



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

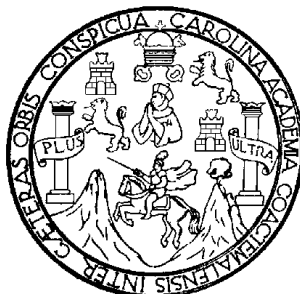
**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE  
ROMERO (ROSMARINUS OFFICINALIS L.) SECADO EN UN SECADOR  
ELÉCTRICO DE FLUJO TRANSVERSAL DE BANDEJAS**

**Oscar Henry Santizo Lacayo**

Asesorada por: Inga. Telma Maricela Cano Morales

Guatemala, agosto de 2004.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL  
DE ROMERO (ROSMARINUS OFFICINALIS L.) SECADO EN UN  
SECADOR ELÉCTRICO DE FLUJO TRANSVERSAL DE  
BANDEJAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OSCAR HENRY SANTIZO LACAYO**

ASESORADA POR: INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdéz

EXAMINADOR	Ing. Estuardo Monroy Benítez
EXAMINADOR	Ing. José Eduardo Calderón García
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** Porque es el principio del amor, la misericordia y la sabiduría, en quien tengo depositado mi corazón y toda mi confianza. *“Clama a mí, y yo te responderé, y te enseñare cosas grandes y ocultas que tú no conoces” Jer.33:3*

**A mi padre** Por ser un guía incansable, amigo fiel y consejero sincero

**A mi madre** Por sus valiosos consejos y bendiciones de cada día

**A mi abuela** Por sus oraciones, que son los cimientos de mis bendiciones.

**A mis hermanos** Jorge y Héctor, con especial cariño.

**A mis tíos** Con mucho cariño.

**A mis primos** Por su cariño y amistad.

**A mis amigos**

Por su sincera amistad y apoyo a lo largo de mi camino en la universidad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IV
GLOSARIO .....	VIII
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
HIPÓTESIS .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
<b>1.MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 Aceites esenciales .....	1
1.1.1 Definición .....	1
1.1.2 ¿Cómo elegimos un aceite esencial ? .....	1
1.1.3 Métodos de aplicación .....	2
1.1.4 Reseña de algunos aceites esenciales .....	2
1.1.5 Composición química .....	5
1.1.6 Beneficios .....	7
1.1.7 Precauciones .....	7
1.1.8 Inconvenientes y ventajas de los aceites esenciales .....	8
1.1.9 Envejecimiento del aceite esencial .....	9
1.1.10 Métodos para evaluar la calidad del aceite esencial .....	9
1.1.10.1 Evaluaciones sensoriales .....	10
1.1.10.2 Test físico .....	10
1.1.10.3 Test químico .....	11
1.1.10.4 Técnicas instrumentales .....	12
1.2 Aceite esencial de romero ( <i>Rosmarinus Officinalis</i> L.) .....	13
1.2.1 Descripción botánica del romero ( <i>Rosmarinus Officinalis</i> L.) .....	14
1.2.2 Composición química del romero ( <i>Rosmarinus Officinalis</i> L.) .....	15
1.2.3 Propiedades medicinales del romero ( <i>Rosmarinus Officinalis</i> L.) .....	16
1.2.4 Farmacología .....	17

1.2.5 Farmacognosia .....	17
1.2.6 Toxicología .....	18
1.3 Métodos de obtención de aceites esenciales .....	18
1.3.1 Por destilación .....	18
1.3.2 Por extracción con aceites volátiles .....	19
1.3.3 Influración .....	20
1.3.4 Maceración .....	20
1.3.5 Expresión .....	20
1.4 Rectificación de los aceites esenciales .....	20
1.5 Factores para un estudio de obtención de aceites esenciales .....	21
1.5.1 Naturaleza de la materia vegetal .....	21
1.5.2 Reducción de partículas .....	21
1.5.3 Secado .....	22
1.5.4 Técnicas de secado .....	23
1.5.5 Métodos de secado .....	24
1.5.5.1 Secado natural .....	24
1.5.5.2 Secado artificial .....	24
1.5.5.3 Secador solar modificado .....	25
1.5.5.4 Secador solar .....	25
1.5.5.5 Secador eléctrico de flujo transversal de bandejas .....	26
1.6 Antecedentes .....	26

