cada mezcla añadimos la misma cantidad de aceite esencial y agitamos cada tubo. La presencia de diminutas gotas dispersas por todo el tubo y que se desplazan hacia la zona superior, o dos fases bien diferenciadas, indica que esa mezcla alcohol-agua no disuelve bien el aceite esencial. Cada uno de los aceites esenciales se comportará de distinta forma con cada una de las mezclas alcohol-agua y de esta manera podemos comparar de forma cualitativa si dos productos son idénticos o

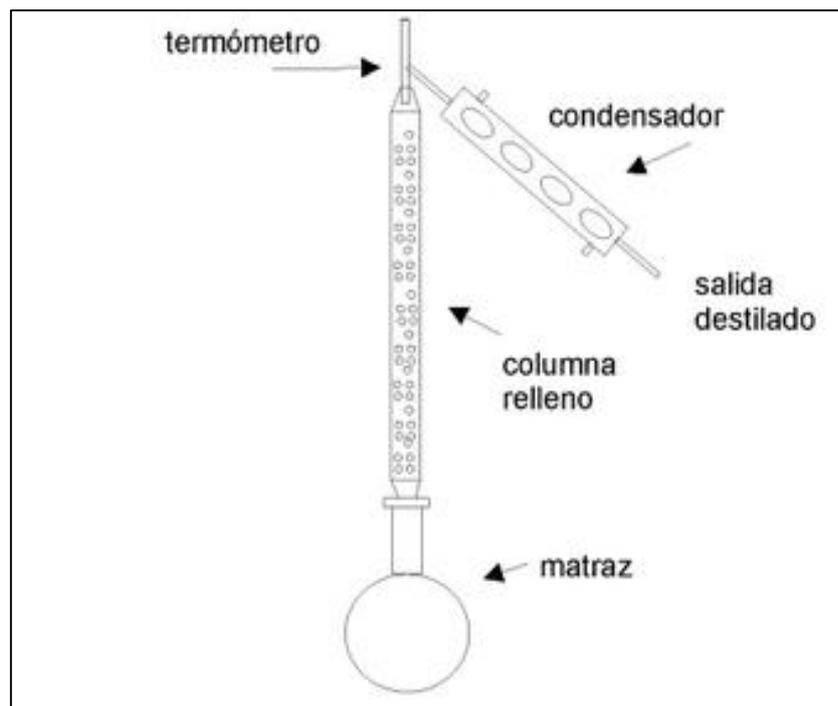
contienen otros ingredientes que cambian su comportamiento en cuanto a la solubilidad se refiere. (Ortuño F 2006)

Dado que los aceites esenciales se componen fundamentalmente de terpenos (hidrocarburos) y derivados poco solubles en agua, la mezcla como tal tampoco es totalmente soluble y forma una fase orgánica, que al tener menor densidad que el agua flota sobre ésta (algunos aceites esenciales tienen una densidad mayor que el agua). (Ortuño F 2006)

- **Rectificación a vacío**

Mediante la técnica de separación denominada rectificación o destilación fraccionada se pueden purificar aceites esenciales (eliminación de colorantes o sustancias no deseadas), separar componentes, comprobar el punto de ebullición de los componentes del aceite esencial y, en el caso de evaluar su calidad, detectar la presencia de diluyentes o disolventes añadidos. (Ortuño F 2006)

**Figura 28:** Montaje de laboratorio para rectificación



**Fuente:** (Sánchez 2006)

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

- **Cromatografía en capa fina**

La cromatografía en capa fina es una técnica empleada en química orgánica y bioquímica para la identificación de componentes en una mezcla. Dentro de las técnicas de análisis e identificación más económicas y asequibles es, sin duda, la más potente. Con un pequeño gasto en material se puede disponer de un método de análisis interesante, que por supuesto podemos utilizar para el análisis de aceites esenciales. Antes de entrar en los fundamentos de la técnica explicaremos su metodología práctica porque al ser muy simple es fácil de comprender y permite asimilar mejor la explicación teórica. (Ortuño F 2006)

Para realizar una cromatografía en capa fina de un aceite esencial son necesarias unas placas con soporte de aluminio recubiertas de gel de sílice en polvo que se comercializan en rollos para tal fin y que se pueden recortar con tijeras a las dimensiones deseadas. (Ortuño F 2006)

También se puede utilizar una placa de vidrio sobre la que se deposita una suspensión de gel de sílice en polvo en un disolvente orgánico, al evaporarse el disolvente queda una película de gel de sílice compactado sobre el vidrio, que es una aproximación a las placas comerciales en rollo. Aún más sencillo, si no se dispone de nada mejor, es recortar una tira de papel de filtro de unos 65x25 mm. (Ortuño F 2006)

Sobre la placa o tira de papel de filtro se hacen unas ligeras marcas con lápiz que indican una distancia fija, por ejemplo que estén separadas 50 mm si la longitud de la placa o el papel son 65 mm. La línea inferior debe tener por debajo de ella alrededor de 1 cm. En el centro de esta línea y con ayuda de un capilar de vidrio se deposita una o varias gotas de aceite esencial que impregnará el papel o el gel de sílice formando una especie de punto (mejor cuanto menor sea su superficie) en el centro de la línea trazada con lápiz. Inmediatamente se introduce el papel, línea inferior hacia abajo, en un tarro de cristal que contiene un disolvente orgánico o mezcla de varios, apoyando suavemente el papel para que quede vertical en el tarro, con el extremo inferior sumergido en el disolvente, procurando que la línea inferior realizada a lápiz no toque la superficie del líquido. Se cierra el tarro y se observa como el disolvente asciende por la placa debido al efecto de capilaridad. Justo cuando el disolvente toque la línea superior se saca la placa o papel del tarro. (Ortuño F 2006)

Se ha realizado un «desarrollo cromatográfico» y lo que tenemos es un «cromatograma». Una vez seco (en cuestión de minutos se evapora el disolvente) o mejor, mientras se seca, utilizaremos una lámpara ultravioleta para localizar varias manchas repartidas a lo largo de la longitud del papel o placa, entre las dos marcas realizadas a lápiz. Cada una de las manchas corresponde a un componente o grupo de componentes distinto. El número de las manchas y su posición depende del aceite esencial de que se trate, de la mezcla de disolvente empleada en el desarrollo del cromatograma y del soporte constituido por el papel o placa de gel de sílice. El tamaño de las manchas está relacionado con la cantidad de ese componente en la sustancia de partida (el aceite esencial).

Cada sustancia química simple o grupo de sustancias muy parecidas tienen el mismo valor de  $R_f$ . Para calcular este parámetro se mide la distancia desde el centro de cada mancha a la línea inferior trazada a lápiz y se divide por la distancia que separa las dos líneas trazadas a lápiz (superior e inferior). Así tendremos un  $R_f$  para cada mancha (sustancia) distinta de un cromatograma. El  $R_f$  es un valor constante y distinto para cada sustancia química. Si en un cromatograma de un aceite esencial «sospechoso» aparecen manchas con  $R_f$  distinto a las de otro realizado con aceite esencial auténtico o hay manchas que no aparecen, nos encontramos con un aceite esencial que contiene diluyentes o mezclas con otros productos o aceites esenciales. (Ortuño F 2006)

Si un aceite esencial no se separa correctamente en un disolvente es necesario realizar pruebas hasta lograr aquella mezcla de disolventes que separe todas las manchas de forma adecuada para poder calcular bien el  $R_f$  de cada una. Si no se tiene ningún dato se realiza un primer cromatograma usando diclorometano como disolvente. Si todas las manchas salen próximas a la línea superior se utilizarán una mezcla de diclorometano-hexano (a mayor cantidad de hexano, menos avanzarán las manchas en el cromatograma). Si en cambio tenemos manchas no bien separadas, cerca de la línea inferior, usaremos mezclas diclorometano-acetato de etilo (el acetato de etilo normalmente hace aumentar el valor  $R_f$  de las sustancias). Disolventes más polares como metanol, etanol, agua se emplean cuando el acetato de etilo no es suficiente para aumentar suficientemente el  $R_f$  de los componentes. (Ortuño F 2006)

Mezclas típicas son: diclorometano/hexano 1:1; 2:1; 2:3 y diclorometano/acetato de etilo 1:1; 2:1; 2:3.

La cromatografía en capa fina se emplea también como un método de análisis preliminar para seleccionar la mezcla de disolventes idónea a emplear en la cromatografía en columna, una técnica de separación preparativa empleada para separar componentes de una mezcla que se fundamenta en los mismos principios. En estos casos incluso puede que se utilicen mezclas de 3 disolventes para lograr la adecuada separación entre los componentes de la mezcla a separar. (Ortuño F 2006).

- **Otras técnicas de análisis**

Técnicas espectroscópicas como la resonancia magnética nuclear, espectroscopia infrarroja, espectrofotometría visible-ultravioleta, espectrometría de masas de baja y alta resolución, y los acoplamientos de técnicas cromatográficas de separación con técnicas de identificación de sustancias: cromatografía de gases-espectrometría de masas, constituyen un avanzado conjunto de técnicas de análisis y determinación estructural de sustancias orgánicas que se aplican con gran éxito en la elucidación de las complejas mezclas que constituyen los aceites esenciales. Para alguna de ellas, como la espectrofotometría visible-ultravioleta, los resultados son relativamente fáciles de interpretar, en otras como la resonancia magnética nuclear se requiere personal altamente cualificado. (Ortuño F 2006)

### **3.16. DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS**

Se puede determinar el rendimiento del aceite esencial para cada especie vegetal utilizada usando la relación entre el volumen de aceite esencial obtenido y la masa de la muestra vegetal. (Leal E-Torres. A. Lopez M 2013)

### **3.17. RENTABILIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR**

La economía ecuatoriana se ha caracterizado por ser proveedora de materias primas en el mercado internacional y al mismo tiempo importadora de bienes y servicios de mayor valor agregado. Los constantes e imprevistos cambios en los precios internacionales de las materias primas, así como su creciente diferencia frente a los precios de los productos de mayor valor agregado y alta tecnología, han colocado a la economía ecuatoriana en una situación de intercambio desigual sujeta a los vaivenes del mercado mundial. (SENPLADES 2012)

La transformación de la matriz productiva implica el paso de un patrón de especialización primario exportador y extractivista a uno que privilegie la producción diversificada, ecoeficiente y con mayor valor agregado, así como los servicios basados en la economía del conocimiento y la biodiversidad. Este cambio permitirá generar nuestra riqueza basados no solamente en la explotación de nuestros recursos naturales, sino en la utilización de las capacidades y los conocimientos de la población. Un proceso de esta importancia requiere que las instituciones del Estado coordinen y concentren todos sus esfuerzos en el mismo objetivo común. Los ejes para la transformación de la matriz productiva son:

- Diversificación productiva basada en el desarrollo de industrias estratégicas-refinería, astillero, petroquímica, metalurgia y siderúrgica y en el establecimiento de nuevas actividades productivas-maricultura, biocombustibles, productos forestales de madera que amplíen la oferta de productos ecuatorianos y reduzcan la dependencia del país.
- Agregación de valor en la producción existente mediante la incorporación de tecnología y conocimiento en los actuales procesos productivos de biotecnología (bioquímica y biomedicina), servicios ambientales y energías renovables.
- Sustitución selectiva de importaciones con bienes y servicios que ya producimos actualmente y que seríamos capaces de sustituir en el corto plazo: industria farmacéutica, tecnología (software, hardware y servicios informáticos) y metalmecánica.
- Fomento a las exportaciones de productos nuevos, provenientes de actores nuevos -particularmente de la economía popular y solidaria-, o que incluyan mayor valor agregado -alimentos frescos y procesados, confecciones y calzado, turismo-. Con el fomento a las exportaciones buscamos también diversificar y ampliar los destinos internacionales de nuestros productos. (*SENPLADES 2012*)

Tomando en cuenta lo anteriormente citado, además de toda la variedad de especies vegetales medicinal y aromática que existen en el país, se puede notar que la industrialización de los aceites esenciales tiene una alta rentabilidad.