## 2. METODOLOGÍA

2.1 Localización .....	29
2.2 Recursos humanos .....	29

2.3 Recursos materiales .....	29
2.3.1 Equipo .....	30
2.3.1.1 Equipo a nivel planta piloto .....	30
2.3.1.1 Equipo a nivel laboratorio .....	31
2.4 Metodología experimental .....	31
2.4.1 Diseño de tratamientos .....	31
2.4.2 Manejo experimental .....	32
2.5 Diseño experimental .....	33
2.6 Análisis estadístico .....	33
3. RESULTADOS .....	34
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	43
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	53
APÉNDICES .....	55
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES



## FIGURAS

1	Cromatograma	12
2	Proceso de destilación	19
3	Cambio del contenido de humedad durante un proceso de desecación	23
4	Secador solar directo	25
5	Secador de flujo transversal	26
6	Comparación del porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel planta piloto secado por medio de un secador solar con el realizado por la utilización de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas manteniendo condiciones similares de tamaño de lote	34
7	Comparación del porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel laboratorio secado por medio de un secador solar con el realizado por la utilización de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas manteniendo condiciones similares de tamaño de lote	35
8	Relación del porcentaje de rendimiento de la extracción a nivel planta piloto del aceite esencial de romero versus tamaño de lote	36
9	Relación del porcentaje de rendimiento de la extracción a nivel laboratorio del aceite esencial de romero versus tamaño de lote	37

10	Cromatografía de gases para el aceite esencial de romero a nivel planta Piloto	40
11	Cromatografía de gases para el aceite esencial de romero a nivel laboratorio	41
12	Cromatografía de gases para el aceite esencial de romero a nivel Laboratorio en fresco ( materia prima vegetal, fresca )	42
13	Fotografía de la planta piloto	60
14	Rotovapor	60
15	Secador eléctrico de flujo transversal de bandejas	61
16	Neoclavenger	61

## **TABLAS**

I	Evaluación del índice de refracción para el aceite esencial de romero a 23°C	38
---	--	----

II	Evaluación de la densidad del aceite esencial de romero a 23°C	38
III	Solubilidad del aceite esencial de romero	39
IV	Análisis de varianza para la clasificación unilateral para un nivel de confianza de 95%	39
V	Datos originales de masa en gramos de aceite esencial de romero obtenidos para los diferentes tamaños de lote a nivel planta piloto	55
VI	Datos originales de masa en gramos de aceite esencial de romero obtenidos para los diferentes tamaños de lote a nivel laboratorio	55
VII	Datos calculados de porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel planta piloto para cada tamaño de lote	58
VIII	Datos calculados de porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel laboratorio para cada tamaño de lote	58
IX	Datos calculados de densidad, para el aceite esencial de romero a nivel planta piloto, para cada tamaño de lote para una temperatura de 23°C	59
X	Datos calculados de densidad, para el aceite esencial de romero a nivel laboratorio, para cada tamaño de lote para una temperatura de 23°C	59



## GLOSARIO

<b>Aceite esencial</b>	Son llamados así los constituyentes odoríferos o “esencias” de una planta, compuesto natural una planta, compuesto natural, líquido, volátil y generalmente de agradable aroma extraído de las plantas mediante procesos de destilación.
<b>Alcanfor</b>	Producto sólido, cristalino, blanco, urente y de olor penetrante característico, que se obtiene del alcanforero tratando las ramas con una corriente de vapor.
<b>Alcanforado, da</b>	Se conoce este término como el líquido al que se le ha añadido alcanfor. Aceite, alcohol alcanforado.
<b>Antiséptico</b>	Sustancia germicida para la desinfección de los tejidos vivos, siendo también una sustancia que hace inocuos a los microorganismos.
<b>Aromaterapia</b>	Es una rama de la medicina alternativa, que utiliza los extractos de las plantas aromáticas o aceites esenciales para curar o prevenir enfermedades.
<b>Destilación</b>	Separación de los componentes de una solución por diferencia de sus distintos puntos de ebullición.