Esta hipótesis se la puede plantear haciendo un análisis de los diferentes factores que pueden influir como: alto rendimiento para la extracción de aceites esenciales de las

plantas estudiadas, alta demanda de aceites esenciales en el país y el mundo, poca oferta de aceites esenciales en Ecuador, amplia biodiversidad en el país, entre otros.

Otra de las razones que se puede plantear es que es un producto que servirá como materia prima para la realización de otros productos en diferentes industrias en el país y tiene una alta probabilidad de ser exportado a otros países del mundo donde la demanda es aún mayor.

### **3.18. ANÁLISIS DEL MERCADO DE ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR**

El Ecuador, gracias a su ubicación posee una diversidad de ecosistemas que lo hacen privilegiado para el cultivo de una gran variedad de plantas medicinales. *(Villavicencio 2012)*

Las plantas medicinales, su uso y potencial para la exportación es un tema que ha tomado fuerza últimamente en el Ecuador. Se estima que en nuestro país son conocidas aproximadamente 500 especies de plantas entre medicinales y aromáticas, de ellas 228 son registradas como las más utilizadas y unas 125 como las más comercializadas. *(Aparicio 2011)*

Ecuador es un país virgen en el ámbito de industrias productoras de aceites esenciales, hay pocas fábricas dedicadas a esta actividad a pesar de ser un país mega diverso con una cantidad de flora inigualable y con una gran variedad de plantas medicinales y aromáticas. El mercado local de aceites esenciales puede ser muy amplio.

En Ecuador existen un sin número de industrias alimenticias, cosméticas y farmacéuticas, en donde se utilizan aceites esenciales. En este país no existe una industria a mediana o gran escala que se dedique a la producción de aceites esenciales, por lo tanto todas las fábricas que requieren de este producto importa de otros países. *(Villavicencio 2012)*

En el Ecuador se producen aceites esenciales de árboles como pino, eucalipto, ciprés, hierbas como la hierba luisa, albahaca, romero, menta, frutas como naranja, limón, mandarina, entre otros: palo santo, cúrcuma, cardamomo, jengibre, pimienta negra, etc. *(Proecuador 2011)*

Algunos productores de aceites esenciales en el Ecuador son miembros de asociaciones de una zona rural específica, que buscan por medio de la asociatividad

mejorar la calidad de vida y los ingresos económicos de sus miembros. (Proecuador 2011)

El volumen de importaciones de aceites esenciales en el Ecuador ha sido de 166 toneladas promedio. (Proecuador 2011).

**FIGURA 29: IMPORTACIONES DE ECUADOR DE ACEITES ESENCIALES**

Fecha Pais Exportador	2012	2013	2014	2015
Colombia	142.557.512	152.816.247	115.821.072	13.333.246
México	50.823.137	47.673.692	49.780.791	9.535.488
Estados Unidos	26.197.651	21.036.116	23.769.515	4.070.582
Perú	22.064.765	23.217.117	19.183.462	1.594.492
Panamá	13.046.493	17.168.150	14.824.098	2.441.159
Chile	7.360.620	12.169.639	15.082.217	2.037.061
Desconocido	223.475	7.031.478	24.295.904	8.613.533
España	8.709.569	5.452.990	5.461.100	1.197.673
Brasil	7.445.873	5.735.009	5.761.445	615.192
Italia	6.081.644	4.679.668	4.419.738	809.294
Otros	37.526.050	25.153.502	22.494.303	4.235.546
<b>Total</b>	<b>322.036.789</b>	<b>322.133.608</b>	<b>300.893.646</b>	<b>≠ 48.483.264</b>

\*valor total del primer trimestre del 2015

**FOB ANUAL USD**

**FUENTE:** <http://trade.nosis.com>

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

La grafica 28 muestra que la mayoría de importaciones que Ecuador ha hecho en los últimos años, se realizan desde países de Latinoamérica, sin embargo países como España e Italia también realizan exportaciones hacia nuestro país. En general, se observa un promedio estable en los últimos años, con un ligero decaimiento en el 2014.

La estructura de aceites esenciales en el mercado nacional es:

- Los que abastecen el mercado de aceites esenciales
- Los consumidores del producto
- Los exportadores o re-exportadores. (Proecuador 2011)

• **FIGURA 30:** EXPORTACIONES DE ECUADOR DE ACEITES ESENCIALES

Fecha País Importador	2012	2013	2014	2015
México	44.565	12.373		
Perú	17.929.694	9.627.464	3.810.956	292.432
Colombia	14.177.988	7.970.585	2.679.243	819.579
Estados Unidos	106.453	386.579	1.988.924	478.749
Venezuela	722.668		13.607	
Cuba	665.130	255.743	223.238	60.375
Desconocido	3.922	1.056.433	856.447	136.725
Bolivia	570.496	194.034	89.694	5.161
Panamá	415.390	67.808	131.878	36.628
Países Bajos	154.840	76.516	219.691	50.802
Otros	1.590.735	767.472	87.620	24.664
<b>Total</b>	<b>36.381.883</b>	<b>20.415.006</b>	<b>10.101.300</b>	<b>* 1.905.113</b>

\*valor total del primer trimestre del 2015

**FOB ANUAL USD**

**FUENTE:** <http://trade.nosis.com>

**Elaborado por:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

La figura 29 nos muestra las exportaciones realizadas por el país de aceites esenciales y afines, en los últimos años, donde se puede observar que estas son realizadas a países de la región, y se concluye que dichas exportaciones se pueden ampliar si se realiza un cambio a nivel de estas industrias, para potencializarlas y poder satisfacer mercado interno y lograr mayores exportaciones.

### **3.19. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LOS ACEITES ESENCIALES EN ECUADOR**

En Ecuador, no se encuentran datos estadísticos significativos sobre la producción y comercialización de aceites esenciales, todos los productos que las empresas utilizaban eran importados y en su mayoría sintéticos. (Robles 2009)

Actualmente se encuentran en el país empresas que producen AE crudos, estas han incursionado en este campo gracias a empresas comunitarias que promueven el desarrollo rural. (Robles 2009)

La calidad del aceite es determinante a la hora de fijar el precio de un producto, además varía de acuerdo con la materia prima de la cual se extraen los distintos AE. En

lo que a calidad se refiere es muy importante la fragancia, el olor o sabor y por ende la estabilidad y perdurabilidad de estas características en el tiempo. (Robles 2009)

No obstante, para determinar un buen precio de los aceites esenciales, es necesario la aplicación de procesos complementarios, para determinar una mejor calidad al producto como por ejemplo la esterificación, el lavado, la estandarización; además del desterpenado, considerado muy importante en los AE de cítricos, que contienen entre el 60 y 90% de terpenos. (Robles 2009)

**FIGURA 31:** COMPARACIÓN DE PRECIOS DE ACEITES ESENCIALES SEGÚN SU CALIDAD EN ECUADOR

ACEITE ESENCIAL	AE CRUDO \$/KILO	AE TEN FOLD O 10X \$/KILO
<b>Mandarina</b>	145.80	709.5
<b>Limón</b>	45.90	135
<b>Naranja</b>	41.89	418.9

FUENTE: (Robles 2009)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Los demás aspectos determinantes en la formación del precio del producto son; el rendimiento de extracción de cada vegetal (razón por la cual cada aceite esencial tiene su propio precio); los costos de fabricación y logística. (Robles 2009)

**FIGURA 32:** PRECIOS DE ALGUNOS ACEITES ESENCIALES DE 2 EMPRESAS EN ECUADOR

Aceite Esencial	<b>Siacuma</b>	<b>Chankuap</b>
	1 lt	1 lt
EUCALIPTO	90	80
NARANJA	-----	120
CARDAMONO	300	-----
JENGIBRE	350	-----
PALO SANTO	500	-----
GUAVIDUCA	400	-----
HIERBA LUISA	350	300

FUENTE: (Robles 2009)

Elaborado por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

#### **4. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO**

Con la realización del presente trabajo de titulación se logró generar un aporte que incluye varios campos como el económico, teórico y científico.

Se realizó una revisión bibliográfica que comprendió todos los métodos de extracción de aceites esenciales además de las especies vegetales autóctonas de la provincia de Manabí. De esta manera se logró hacer un aporte teórico sobre este tipo de investigaciones.

Además, se realizó una valoración de los diferentes métodos de extracción para poder escoger métodos adecuados y realizar los ensayos experimentales con las muestras de las especies vegetales escogidas.

Se realizó un análisis comparativo de los rendimientos de las plantas estudiadas, con los datos obtenidos en la revisión bibliográfica, para de esta manera tener datos que contribuyan al desarrollo de nuevas investigaciones sobre este tema.

Para la realización de los ensayos experimentales se necesitó de varios materiales y equipos de laboratorio, para lo cual se implementó un sistema de extracción de aceites esenciales, el cual está conformado por: una manta calefactora, un balón de destilación fondo plano de 1000 ml, un colector tipo “Clevenger”, un condensador y un termómetro, con lo cual se busca poder aportar al crecimiento de la escuela de Ingeniería Química porque se tendrá mayor facilidad en el desarrollo de futuros trabajos en este ámbito.

## **5. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **5.1.HIPÓTESIS**

Las plantas autóctonas de Manabí tienen rendimientos considerables, para la extracción de aceites esenciales con potenciales de industrialización.

### **5.2.DEFINICIÓN DE VARIABLES**

#### **5.2.1. Variable dependiente**

Rendimiento de aceites esenciales en las diferentes especies de plantas estudiadas.