<b>Expresión</b>	Es un método de obtener aceites esenciales de plantas o partes de plantas aplicando presión de modo que se libere el aceite, para que pueda ser recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencia de cítricos.
<b>Farmacognosia</b>	Parte de la farmacología que estudia la acción de los medicamentos naturales .
<b>Farmacología</b>	Es la ciencia que estudia la acción y las propiedades de los agentes químicos ( fármacos ) que tienen acción sobre los seres vivos.
<b>Fototoxicidad</b>	Acción anormal de la luz sobre la piel, debida a la administración local o general de agentes químicos.
<b>Hidrolato</b>	Solución constituida de agua más aceite esencial.
<b>Índice de refracción</b>	Es la razón entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad del medio.
<b>Influración</b>	Es un proceso de extracción mediante grasas en frío que se aplica sólo en algunos tipos de flores delicadas y que produce aceites que de ninguna manera se podrían obtener por destilación.
<b>Inmiscible</b>	Sustancia que no se puede mezclar en otra dada.

<b>Isoprenoides</b>	Son compuestos que derivan del isopreno (2-metilbutadieno-1,3 ) por la unión “cabeza-cola” de dos moléculas de isopropeno (monoterpenos), tres (sesquiterpenos), cuatro (diterpenos).
<b>Maceración</b>	Proceso que se asemeja a la extracción por disolventes, la diferencia es que el material permanece varios días sumergido; en este sistema se usa aceite, grasa fundida y alcohol etílico.
<b>Picnómetro</b>	Recipiente calibrado para la determinación de densidades mediante pesado.
<b>Principios activos</b>	Compuestos químicos de estructura relativamente compleja, como alcaloides, glucósidos que ejercen una acción farmacológica sobre el ser humano, o los seres vivos, a ellos se debe por consiguiente los efectos tóxicos, como las propiedades terapéuticas que los caracterizan.
<b>Rectificación</b>	Significa una corrección o un proceso de limpieza. Una destilación con arrastre de vapor, una destilación al vacío o cualquier otro tipo donde se aplique una segunda destilación a un aceite esencial, puede ser considerada como una rectificación.
<b>Sésiles</b>	Término que se utiliza para describir a la hoja que no tiene pecíolo.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación se realizó con el objetivo principal de evaluar el porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial crudo de romero, (*Rosmarinus Officinalis L*) seco, en el que el romero fue sometido a un proceso de secado controlado, mediante el uso de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, para luego realizar las extracciones del aceite esencial crudo.

Se secó el romero bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa siendo éstas de 35°C y 63% respectivamente, luego se realizaron las extracciones a nivel planta piloto y a nivel laboratorio con un tiempo de extracción de dos horas; y se tomaron tres diferentes tamaños de lote, 2.27 kilogramos, 4.54 kilogramos y 6.80 kilogramos (cinco, diez y quince libras,) para nivel planta piloto y treinta, cuarenta y cincuenta gramos a nivel laboratorio, realizando tres corridas por tamaño de lote para los dos niveles.

Dichas condiciones de proceso fueron comparadas con las utilizadas en el estudio realizado por Piedrasanta Batz en 1997 para poder determinar qué tanto influye el parámetro o variable del método de secado en el porcentaje de rendimiento en la extracción. En el estudio elaborado por Piedrasanta Batz se realizaron extracciones de aceite esencial de romero a nivel planta piloto como a nivel laboratorio con tamaños de lotes similares a los expuestos en el presente trabajo de graduación, y el tiempo de extracción de 2 horas por cada extracción utilizándose en este caso un secador solar para secar la materia vegetal.

Al momento de comparar los valores de porcentaje de rendimiento se observó un mayor porcentaje de rendimiento en el presente estudio, en el cual se realizó un proceso de secado controlado.