#### **5.2.2. Variable independiente**

Mecanismos de extracción de aceites en las diferentes especies de plantas estudiadas.

### 5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>Variable Dependiente:</b> <i>Rendimiento de aceites esenciales en las diferentes especies de plantas estudiadas</i>				
<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ITEMS</b>	<b>TÉCNICA</b>
<b>Las diferentes plantas en estudio poseen un alto rendimiento, debido a sus características y propiedades, que las vuelven idóneas para el proceso de para la extracción de aceites esenciales</b>	Aceites esenciales	Definición de aceites esenciales e historia de su uso	Comparaciones de resultados obtenidos en las prácticas con los recolectados en las diferentes citas bibliográficas.	<b>-Revisión bibliográfica</b> <b>-Análisis experimentales en el laboratorio</b>
	Composición de aceites esenciales	Estudio de los diferentes compuestos que están presentes en los aceites esenciales		
	Características de las plantas autóctonas en estudio	Análisis de las composiciones de las plantas autóctonas de Manabí		
	Rendimientos de plantas autóctonas	Evaluación y separación de las plantas con mayor rendimiento para extracción de aceites esenciales		
<b>Autores: Del Valle Solórzano Héctor, Zambrano Delgado Gonzalo</b>				

**Variable Independiente:** *Mecanismos de extracción de aceites en las diferentes especies de plantas estudiadas*

CONCEPTUALIZACION	CATEGORIA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
<p><b>Existen diversos métodos para la extracción de aceites esenciales, los cuales poseen distintos procedimientos que sirven para conservar las características de las partes de la planta que se quiere estudiar, como pueden ser el forraje, el fruto, las flores y las hojas.</b></p>	<p>Evaluación de diferentes métodos de extracción</p>	<p>Análisis de las diferentes metodologías de los procesos de extracción</p>	<p>Evaluación de todos los métodos existentes para la elección de los más adecuados para el análisis de los rendimientos de las plantas autóctonas.</p>	<p><b>-Análisis experimentales en el laboratorio</b> <b>-Revisión bibliográfica</b></p>
	<p>Selección de los métodos adecuados para la extracción de las plantas escogidas</p>	<p>Elección de los métodos que se utilizaran en la investigación</p>		
	<p>Extracción por solventes</p>	<p>El material se pone en contacto con una corriente de solvente hasta que éste se apodera de toda la esencia y, seguidamente, se separa por destilación.</p>		
	<p>Extracción por arrastre de vapor</p>	<p>Consiste en separar sustancias insolubles en agua, así compuestos orgánicos de alto punto de ebullición son destilados con rapidez, al ser arrastrados por el vapor.</p>		
<p><b>Autores: Del Valle Solórzano Héctor, Zambrano Delgado Gonzalo</b></p>				

## **6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación consiste en el análisis de los resultados obtenidos en las prácticas experimentales, en conjunto con la revisión del material bibliográfico, y de esta manera poder determinar cuál de las plantas estudiadas es la que mayor rendimiento tiene para la obtención de aceites esenciales y por ende se determinará su potencial de industrialización.

**6.1. CAMPO DE ACCIÓN:** El presente trabajo investigativo tiene como campo de acción el área de Operaciones Unitarias en ingeniería, debido a que se utilizó la destilación por arrastre de vapor como operación principal para la extracción de los aceites esenciales.

### **6.2.OBJETIVO GENERAL**

- Extraer aceites esenciales de plantas autóctonas de la provincia de Manabí, Menta (*Mentha Piperita* L.); palo santo (*Bursera Graveolens*); hierba luisa (*Cimbopongón Citratus*); para determinar sus rendimientos y sus potenciales de industrialización.

### **6.3.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

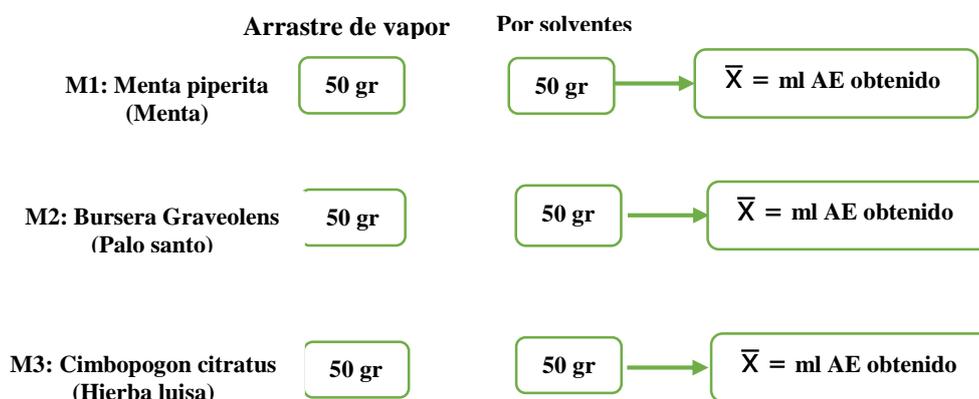
- Identificar las especies de plantas autóctonas con mayor cantidad de aceites esenciales de la provincia de Manabí, mediante información secundaria.
- Extraer mediante arrastre de vapor y por solventes los aceites esenciales contenidos en las especies de plantas estudiadas.
- Comparar los resultados obtenidos, de extracción de aceite esencial con los reportados en la literatura.
- Implementar los equipos de laboratorio necesarios para la extracción de aceites esenciales.

## 6.4.DISEÑO EXPERIMENTAL

Se procedió a realizar 3 ensayos por cada tipo de planta en estudio. Los resultados fueron expresados en mililitros (ml) de aceite esencial obtenido. A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de la varianza (ANOVA, de analysis of variance) el cual sirve para hacer inferencias sobre las medias de varias variables aleatorias. (Ross 2007).

Al final se evaluó la cantidad promedio de aceite esencial obtenido en los 3 ensayos, por cantidad de materia prima procesada y el tiempo que se tardó en extraer el aceite esencial de la muestra para hacer una estimación a gran escala y poder ver su rentabilidad. Además de la extracción por arrastre de vapor, se realizaron ensayos con solventes orgánicos (metanol), y con los resultados obtenidos en estos ensayos se pudo realizar un análisis diferencial entre los 2 métodos utilizados y así se pudo determinar cuál es el más rentable.

**FIGURA 33:** DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN



**FUENTE:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

## 6.5.TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas fueron mediante ensayos experimentales de laboratorio, los cuales estén aplicados a normas vigentes.

Para la realización de los ensayos, se realizaron 3 réplicas por cada planta estudiada, para de esta manera poder obtener varios resultados y mediante la diferencia de rendimientos poder realizar un análisis estadístico.

## 6.6.MÉTODOS

Entre los diferentes métodos que se utilizaron para desarrollar la presente investigación constan los siguientes:

- **Revisión de información secundaria:** Se realizó una revisión de toda la información bibliográfica recolectada con el cual se pudo determinar el método de extracción adecuado para la extracción de aceites esenciales.
- **Ensayos experimentales:** Una vez determinado los métodos experimentales adecuados, se procedió a realizar la extracción por arrastre de vapor y la extracción con solventes a cada una de las plantas en estudio, siguiendo las normativas vigentes.
- **Métodos estadísticos:** Con los datos obtenidos en cada una de los ensayos, se procedió a realizar un análisis estadístico basado en un estudio comparativo de la variabilidad, comparando las medias muestrales de cada uno de los prototipos de las plantas en estudio en relación de la cantidad de aceite esencial obtenido de cada una de ellas.

De esta manera se pudo realizar un análisis comparativo de los rendimientos de las plantas para la extracción de aceites esenciales y se logró hacer una determinación a gran escala para observar sus potenciales de industrialización.

El análisis comparativo se lo realizó con la ayuda de programas como Microsoft Excel.

## **7. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Las muestras de las plantas estudiadas fueron obtenidas mediante un muestreo al azar, en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí y en el sitio Sosote del cantón Rocafuerte, luego llevadas al laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Posterior a esto, se prepararon las muestras para realizar los ensayos en el laboratorio, pasando por análisis proximales de valoración, hasta la selección de métodos de extracción, bajo diferentes condicionamientos con la finalidad de comparar rendimientos de las especies estudiadas.

### **7.1.OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES**

Para la obtención de los aceites esenciales, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

#### **8.1.1 Recolección del material**

Se hace desplazamientos a los lugares en los que se encuentran las especies y se recolectan muestras representativas (calculadas en mínimos a partir de la capacidad del tanque extractor, así: hojas = 500 g y corteza = 500 g) de cada una, y se somete a los tratamientos previos a la extracción.

#### **8.1.2 Pretratamiento de la materia prima**

- Limpieza: Se separa manualmente el material inorgánico y orgánico que no pertenece a la especie a trabajar como: polvo, raíces, hojas..., requiriéndose en algunos casos de un lavado.
- Separado: Se hace una separación manual en las partes principales de cada especie: corteza, hojas; según el caso específico.
- Reducción de tamaño: Se corta el material en partes pequeñas con la ayuda de tijeras y cuchillos (1x1 cm hojas y corteza) para aumentar el área de contacto material - vapor.
- Proceso de extracción: Una vez preparadas las muestras, se procede a realizar el montaje del equipo de extracción, para luego comenzar con la operación.

## **7.2.EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL**

### **Extracción por arrastre de vapor de agua**

**Precaución:** Antes de comenzar use sus lentes de seguridad, su bata, zapatos cerrados y una toalla, franela o jerga para manipular el material caliente. Evite cortaduras.

- Se monta el aparato de destilación por arrastre de vapor, cuidando que no hayan fugas en los tapones y conexiones. Se manejan las conexiones de vidrio usando una franela, para no exponer las manos.
- La distancia entre ambos balones debe ser la más pequeña posible, para asegurar que la presión de vapor sea suficiente.
- En el balón generador de vapor se coloca 2/3 de volumen de agua.
- En el segundo, el balón de destilación, se colocan 200 g de una especie, ya sea menta, palo santo o hierba luisa y además de 10-20 ml de agua.
- Se cuida que ninguna conexión o manguera estuviera forzada para evitar que se revienten por el exceso de presión interna.
- Cuando se comienza a calentar el generador de vapor de agua, recordar que antes de apagarlo, al terminar, se debe destapar el segundo matraz para evitar que sustancia problema se regrese al primer matraz.
- La destilación continua hasta que el destilado no presentara ninguna turbidez, gotitas oleosas o si el generador tiene poca agua.

### **Extracción por solventes**

- Para esta operación se utilizan 2 tipos de técnicas: por arrastre del vapor del solvente y por destilación directa de la muestra macerada con solvente.
- Se monta el aparato de destilación, cuidando que no hubiera fugas en los tapones y conexiones. Se manejan las conexiones de vidrio usando una franela, para no exponer las manos.
- La muestra se pone en contacto con disolventes orgánicos (metanol) los cuales solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una oleoresina.

- Se procede a realizar la extracción procurando el adecuado control de temperaturas para vigilar los puntos de ebullición de las sustancias.
- Otro tipo de extracción por disolventes, es la extracción alcohólica o maceración, en la cual la materia orgánica reposa en soluciones de alcohol por periodos de tiempo definidos. Los aceites esenciales son recuperados evaporando el alcohol, generalmente en rotavapores.

**7.3. TOMA DE DATOS:** Se inició una vez que comenzó la generación de vapor (tiempo cero). Los datos recopilados fueron: temperaturas a la entrada y salida del agua de enfriamiento, en la cámara de extracción y al condensado producido; caudal de agua de enfriamiento y de condensado. Tomados cada 10 minutos hasta terminada la operación. Las temperaturas fueron medidas con un termómetro digital de infrarrojo

**7.4. SEPARADO Y ENVASADO DEL PRODUCTO:** Transcurrido el tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento, se recogió el producto con una jeringa de 3 mL y la mezcla agua – aceite, sobrante en el condensador se envasó y se dejó reposar por un período de 24 horas para luego retirar el aceite allí contenido. El producto fue envasado en recipientes de vidrios pequeños y refrigerado para su conservación.

## 8. RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

### 8.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS AUTÓCTONAS CON MAYOR CANTIDAD DE ACEITES ESENCIALES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, MEDIANTE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Luego de realizar una extensa revisión bibliográfica, se logró reconocer una gran variedad de especies vegetales en la provincia y en el país. Para realizar esta investigación se tomó en cuenta plantas autóctonas de Manabí y según las citas bibliográficas consultadas las plantas con mayor rendimiento para la extracción de aceites esenciales son las siguientes:

**TABLA 5:** PRINCIPALES RENDIMIENTOS PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS DE MANABÍ

<b>Especie vegetal</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Albahaca</b>	0.03-0.07%
<b>Hierba luisa</b>	0.01-10%
<b>Cilantro</b>	0.2-0.5%
<b>Menta</b>	1-2.5%
<b>Orégano</b>	1-1.5%
<b>Palo santo</b>	2.70-3.50%
<b>Ruda</b>	0.15-0.3%

Fuente: JIMA (2011)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

### 8.2. EXTRACCIÓN MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS (ARRASTRE DE VAPOR Y POR SOLVENTES) LOS ACEITES ESENCIALES CONTENIDOS EN LAS ESPECIES DE PLANTAS ESTUDIADAS

Luego de haber estudiado las especies vegetales con las que se iba a trabajar, se escogió 3 especies para este estudio: menta, palo santo y hierba luisa, por ser 3 de las plantas de la provincia con mayor rendimiento para la extracción de aceites esenciales.

Posteriormente, se procedió a evaluar cada uno de los métodos de extracción que se podía utilizar para realizar esta operación, poniéndose más énfasis en la

extracción por arrastre de vapor y extracción por solventes, por ser estas las más utilizadas en investigaciones pasadas sobre este tema. Luego de esto, se procedió a realizar la siguiente cronología de pasos:

### **Extracción por arrastre de vapor: Método 1**

- Se montó el aparato de destilación por arrastre de vapor, cuidando que no hayan fugas en los tapones y conexiones. Se manejaron las conexiones de vidrio usando una franela, para no exponer las manos.
- En primera instancia se utilizó un balón de destilación el cual contenía la muestra y este se colocaba en la manta calefactora a calentamiento directo, y la fuente de vapor provenía de la humedad propia de la planta.
- Se cuidó que ninguna conexión o manguera estuviera forzada para evitar que se revienten por el exceso de presión interna.
- Se inició el proceso de destilación, donde se anotó datos como: temperatura de la muestra al inicio, cantidad de muestra procesada, hora de inicio. Estos valores fueron controlados en un tiempo determinado y además se controló el volumen de líquido recuperado y por ende, el volumen de aceite esencial que se separaba del destilado.
- La destilación continuó hasta que el destilado no presentara ninguna turbidez o gotitas oleosas.

**Observación:** Se dejó de utilizar este método, debido a que por la alta temperatura a la que se sometía la muestra, provocaba que esta se carbonizara lo cual interfirió en la calidad del aceite esencial que se obtuvo en este ensayo.

### **Extracción por arrastre de vapor: Método 2**

- Se montó el aparato de destilación por arrastre de vapor, cuidando que no hayan fugas en los tapones y conexiones. Se manejan las conexiones de vidrio usando una franela, para no exponer las manos.
- La distancia entre ambos balones fue la más pequeña posible, para asegurar que la presión de vapor fuera suficiente.
- En el balón generador de vapor se colocó 400 ml de agua.

- En el segundo, el balón de destilación, se colocó un peso conocido de una especie, ya sea menta, palo santo o hierba luisa y además de 10-20 ml de agua.
- Se cuidó que ninguna conexión o manguera estuviera forzada para evitar que se revienten por el exceso de presión interna.
- Cuando se comenzó a calentar el generador de vapor de agua, se procedió a anotar datos como: temperatura de la muestra al inicio, cantidad de muestra procesada, hora de inicio. Estos valores fueron controlados en un tiempo determinado y además se controló el volumen de líquido recuperado y por ende, el volumen de aceite esencial que se separaba del destilado.
- La destilación continua hasta que el destilado no presentara ninguna turbidez, gotitas oleosas o si el generador tiene poca agua.

### **Extracción por solventes**

- Para esta operación se utilizó la técnica de destilación directa de la muestra macerada con solvente.
- Se monta el aparato de destilación, cuidando que no hubiera fugas en los tapones y conexiones. Se manejan las conexiones de vidrio usando una franela, para no exponer las manos.
- La muestra se puso en contacto con disolventes orgánicos (metanol al 95%) por un tiempo de 12 horas, los cuales solubilizaron la esencia, pero también solubilizaron y extrajeron otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una oleorresina.
- Se procedió a realizar la extracción procurando el adecuado control de temperaturas para vigilar los puntos de ebullición de las sustancias.
- Cuando se comenzó la operación, se procedió a anotar datos como: temperatura de la muestra al inicio, cantidad de muestra procesada, hora de inicio. Estos valores fueron controlados en un tiempo determinado y además se controló el volumen de líquido recuperado y por ende, el volumen de aceite esencial que se separaba del destilado.
- La operación termino cuando no se obtenía un volumen de destilado considerable.

**Observación:** En este método, debido a que por la alta temperatura a la que se sometía la muestra, provocaba que esta se carbonizara lo cual interfirió en la calidad del aceite esencial que se obtuvo en este ensayo, además que las cantidades de aceite esencial fueron mínimas y el resto quedaba disuelto en el solvente destilado, para lo cual, se procedió a realizar una centrifugación, pero no dio resultados positivos, porque el volumen de aceite esencial obtenido siguió siendo mínimo.

Se utilizaron 2 tipos de métodos de extracción como son: extracción por arrastre de vapor y extracción por solventes. Cada uno de estos métodos se realizó respetando las mismas condiciones de operación para los diferentes tipos de muestras.

El método #1 es la extracción por arrastre de vapor, donde se trabajó con dos procesos diferentes:

- En el primer proceso, se utilizó el agua contenida en la planta para la generación de vapor necesario para la extracción de aceite esencial. Se colocó la muestra en el balón de destilación y se empezó la operación controlando el aumento de temperatura, el volumen de recuperado, la cantidad de aceite esencial obtenido y el peso de la muestra seca.
- En el segundo proceso, se utilizó un volumen conocido de agua el cual estaba contenido en el balón de destilación para la generación de vapor, con la implementación de un balón de reserva con 2 bocas donde se contenía la muestra. Por arrastre de vapor se obtuvieron los siguientes resultados:

**TABLA 6:** RESULTADOS OBTENIDOS EN EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR

<b>Extracción por arrastre de vapor</b>				
<b>MUESTRA</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>AE obtenido</b>
<b>Menta</b>	50 g	50 g	50 g	0.5 ml
<b>Palo santo</b>	50 g	50 g	50 g	2.7 ml
<b>Hierba luisa</b>	200 g	200 g	200 g	3.9 ml

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

El método #2 es la extracción con solventes, donde se puso a macerar un peso de muestra conocido con un volumen de solvente igual al peso de la muestra, durante un periodo de tiempo de 12 horas.

Luego de esto, se sometió a destilación la muestra macerada donde se controló el volumen de solvente recuperado y las temperaturas de operación. El solvente utilizado fue metanol al 95%. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**TABLA 7: RESULTADOS OBTENIDOS EN EXTRACCIÓN POR SOLVENTE**

<b>Extracción por solventes</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>AE obtenido</b>
<b>Menta</b>	50 g	50 g	0.2 ml
<b>Palo santo</b>	50 g	50 g	0.7 ml
<b>Hierba luisa</b>	100 g	100 g	0.3 ml

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Para la extracción por solventes, se realizaron 2 réplicas, debido a que en este ensayo, después de haber transcurrido un periodo de tiempo, se empezó a carbonizar la muestra y los resultados eran mínimos. Por esta razón se procedió a paralizar este ensayo para evitar que se siga deteriorando el matraz de destilación.

**FIGURA 34: CARBONIZACIÓN DE LA MUESTRA EN EXTRACCIÓN CON SOLVENTES**



**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Los resultados obtenidos, fueron anotados según se iban realizando los ensayos para cada tipo de planta con sus respectivas réplicas, además de datos como temperaturas, tiempos de operación volúmenes recuperados, volúmenes de aceite esencial obtenidos, y son los siguientes:

**TABLA 8:** DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE PALO SANTO

<b>Palo santo (Bursera Graveolens)</b>														
<b>ENSAYO 1</b>			<b>ENSAYO 2</b>			<b>ENSAYO 3</b>			<b>ENSAYO 4</b>			<b>ENSAYO 5</b>		
<b>Muestra: 50 g</b>			<b>Muestra: 50 g</b>			<b>Muestra: 50 g</b>			<b>Muestra: 50 g</b>			<b>Muestra: 50 g</b>		
<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: con solvente</b>			<b>Extracción: con solvente</b>		
<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>
0	30	-----	0	30	-----	0	38	-----	0	48	-----	0	52	-----
8	90	0,5	8	90	0,5	8	89	0,5	7	60	0,5	6	62	0,5
10	92	10	12	92	16	15	90	16	15	62	50	15	63	48
20	93	38	25	92	54	30	90	72	30	68	61	30	73	65
30	93	76	40	92	107	45	90	118	45	85	68	45	82	77
50	93	130	55	91	148	60	92	157	60	90	76	60	91	84
60	93	168												
<b>RESIDUO: 103 g AE obt: 0.9 ml</b>			<b>RESIDUO: 112g AE obt: 1 ml</b>			<b>RESIDUO: 107g AE obt: 0.8 ml</b>			<b>RESIDUO: 73 g AE obt: 0.1 ml</b>			<b>RESIDUO: 68 g AE obt: 0.2 ml</b>		

Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**FIGURA 35:** EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE PALO SANTO



**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Para la extracción de aceite esencial de palo santo, se realizaron ensayos con muestras de 50 g, compuesta de astillas y virutas. Se trabajó con un peso reducido de muestra debido a que el tamaño de las partículas era grande y ocupaban mayor espacio en el balón de reserva que las muestras de las otras plantas.