Con los resultados obtenidos experimentalmente, se determinó el porcentaje de rendimiento, mostrando mayores porcentajes las extracciones de aceite esencial de romero, efectuadas a nivel laboratorio respecto a las efectuadas a nivel planta piloto. Conforme aumentó

el tamaño de lote, para ambos niveles de extracción, la tendencia del porcentaje de rendimiento fue mayor; es decir que el porcentaje de rendimiento fue directamente proporcional al tamaño de lote.

De los datos obtenidos, se determinó un análisis de varianza. Esto indica que la diferencia entre los datos de tamaño de lote no es significativa para los diferentes tamaños, puesto que la probabilidad de que la diferencia no sea significativa es de  $40.239E-14$ ; por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa.

Se determinaron las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de romero a condiciones de temperatura de  $23^{\circ}\text{C}$ . Siendo las propiedades fisicoquímicas evaluadas el índice de refracción, la solubilidad del aceite en metanol, etanol y agua, como la densidad. Con lo que se refiere a la densidad e índice de refracción, los valores corresponden a los especificados en la bibliografía ( ver sección 1.2.5, Pág. 17 ). Al evaluar la solubilidad del aceite esencial de romero, en metano y etanol, ésta fue positiva, es decir que es soluble en ambos alcoholes, lo contrario fue al evaluar la solubilidad del aceite en agua, ya que mostró dos fases y por lo tanto, se dedujo que no es soluble.

Las figuras 10, 11 y 12, corresponden a las cromatografías de gases, hechas para las muestras de aceite esencial de romero, tanto a nivel planta piloto, nivel laboratorio y a nivel laboratorio para la muestra en fresco. La cromatografía de gases se utilizó para obtener el perfil cromatográfico y cuantificar los principales componentes del aceite esencial de romero.

## OBJETIVOS

### General

Evaluación y caracterización del aceite esencial crudo contenido en la hojas o follaje de romero (*Rosmarinus Officinalis L*) secado en un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas.

### Específicos

1. Comparar el porcentaje de rendimiento del aceite esencial crudo de romero, a nivel planta piloto contra nivel laboratorio.
2. Comparar el porcentaje de rendimiento del aceite esencial crudo de romero utilizando distintos tamaños de lote.
3. Comparar el porcentaje de rendimiento del aceite esencial crudo de romero, secado por medio de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, con el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de romero secado por medio de un secador solar, utilizando valores de otro proyecto de tesis, manteniendo condiciones similares de tamaño de lote tanto a nivel planta piloto como a nivel laboratorio.
4. Caracterización del aceite esencial crudo de romero secado y extraído a nivel planta piloto y laboratorio, y fresco a nivel laboratorio mediante cromatografía de gases.
5. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial crudo de romero.

## HIPÓTESIS

El rendimiento de la extracción del aceite de romero ( *Rosmarinus Officinalis L*) estará determinado en función del tamaño de lote de extracción utilizado.

## HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

$H_0$ : no existe variación significativa en los porcentajes de rendimientos del aceite esencial obtenidos del romero secado en el secador eléctrico de flujo transversal, de bandejas sometidos a distintos tamaños de lote de extracción, siendo éstos de 2.27 kilogramos, 4.54 kilogramos y 6.80 kilogramos ( 5, 10 y 15 libras ), utilizando el método de destilación por arrastre de vapor haciendo pruebas a nivel planta piloto.

$$H'_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$H_{0,1}$ : no existe variación significativa en los porcentajes de rendimientos del aceite esencial obtenidos del romero secado en el secador eléctrico de flujo transversal, de bandejas sometidos a distintos tamaños batch de extracción, siendo éstos de 30, 40, 50 gramos haciendo pruebas a nivel de laboratorio.

$$H'_{0,1}: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

H<sub>1</sub>: existe diferencia significativa en el rendimiento de aceite esencial del romero (*Rosmarinus Officinalis L*) dependiendo del tamaño de batch de extracción, siendo estos de 2.27 kilogramos, 4.54 kilogramos y 6.80 kilogramos ( 5, 10 y 15 libras), utilizando el método de destilación por arrastre de vapor haciendo pruebas a nivel planta piloto.

$$H'_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq 0$$

H<sub>1</sub>: existe diferencia significativa en el rendimiento de aceite esencial del romero (*Rosmarinus Officinalis L*) dependiendo del tamaño de batch, siendo éstos de 30, 40, 50 gramos haciendo pruebas a nivel laboratorio.

$$H'_{1,1}: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq 0$$

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en Guatemala, la agroindustria constituye una alternativa de desarrollo para el país.