El equipo fue instalado como se muestra en la figura 33, tomando en cuenta todas las precauciones y pasos de la metodología.

A pesar de que la muestra era inferior a la muestra de hierba luisa, se pudo obtener un rendimiento mayor en la extracción de aceites esenciales, en relación a las otras muestras estudiadas.

Este resultado positivo se obtuvo en los 2 métodos utilizados, sin embargo, en la extracción con solventes, al colocar la muestra macerada en el balón de destilación, se observó que pasado un tiempo determinado, como la muestra se iba carbonizando de a poco e iba deteriorando la calidad del aceite esencial obtenido.

**TABLA 9:** DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBA LUISA

<b>Hierba Luisa (Cymbopogon citratus)</b>														
<b>ENSAYO 1</b>			<b>ENSAYO 2</b>			<b>ENSAYO 3</b>			<b>ENSAYO 4</b>			<b>ENSAYO 5</b>		
<b>Muestra: 200 g</b>			<b>Muestra: 200 g</b>			<b>Muestra: 200 g</b>			<b>Muestra: 100 g</b>			<b>Muestra: 100 g</b>		
<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: con solvente</b>			<b>Extracción: con solvente</b>		
<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>
0	28	-----	0	32	-----	0	40	-----	0	35	-----	0	35	-----
10	80	-----	10	50	-----	15	58	-----	10	68	0,5	12	66	0,5
18	88	0,5	16	88	0,5	30	88	0,5	30	82	38	30	79	29
30	90	10	30	90	10	40	90	26	40	87	50	40	89	53
40	90	21	45	90	19	50	90	28	50	90	57	50	90	56
50	90	32	60	90	24	60	93	33	60	90	61	60	91	62
60	90	38	80	92	36									
<b>RESIDUO: 154 g AE obt: 1,4 ml</b>			<b>RESIDUO: 138g AE obt: 1,2 ml</b>			<b>RESIDUO: 110g AE obt: 1.4 ml</b>			<b>RESIDUO: 76 g AE obt: 0.2 ml</b>			<b>RESIDUO: 72 g AE obt: 0.1 ml</b>		

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano, H - Zambrano Delgado, G (2015)

**Figura 36:** EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR PARA HIERBA LUISA  
ESQUEMA #1



ESQUEMA #2



**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Para la extracción del aceite esencial de la hierba luisa, se tomaron en cuenta los dos métodos utilizados para las tres especies estudiadas, pero la extracción por arrastre de vapor se la hizo de 2 formas distintas: la figura 3 muestra el esquema #1 utilizado, el cual consiste en utilizar el agua contenida en la planta como fuente generadora de vapor; y la figura 35 muestra el esquema #2, con un volumen conocido de agua como fuente generadora de vapor, colocado por separado en la parte inferior de la muestra.

Cuando se trabajó con el vapor procedente de la humedad que contenía la planta, se colocó la muestra en el balón de destilación, a calor directo, lo que provocó que la muestra se carbonizara y el aceite esencial perdiera calidad. Y cuando se trabajó con el vapor generado por el volumen de agua colocado en el balón de destilación, se obtuvo un volumen de aceite esencial considerable, y de mayor calidad.

Al realizar los ensayos para la extracción con solventes, se obtuvo un rendimiento bastante bajo en relación con los ensayos con arrastre de vapor, lo que es causado por la disolución del aceite en el solvente y es necesario realizar operaciones complementarias para la separación, como por ejemplo una centrifugación. Sin embargo no se obtuvieron resultados positivos al realizar esta operación, debido a que la cantidad de aceite esencial separada fue mínima.

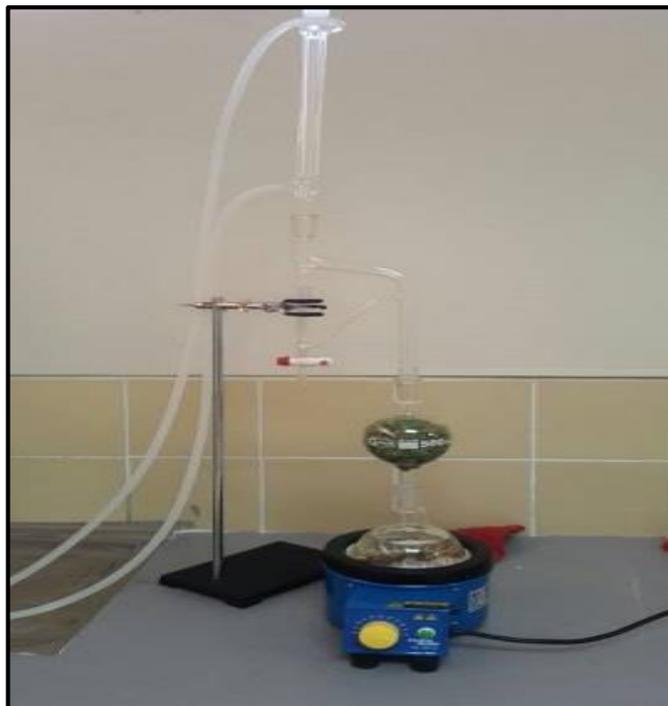
**TABLA 10:** DATOS OBTENIDOS EN LAS EXTRACCIONES DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBA LUISA

<b>Menta (Mentha piperita)</b>														
<b>ENSAYO 1</b>			<b>ENSAYO 2</b>			<b>ENSAYO 3</b>			<b>ENSAYO 4</b>			<b>ENSAYO 5</b>		
<b>Muestra: 80 g</b>			<b>Muestra: 50 g</b>											
<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: Arrastre de vapor</b>			<b>Extracción: con solvente</b>			<b>Extracción: con solvente</b>		
<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>	<b>t (min)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Vol rec (ml)</b>
0	30	-----	0	30	-----	0	30	-----	0	42	-----	0	38	-----
16	90	0,5	14	90	0,5	14	90	0,5	4	70	0.5	5	62	0.5
30	91	50	30	92	49	30	90	39	8	74	15	9	71	11
40	91	94	40	91	96	40	91	88	11	73	33	14	75	35
50	92	113	50	91	107	50	92	110	15	83	50	18	77	48
60	91	128	60	91	124	60	92	119						
<b>RESIDUO: 91 g AE obt: 0.2 ml</b>			<b>RESIDUO: 73 g AE obt: 0.1 ml</b>			<b>RESIDUO: 69 g AE obt: 0.2 ml</b>			<b>RESIDUO: 34 g AE obt: 0.1 ml</b>			<b>RESIDUO: 37 g AE obt: 0.1 ml</b>		

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**FIGURA 37:** EXTRACCION POR ARRASTRE DE VAPOR PARA MENTA



**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Para la extracción del aceite esencial de menta, se utilizaron muestras de 80 y 50 g de hojas y tallos de menta. Fueron utilizados los 2 métodos antes mencionados.

En general, la menta fue la planta que menor rendimiento generó para la extracción de aceites esenciales. Hubo problemas porque la cuantificación de los volúmenes de aceite esencial obtenidos fueron mínimos.

Los datos de bajo rendimiento fueron obtenidos tanto en la extracción por arrastre de vapor como en la extracción por solventes, tomando en cuenta los rendimientos de las otras especies estudiadas, para lo cual se hizo necesario recurrir a las referencias bibliográficas para verificar si lo acontecido en los ensayos era verídico o se estaba realizando mal la operación de extracción para la menta.

Una vez revisada la bibliografía, se pudo denotar que la menta posee un rendimiento relativamente bajo en comparación con el palo santo y la hierba luisa, por lo cual se logró determinar que el ensayo era realizado de la manera correcta, entonces, lo que probablemente interfirió en el volumen obtenido de aceite esencial de menta, fue la poca materia prima que se procesó por ensayo.

## **9. ANÁLISIS DE LOS DATOS**

### **9.1.COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL CON LOS REPORTADOS EN LA LITERATURA**

Para hacer la comparación de los resultados obtenidos en los diferentes tipos de ensayos y en los diferentes tipos de plantas estudiadas, se procedió a realizar tablas y gráficas de relaciones, con la ayuda de programas como Microsoft Excel.

Para realizar el análisis comparativo fue necesario tomar en cuenta las siguientes estimaciones:

Se realizaron 2 métodos de extracción, por arrastre de vapor al cual se le ha designado el número 1, y la extracción con solventes que se le ha designado con el número 2. Para reconocer el tipo de muestra que se está trabajando se ha tomado en consideración la inicial del nombre de la planta seguida del método que se utilizó para la extracción, por ejemplo; H2: hierba luisa por solvente.

Para todos los ensayos por arrastre de vapor se tomó como base la misma cantidad de agua (400ml) aplicada para producción de vapor.

Para las extracciones con solvente se tomaron en cuenta las estimaciones de proporción de solvente en relación a la cantidad de muestra con la densidad unificada es decir una relación 1:1.

Todas las muestras fueron realizadas en triplicado para cada una de las especies de planta en estudio. Y el tiempo de proceso de extracción fue de 60 minutos, la temperatura también fue a un valor constante de incremento hasta un valor máximo de 90°, sin embargo varias muestras por factores del solvente comenzaban a ebulir a menor temperatura. Estos dos factores fueron considerados como constantes para conservar la linealidad de los resultados en el experimento.

No se realizó ningún experimento con recuperación por solvente o por recuperación de vapor, aunque si existen valores estimados de cantidad de agua consumida en cada una de las muestras.

- **Relación de la cantidad de aceite por muestras**

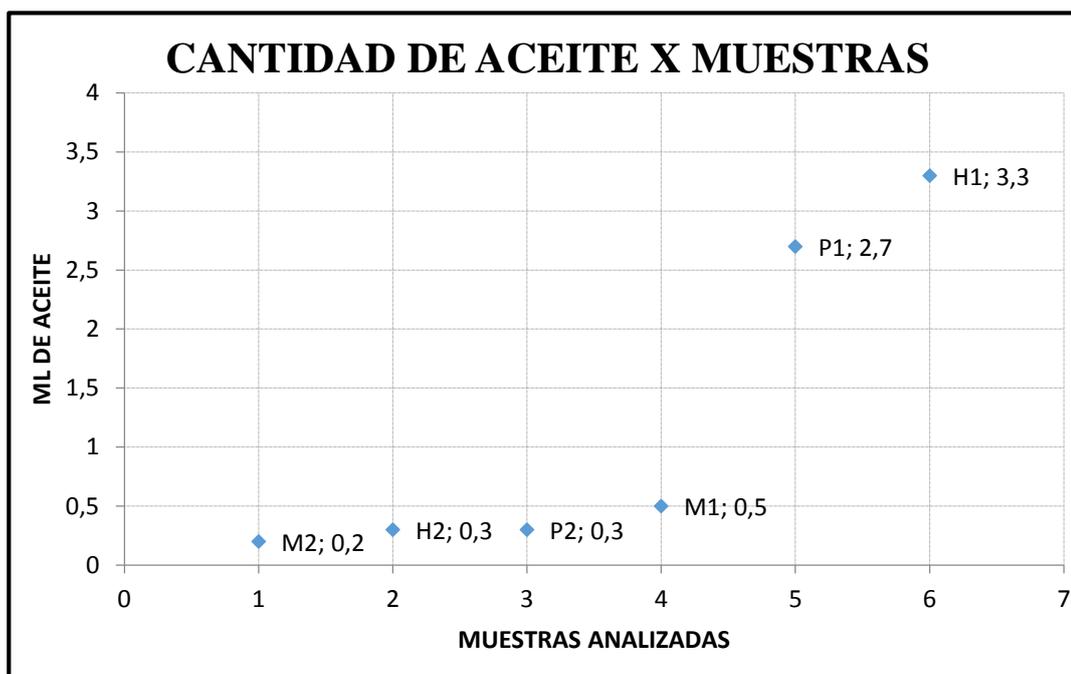
**TABLA 11:** RELACIÓN DE LAS CANTIDADES DE RESIDUOS Y AE OBTENIDOS POR CANTIDAD DE MUESTRA PROCESADA

#	MUESTRAS	CANTIDAD MP (g)	CANTIDAD RESIDUO (g)	CANTIDAD AE OBT (ml)
1	M2	100	71	0,2
2	H2	200	148	0,3
3	P2	100	141	0,3
4	M1	180	233	0,5
5	P1	150	322	2,7
6	H1	500	402	3,3

Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**GRAFICO 1:** CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO POR MUESTRA PROCESADA



Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

En el gráfico 1 observamos una relación de la cantidad de aceites esenciales obtenidos por la cantidad de materia prima que se utilizó de cada planta y tomando en cuenta los dos métodos de extracción que utilizamos donde apreciamos que por el método de extracción por solvente no difiere en la cantidad de aceites esenciales obtenidos por lo que se observa la cantidad es mínima de aceites y casi nula. En

cambio por el método de arrastre de vapor se observa una mayor cantidad de aceites esenciales que ya podemos tomarla en consideración.

Hay que destacar al palo santo que con una muestra inferior a las de las otras plantas en estudio, obtuvo un mayor rendimiento a la hora de extraer el aceite esencial.

- **Relación de aceite esencial obtenido por materia prima procesada, con los diversos métodos de extracción**

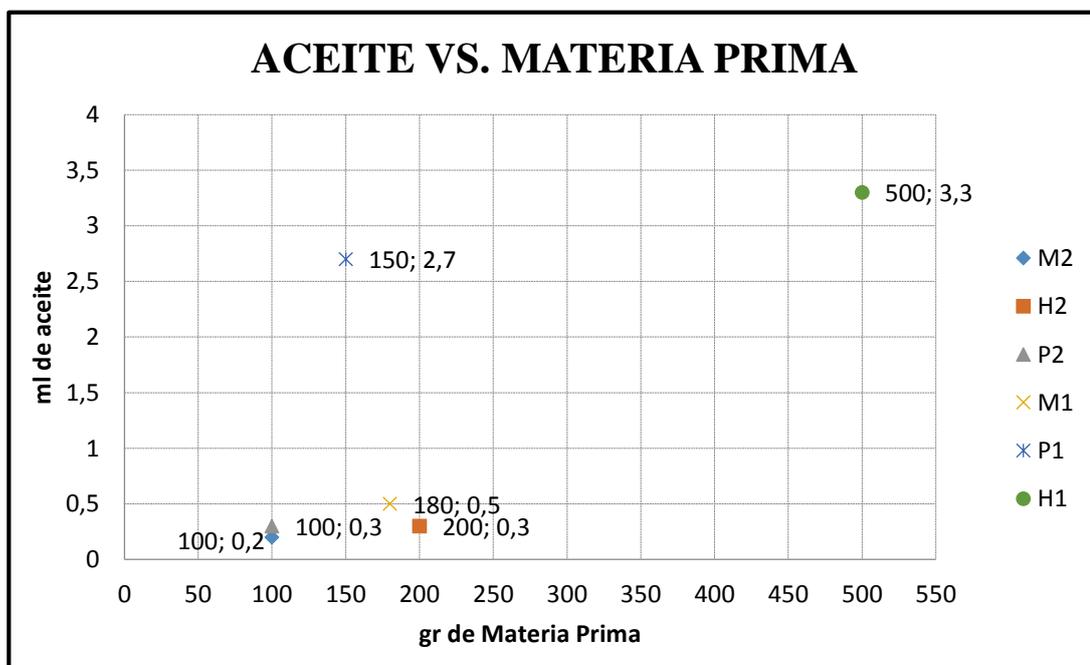
**TABLA 12:** RELACIÓN DE CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PROCESADA Y ACEITE ESENCIAL OBTENIDO

#	MUESTRAS	CANTIDAD MP (g)	CANTIDAD AE OBT (ml)
1	M2	100,00	0,20
2	H2	200,00	0,30
3	P2	100,00	0,30
4	M1	180,00	0,50
5	P1	150,00	2,70
6	H1	500,00	3,30

Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**GRÁFICO 2:** CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDAS VS MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN



Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

En la gráfica 2 se observa los ml de aceites esenciales conseguidos por los gramos de materia prima utilizada.

Donde se aprecia de una mejor manera los resultados, en esta grafica se destaca la hierba luisa con una mayor cantidad de aceite esencial que fue de 3.3 ml pero también fue la que mayor materia prima se utilizó que fueron 500 gr.

- **Relación entre 100 g de muestra procesados y aceite esencial obtenido**

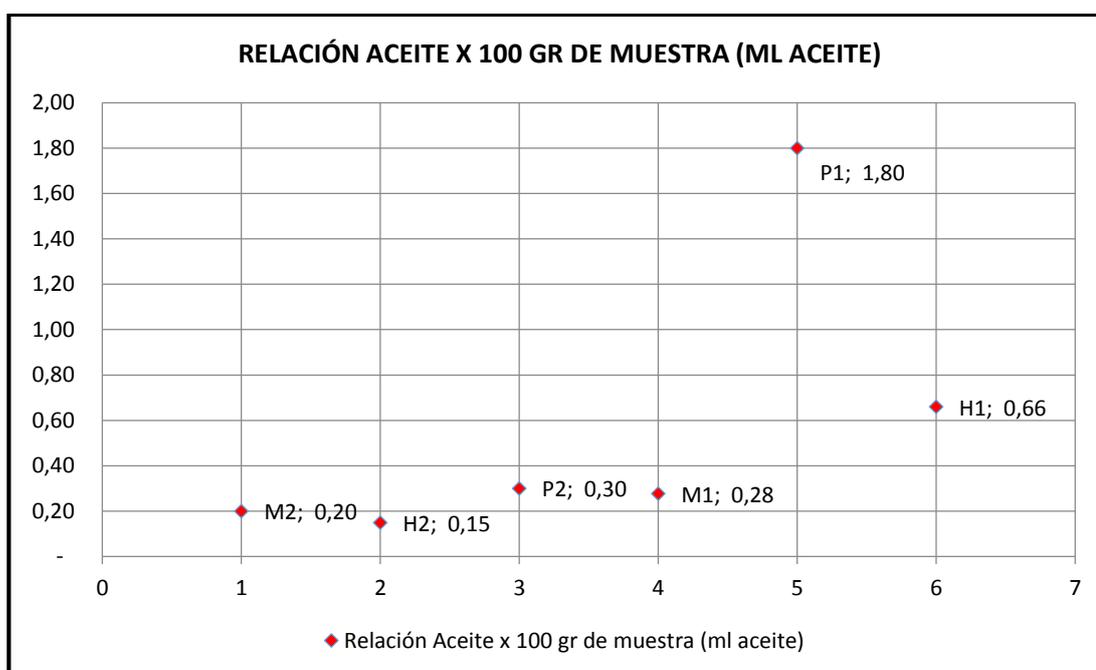
**TABLA 13:** RESULTADOS DE RELACIÓN ACEITE/100 G MUESTRA – RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUO – RELACIÓN RESIDUO/ACEITE OBTENIDO

#	MUESTRAS	Rendimientos	Variación Materia Prima - Residuo (gr residuo)	Relación Residuo - Aceite (ml de aceite x gr de residuo)
1	M2	0,20	29	0,003
2	H2	0,15	52	0,002
3	P2	0,30	-41	0,002
4	M1	0,28	-53	0,002
5	P1	1,80	-172	0,008
6	H1	0,66	98	0,008

Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**GRÁFICO 3:** RELACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO POR 100 G DE MUESTRA PROCESADA



Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

En el gráfico 3 se puede observar la relación de aceite obtenido tomando en cuenta 100 g de muestra utilizados. Esto nos proporciona un análisis comparativo de las 3 especies, porque se puede determinar cuál es la que mayor rendimiento genero utilizando una misma cantidad de muestra considerando además, los diferentes métodos de extracción.

Se puede resaltar el rendimiento del palo santo, ya que obtuvo mejores resultados tanto en la extracción por arrastre de vapor, como en la extracción por solventes, recalcando que para esta especie se utilizó una menor cantidad de materia prima en algunos ensayos.