El sector de plantas aromáticas como medicinales representa para Guatemala poseer la oportunidad de desarrollar cultivos de especies aclimatadas a su medio, tanto nativas como importadas y lograr su aprovechamiento agroindustrial.

Con el fin de contribuir al estudio de los aceites esenciales, se presenta el siguiente proyecto de investigación, que tiene como objetivo principal evaluar el porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial crudo de romero, (*Rosmarinus Officinalis L*) seco, donde el romero fue sometido a un proceso de secado controlado, mediante el uso de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, para luego realizar las extracciones del aceite esencial.

Una de las variables que influyen en el proceso de extracción, es la humedad de la materia, el secado interrumpe los procesos de degradación causados por enzimas o fermentos, impide el desarrollo de microorganismos y las reacciones de oxidación y de hidrólisis, sin embargo, como este proceso involucra calor es necesario determinar un proceso de secado controlado.

Se secó el romero bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa siendo éstas de 35°C y 63% respectivamente, luego se realizaron las extracciones a nivel planta piloto y a nivel laboratorio con un tiempo de extracción de dos horas; y se tomaron tres diferentes tamaños de lote, 2.27 kilogramos, 4.54 kilogramos y 6.80 kilogramos ( cinco, diez y quince libras), para nivel planta piloto y treinta, cuarenta y cincuenta gramos a nivel laboratorio, realizando tres corridas por tamaño de lote para los dos niveles.

Para poder determinar qué tanto puede influir, se llevó a cabo un proceso de secado controlado en los compuestos principales, del aceite esencial de romero, se extrajo aceite esencial de materia prima vegetal fresca.

Al aceite esencial obtenido se le evaluaron parámetros fisicoquímicos, como densidad, índice de refracción y además se le realizó cromatografía gaseosa para evaluar los componentes del mismo. Así mismo se determinó el porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial crudo de romero para los dos niveles en función del tamaño de lote.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Aceites esenciales

### 1.1.1 Definición

Los aceites esenciales son compuestos naturales, líquidos, volátiles y de agradable aroma extraídos de las plantas mediante procesos de destilación. Están estructurados por moléculas aromáticas y partículas energéticas con vibración, rotación y desplazamiento. Son sustancias muy ligeras y de textura muy fina, se fabrican a partir de una amplia variedad de flora, que va desde las plantas más modestas hasta las exóticas orquídeas, rosas y brotes de algunas frutas, como el aguacate y el plátano. También se extraen aceites esenciales de las hojas, las raíces y la corteza de árboles. Son los principales productos aromáticos que existen en diversas partes de las plantas. Debido a que se evaporan por exposición al aire a temperatura ambiente, se denominan: aceites volátiles, aceites etéreos, aceites esenciales o esencias.

Los vegetales medicinales-aromáticos producen esencias, las que son extraídas por destilación y presión (aunque existen otros métodos para algunas especies en particular). Son producto incoloro o de color muy tenue de la fotosíntesis de la planta. Las esencias son volátiles y se difunden a través de la epidermis de las hojas, tallos, frutos, flores y raíces. (8)