- **Relación de aceite esencial obtenido por cantidad de residuos**

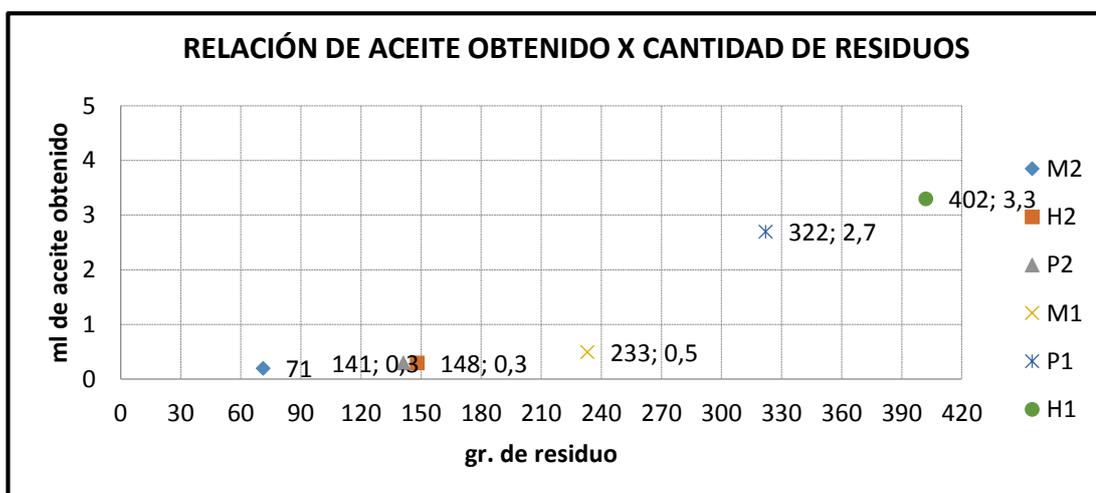
**TABLA 14:** RESULTADOS DE RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUOS - RELACIÓN RESIDUO/ACEITE

#	MUESTRAS	Variación Materia Prima - Residuo (gr residuo)	Relación Aceite - Residuo (ml de aceite x gr de residuo)
1	M2	29	0,003
2	H2	52	0,002
3	P2	-41	0,002
4	M1	-53	0,002
5	P1	-172	0,008
6	H1	98	0,008

Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Elaborado Por: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**GRAFICO 4:** RELACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO POR CANTIDAD DE RESIDUOS



Fuente: Del Valle H, Zambrano G (2015)

Autores: Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

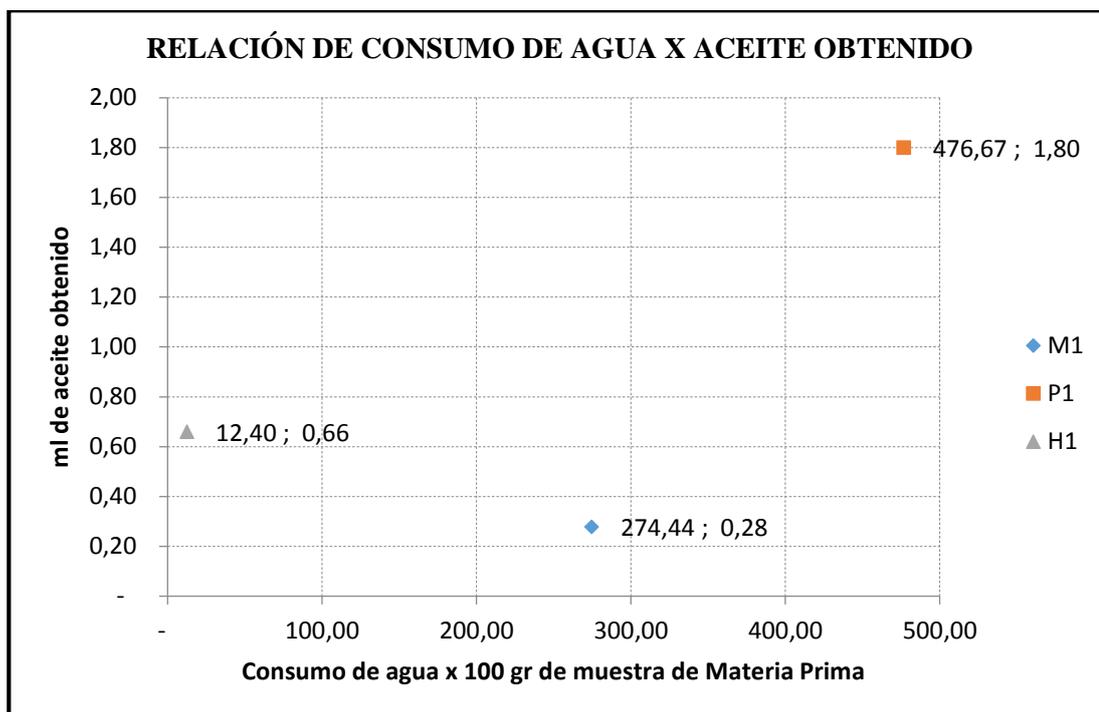
**TABLA 15:** RESULTADOS DE RELACIÓN ACEITE OBT/100 G MUESTRA – RELACIÓN MATERIA PRIMA/RESIDUO – RELACIÓN RESIDUO/ACEITE – CONSUMO DE AGUA POR MUESTRA

#	MUESTRAS	Relación Aceite x 100 gr de muestra (ml aceite)	Relación Materia Prima - Residuo (gr residuo)	Relación Residuo - Aceite (ml de aceite x gr de residuo)	Consumo de Agua por Muestra (ml)	Consumo de Agua en 100 gr de muestra (ml)	M.Prima
1	M2	0,20	29,00	0,002817	-	-	
2	H2	0,15	52,00	0,002027	-	-	
3	P2	0,30	41,00	0,002128	-	-	
4	M1	0,28	53,00	0,002146	494,00	274,44	180
5	P1	1,80	172,00	0,008385	715,00	476,67	150
6	H1	0,66	98,00	0,008209	62,00	12,40	500

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015).

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

**GRAFICO 5:** RELACIÓN CONSUMO DE AGUA POR ACEITE ESENCIAL OBTENIDO



**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

En relación al consumo de agua en los procedimientos de arrastre de vapor, se puede identificar que si bien el agua utilizada en el proceso no es recuperable, es importante destacar el valor de consumo de agua para ciertas especies estudiadas, la mejor relación de extracción por arrastre de vapor con agua es la de Hierba Luisa con solo 12,40 ml de agua por cada 100 gr de muestra extraída.

En el gráfico 4 se puede observar el material residual y el aceite esencial obtenido se aprecia que esta relación es directamente proporcional a mayor cantidad de aceite mayor cantidad de residuo esto se debe a la cantidad de materia prima que se utilizó.

### **Determinación de rendimientos**

Para la determinación del rendimiento del aceite esencial para cada especie vegetal utilizada se puede usar la relación entre el volumen de aceite esencial obtenido y la masa de la muestra vegetal multiplicado por 100.

**TABLA 16:** DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

<b>RENDIMIENTO</b>			
	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción por solventes</b>	<b>Valor bibliográfico</b>
<b>MENTA</b>	<b>0.28 %</b>	<b>0.2 %</b>	<b>1-2.5%</b>
<b>PALO SANTO</b>	<b>1.8 %</b>	<b>0.7 %</b>	<b>2.7-3.5%</b>
<b>HIERBA LUISA</b>	<b>0.66%</b>	<b>0.15 %</b>	<b>0.01-10%</b>

**Fuente:** Del Valle H, Zambrano G (2015)

**Autores:** Del Valle Solórzano Héctor - Zambrano Delgado Gonzalo (2015).

Los valores obtenidos están fuera del rango de los rendimientos reportados en la revisión bibliográfica, esto debido a que se trabajó a presión atmosférica, lo cual influye considerablemente en el rendimiento de la planta. Además que los rendimientos de la bibliografía son valores obtenidos de industrias especializadas en esta actividad, que controlan más variables de operación.

## **9.2.IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO NECESARIOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES**

Para la realización de la investigación, se tuvo que revisar los laboratorios de la escuela de Ingeniería Química, para conocer con que materiales y equipos podríamos contar para el desarrollo de esta, sabiendo que no se contaba con lo necesario.

Es por esto que se realizó una implementación de materiales de laboratorio por parte de los que desarrollamos este trabajo de titulación, con el fin de desarrollar la investigación y que queden en los laboratorios para reforzar los métodos de enseñanza teóricos-prácticos impartidos en la carrera.

Los materiales que fueron implementados son los siguientes:

- Manta calefactora
- Balón de destilación fondo plano de 1000 ml
- Colector
- Sistema refrigerante
- Termómetro

## **10.ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS**

### **10.1. DISCUSIÓN**

Al haber desarrollado el presente trabajo de titulación podemos resaltar que las investigaciones relacionadas a la extracción de aceites esenciales son muy importantes, debido a que en la provincia y en el país este es un tema que no se ha explotado en su totalidad, a pesar de que existe una extensa biodiversidad, con numerosas especies de plantas, que bien pueden ser aprovechadas para este tipo de estudios.

Con los ensayos experimentales realizados, se logró conocer con certeza los rendimientos de plantas autóctonas de Manabí para la extracción de aceites esenciales mediante dos métodos diferentes, donde se puede destacar al palo santo el cual obtuvo mejores resultados en los 2 métodos.

Al hacer un análisis del contexto mundial sobre la producción de aceites esenciales, se puede decir que este es un área de la Ingeniería Química que se puede explotar, tomando en cuenta que, el mercado de los aceites esenciales en el Ecuador está creciendo y al realizar más proyectos de este tipo, se podría generar aportar al cambio de la matriz productiva y a su vez se puede cubrir las importaciones de estos productos.

### **10.2. CONCLUSIONES**

Luego de haber finalizado el trabajo investigativo se concluye lo siguiente:

- Se identificó a las plantas autóctonas de Manabí que contenían mayor cantidad de aceites esenciales mediante información bibliográfica, teniendo como resultado al palo santo, hierba luisa y menta siendo estas plantas las que encabezan la lista.
- Se extrajo aceites esenciales mediante dos métodos diferentes como son: arrastre de vapor y extracción por solvente, luego de realizar un análisis comparativo de los dos métodos obtuvimos que el método de por arrastre de vapor es más eficiente debido a que la separación de las dos fases era mayor, mientras que el segundo método no dio resultados muy relevantes debido a

que tanto el aceite esencial como el solvente eran compuestos orgánicos, lo que provocó que quedaran en solución y se tuvo que aplicar operaciones complementarias para la separación del aceite, como la centrifugación y aun así el rendimiento fue mínimo. Además los costos para la extracción por solvente fueron mayores que los de extracción por arrastre de vapor.

- Se logró comparar los resultados obtenidos en la investigación con los reportados en la bibliografía con la ayuda del análisis comparativo realizado en Microsoft Excel, donde los valores obtenidos estuvieron dentro del rango que se reportó en la bibliografía, por lo que se puede decir que los métodos utilizados y las condiciones de operación fueron realizados de manera adecuada.

Se puede resaltar el rendimiento del palo santo, que obtuvo mejores resultados en los 2 métodos realizados y tomando en cuenta que se realizó la extracción por arrastre de vapor con una cantidad de muestra inferior a las otras especies estudiadas, todo esto debido al tamaño de partícula de la muestra y el volumen que podía recibir el balón de reserva.