### 1.1.2 ¿Cómo elegimos un aceite esencial?

Primero deben diferenciarse claramente de las "esencias" que normalmente se encuentran en el mercado, pues son derivadas de la síntesis química o el producto de mezclas adulteradas; y éstas no son terapéuticas. El concepto de



individualidad es muy importante en aromaterapia, es muy probable que dos personas reaccionen de distinta manera ante un mismo estímulo. No obstante, se puede generalizar el efecto que producen algunos aceites esenciales en particular. Por ejemplo, determinado grupo de plantas tiene propiedades anti-inflamatorias y podríamos combinarlos con esta característica. También pueden mezclarse en sinergia de acuerdo al estado energético que desee lograr. Preste atención a sus pensamientos, emociones y síntomas psicosomáticos; finalmente asegúrese de que el aceite clínicamente apropiado para usted sea bien agradable a su olfato. ( 8 )

### 1.1.3 Métodos de aplicación

Existen diferentes modos de uso de los aceites esenciales. Mencionaremos los más eficaces y prácticos: diluido en cremas o aceite para masajes; en baños de inmersión o jacuzzi; aplicaciones cosméticas; vaporizaciones, atomizadores, difusores eléctricos, humidificadores, lamparillas con velas, ingesta oral (sólo bajo prescripción de un facultativo); aplicaciones de cremas para patologías de piel; compresas en zonas localizadas, inhalación topical en fosas nasales, para gargarismos y enjuagues bucales, etc. (13 )

### 1.1.4 Reseña de algunos aceites esenciales

- **Albahaca:** es usada desde la antigüedad para el dolor de cabeza y fatiga mental. Útil para el insomnio nervioso, ideal para combinar con mejorana. Por su efecto antiséptico puede usarse vaporizándola como desinfectante de ambientes.
- **Bergamota:** eleva el espíritu, refresca y relaja. Es útil para combatir la depresión, la ansiedad y la tensión. Su fragancia es bien aceptada por la mujer y el hombre. Es interesante combinada con lavanda o geranio. Es un excelente desodorante ambiental.
- **Canela:** actúa como afrodisíaco y estimulante mental.
- **Cedro:** escogido para aromatizar los templos tibetanos budistas. Posee un potente efecto sedante, indicado para eliminar el estrés.

- **Ciprés:** tiene efecto repelente y es comúnmente usado como desodorante de ambientes para eliminar olores caninos. Los egipcios y romanos lo consideraron el símbolo de la vida después de la muerte, es así que por la profundidad de su aroma puede utilizarse para superar duelos. Así como en etapas de transformación, cambio de carrera, de hogar y para decisiones espirituales importantes como cambio de religión
- **Clavo de Olor:** estimulante. Indicado para agotamiento mental y para quienes quieren dejar de fumar.
- **Enebro:** utilizado desde la antigüedad como desinfectante de ambientes por su potente poder antimicrobiano. Usado con lámpara para aromatizar, puede ser útil para habitaciones con enfermos. Actúa sobre los planos mental, emocional y físico, para estados de confusión y cansancio. También se lo usaba para rituales por diversas civilizaciones desde los babilonios, egipcios hasta los aborígenes americanos.
- **Eucaliptus:** tiene un inmediato efecto descongestivo sobre el aparato respiratorio. Útil para resfríos, estados gripales o como preventivo de estas afecciones. Repelente de insectos siendo ideal combinarlo con bergamota. Desodorante para anular olores de animales domésticos.
- **Geranio:** como todos los aceites florales, actúa como antidepresivo, relaja, restaura y estabiliza emociones.
- **Lavanda:** posee propiedades repelente e insecticida. Combina bien con bergamota o limón. Es un sedante muy efectivo, utilizado por la noche para el insomnio. Excelente para alergias y patologías de piel, histerias, depresión maníaca, o amplias fluctuaciones del estado de ánimo. Su efecto calmante y relajante puede ayudar a lograr estados profundos de meditación.
- **Lemongrass:** es refrescante, antiséptico y desodorante. Puede usarse para fatiga mental.
- **Limón:** es estimulante mental, limpia y refresca. Los japoneses la utilizan para aumentar la eficiencia en oficinas y bancos.
- **Mandarina:** actúa como calmante y sedante, ayuda a conectarnos con el niño interno que está dentro nuestro.