- Se incorporó al Laboratorio de Ecotoxicología de la F.C.M.F.Q. los equipos necesarios para investigaciones relacionadas a extracción por arrastre de vapor, y sin estos el desarrollo de los ensayos experimentales hubiese sido muy dificultoso, debido a que antes no existía los materiales necesarios. De esta manera se aportó al equipamiento de los laboratorios para un mejor desarrollo de los métodos enseñanza-aprendizaje que se imparten en la escuela de Ingeniería Química.

### **10.3. RECOMENDACIONES**

Luego de haber finalizado el trabajo de investigación, se puede recomendar lo siguiente:

- Al hacer la revisión bibliográfica, es recomendable acudir a fuentes de información actualizada y veraz, debido a que hace unos años atrás este tipo de investigación no era desarrollada con mucho énfasis. Sin embargo, en la actualidad son muchos los países que están incursionando e invirtiendo en este campo de investigación, por lo que es un mercado en crecimiento.
- Una vez elegidos los métodos experimentales a utilizar y las especies vegetales a estudiar, se recomienda realizar un estudio exhaustivo sobre estos, todo para asegurar que los métodos utilizados van a ser los adecuados para la obtención de los resultados que se esperan tener en la investigación.
- Se recomienda realizar más investigaciones en el campo de aceites esenciales, debido a que este es un producto que es muy bien valorado a nivel mundial, por su uso en distintas industrias. Y es muy aconsejable realizar estas investigaciones no solo a nivel de laboratorio, sino que tratar de industrializar estos procesos.
- Al realizar la extracción de los aceites esenciales, es muy aconsejable que se trabaje con mucha precaución, tomando en cuenta condiciones de operación iguales para todas las muestras que se sometan a extracción, para asegurar que los resultados sean positivos y se pueda cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

## 11.PRESUPUESTO

**TEMA DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO:**

“EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AUTÓCTONAS MENTA (MENTHA PIPERITA L.), PALO SANTO (BURSERA GRAVEOLENS), HIERBA LUISA (CIMBOPONGON CITRATUS) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, CON POTENCIALES DE INDUSTRIALIZACIÓN”

**ENTIDAD:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**POSTULANTES:** Del Valle Solórzano Héctor Santiago, Zambrano Delgado José Gonzalo.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
1	Adquisición de materiales	\$2250
2	Adquisición y Recolección de muestras e insumos	\$350
3	Internet	\$150
4	Copias	\$50
5	Transporte	\$100
6	Alimentación	\$100
7	Impresión de Tesis	\$150
8	Sustentación	\$100
9	Gastos Varios	\$250
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3500</b>

Son: TRES MIL QUINIENTOS DOLARES AMERICANOS

Del Valle Solórzano Héctor Santiago

Zambrano Delgado José Gonzalo

## 12.CRONOGRAMA

Actividades	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Elaboración del proyecto		■	■																								
Entrega de proyecto			■																									
Aprobación del proyecto				■																								
Reunión con Director de tesis y tribunal				■	■																							
Recolección del material bibliográfico					■	■	■																					
Revisión de técnicas a realizar							■	■	■	■	■																	
Presentación del Primer Avance											■																	
Adquisición de equipos, muestras e insumos											■	■	■															
Elaboración del diseño metodológico													■	■	■													
Ensayos de laboratorio																	■	■										
Análisis de resultados																			■	■								
Reunión con Director de tesis y tribunal																				■								
Presentación del Segundo Avance																				■								
Correcciones generales del trabajo de titulación																					■	■	■					
Entrega del trabajo final																								■				
Corrección del trabajo final																									■			
Fijación de fecha de sustentación																										■		
Sustentación de Tesis Ante el tribunal de evaluación y revisión																											■	

### 13.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREA, P. G. (2011). *CURSOS DE ACEITES ESENCIALES*. BOGOTA.
- APARICIO, C. . (2011). *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16919/3/TESIS%20FINAL.pdf>
- Castellanos., F. J. (19, 20 y 21 de Octubre de 2006). Extracción De Aceites Esenciales. Bogota, Colombia.
- CRISTINA, A. M. (2006). *Plantas medicinales: botánica de interés médico*.
- DELIO, R. M. (19 de ENERO de 2013). *TERAPEUTA*. Recuperado el 22 de FEBRERO de 2015, de *TERAPEUTA*: <http://www.terapeuta.es/blogs/119/165/>
- DIANA, M., & MARQUEZ, R. (2004). *PLANTAS AROMATICAS: TRATADO DE AROMATERAPIA CIENTIFICA*. BUENOS AIRES: KIER.
- DOLORES, P. L. (2014). *PERFIL FITOQUIMICO DEL ACEITE ESENCIAL DEL FRUTO DE TEJOCOTE MEXICANO*. Mexico, Mexico.
- E. LEAL-TORRES. A. LOPEZ-MALO, M. S.-M. (2013). <http://web.udlap.mx/>. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Leal-Torres-et-al-2013.pdf>
- FRANCISCO, O. S. (2006). *MANUAL PRACTICO DE ACEITES ESENCIALES, AROMAS Y PERFUMES*. MURCIA: AIYANA (ASOCIACIÓN).
- GERMAN, F. (02 de DICIEMBRE de 2012 ). *QUIMICA ORGANICA*. Recuperado el 15 de ENERO de 2015, de *QUIMICA ORGANICA*: <http://www.quimicaorganica.net/limoneno.html>

- GYAN FLAVOURS. (10 de OCTUBRE de 2012). *GYAN FLAVOURS*. Recuperado el 10 de ENERO de 2015, de GYAN FLAVOURS: [http://www.gyanflavoursexport.com/Company\\_Profile.html](http://www.gyanflavoursexport.com/Company_Profile.html)
- Hernández, V. L. (Abril de 2005). Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de citronela (*Cymbopogon winteriana jowitt*) en función de la concentración de geraniol obtenido por medio de extracción por arrastre con vapor y maceración. Guatemala, Republica de Guatemala.
- INEN 212, N. I.-I. (2013). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION*. Obtenido de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/AOC/n-te\\_inen\\_iso\\_212\\_extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/n-te_inen_iso_212_extracto.pdf)
- JESUS, P. P. (2011). *CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS ACEITES ESENCIALES DEL GÉNERO . PENINSULA IBERICA*.
- JIMA, P. A. (15 de Enero de 2013). RESPUESTA DE LA HIERBA BUENA (*Mentha piperita L.*) A DOS DISTANCIAS DE SIEMBRA Y A LA APLICACIÓN EDÁFICA DE DOS ABONOS ORGÁNICOS MÁS COMPUESTOS MINERALES A TRES DOSIS. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Lerayne, D. M. (25 de Abril de 2003). EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA (*Citrus Reticulata*) UTILIZANDO DIÓXIDO DE CARBONO EN CONDICIÓN SUPERCRÍTICA COMO SOLVENTE. Caracas, Venezuela.
- Louerdes, M. A., & Geoconda, V. D. (Mayo de 2013). EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA *in vitro* DEL ACEITE ESENCIA DE HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus (DC)STAPF*), POACEAE EN UNA FORMULACIÓN COSMETICA CON FINALIDAD ANTIACNEÍCA . Quito , Pichincha , Ecuador.
- María, L. Q., & Jimena, R. B. (16 de Febrero de 2009). “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITES ESENCIALES”. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

- Martínez, F. F. (junio de 2011). *usaid.gov*. Obtenido de [http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/aceites\\_esenciales.pdf](http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/aceites_esenciales.pdf)
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (15 de NOVIEMBRE de 2014). ESPECIES FORESTALES DE LOS BOSQUES SECOS DEL ECUADOR. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.
- Mora Moscoso, G. A., & Torres, A. (07 de Julio de 2014). *Sistema de Bibliotecas Escuela Politecnica Nacional*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de Sistema de Bibliotecas Escuela Politecnica Nacional: <http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12453>
- PALAU, D. G. (02 de JUNIO de 2014). *THC TERAPEUTICO*. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de THC TERAPEUTICO: <http://www.thcterapeutico.com/terpenos-2o-parte/>
- PROECUADOR, D. D. (ABRIL de 2011). *PROECUADOR*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/09/PROEC-PM2011L-ACEITES-ESENCIALES-EEUU.pdf>
- Ramiro Fonnegra G, F. G. (2007). *PLANTAS MEDICINALES APROBADAS EN COLOMBIA*. BOGOTA.
- ROBERT, T. (1994). *EL ARTE DE LA AROMATERAPIA*. Barcelona: PAIDOS IBERICA.
- ROBLES, M. L.-A. (2009). *UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/250/1/03%20AGI%2024%20TESIS.pdf>
- ROSS, S. M. (2007). *INTRODUCCION A LA ESTADISTICA*. SAN DIEGO, USA: ELSEVIER INC.
- Sánchez, M. F. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. AIYANA.

- SENPLADES. (2012). *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES*. Obtenido de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)
- Villavicencio, C. P. (27 de SEPTIEMBRE de 2012). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1980/1/105022.pdf>
- WEBS MEDICAS DE CALIDAD. (16 de FEBRERO de 2014). *WEBS MEDICAS DE CALIDAD*. Recuperado el 12 de ENERO de 2015, de WEBS MEDICAS DE CALIDAD: <http://medciclopedia.net/mapa.htm>

## 14.ANEXOS



Pesado de las virutas del palo santo



Llenado del balón con las virutas del palo santo



Armado y puesta en funcionamiento el equipo de extracción por arrastre de vapor





Obtencion del aceite ecencial del palo santo por arrastre de vapor



Residuo de las virutas de palo santo por el método de extracción por solvente



Pesado de la muestra de hierba luisa



Pesado de la muestra



Pesado de la muestra



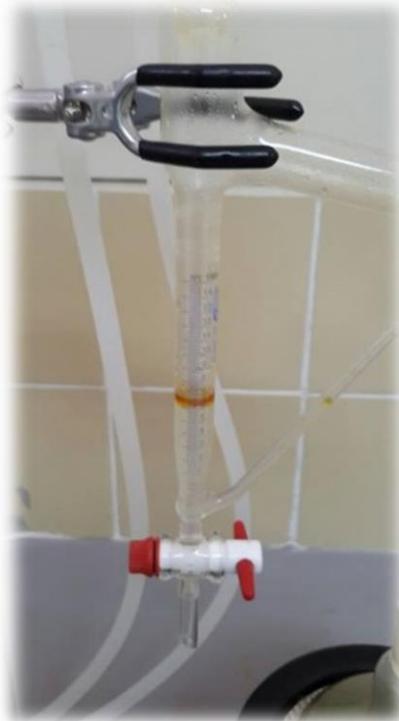
Llenado de la muestra de hierba luisa en el balón



Extracción por arrastre de vapor de hieba luisa con su propia humedad



Extracción por arrastre de vapor con agua



Obtención del aceite esencial de hierba luisa



Recolección del aceite esencial de hierba luisa



Equipo de extracción por arrastre de vapor