- **Manzanilla:** posee un efecto calmante a nivel emocional y mental. Puede utilizarse con lavanda para aliviar el insomnio e irritabilidad.
- **Mejorana:** a nivel emocional mejora los estados de soledad y pena, insomnio y ansiedad. Posee efecto antiafrodisiaco. En inhalaciones, actúa como descongestiva del pecho, eliminando rápidamente las dificultades respiratorias.
- **Menta:** estimula el cerebro y ayuda a despejar el pensamiento. Su aspiración puede eliminar náuseas. Actúa sobre el ego, disipando el amor propio, al mismo tiempo ayuda a superar el complejo de inferioridad. Está asociada a la decencia y ayuda a las personas que desean llevar una vida ética.
- **Naranja:** es antidepresivo y levemente sedante. Es indicado para tratar insomnio y puede alternarse con lavanda.
- **Palo Rosa:** clarifica la mente y alivia el dolor de cabeza; tonifica los nervios, sin producir somnolencia, indicado para exámenes y períodos de crisis. Útil en cosmética. Posee efecto sensual y estimula la energía creativa.
- **Patchouli:** tiene efecto antidepresivo. Puede tener efecto afrodisíaco siempre y cuando el aroma sea aceptado como agradable. Combina bien con la bergamota.
- **Pino:** es refrescante y desodorante, armoniza los sentidos. Posee efecto estimulante del sistema nervioso.
- **Romero:** se lo quemaba en habitaciones de enfermos y se lo siguió haciendo en los hospitales hasta principio de siglo por sus propiedades antisépticas. Efecto estimulante en el sistema nervioso central. Indicado en casos de pérdida de reducción de funciones, tal como pérdida de olfato y visión. Estimula la memoria en los procesos creativos.
- **Salvia esclarea:** es extremadamente relajante y puede producir efecto soporífero. Armoniza la sexualidad por ser relajante, eliminando así tensiones que no permiten el flujo de energía sexual y por efecto euforizante.
- **Sándalo:** es exótico, rico, relajante. Tiene propiedades sensuales. Ideal para la meditación (aquieta el parloteo mental). Actúa como ansiolítico y antidepresivo.
- **Tomillo:** potente antiséptico para vías respiratorias y antitusivo. Es tónico y energizante en cada nivel físico, mental, emocional, etc. Mejora la memoria.

- **Vetivert:** es relajante profundo. Combina bien con sándalo. Puede usarse para balancear y alinear energías de un grupo que se reúne para meditar. En algunas personas actúa como afrodisíaco.
- **Ylang-Ylang:** usado en perfumería y cosmética. Es antidepresivo y sedante. Puede usarse combinado con patchouli para ayudar a personas que tienen una dificultad sexual producida por estrés y ansiedad. Estados de tensión nerviosa, insomnio e hiperactividad. Combina bien con vetivert, lavanda, salvia esclarea y bergamota. (14 )

### 1.1.5 Composición química

Si bien la composición química de los aceites es muy variada, todos ellos poseen varias propiedades físicas en común, por ejemplo: tienen alto índice de refracción, son ópticamente activos, etc.

Prácticamente todos los aceites esenciales consisten en mezclas de productos químicos que a menudo son muy complejas. En su mayoría están constituidos por terpenos, que tienen esqueletos carbonados construidos con unidades de isopreno unidas entre sí de un modo regular “de pies a cabeza”. El reconocimiento de este hecho –la llamada **regla isoprénica** –ha sido de gran ayuda en la comprensión de las estructuras de los terpenos. (7)

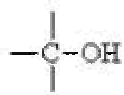
Los isoprenoides son compuestos frecuentes en los aceites esenciales, que derivan del isopreno ( 2-metilbutadieno-1,3 ) por la unión “cabeza-cola” de dos moléculas de isopropeno (monoterpenos), tres (sesquiterpenos), cuatro (diterpenos), etcétera. ( 2 )

Estos terpenos se oxidan naturalmente, por lo que muchas veces es necesario separarlos, obteniendo un producto de mayor valor que se conoce como aceite esencial deterpenado. Su composición exacta se puede obtener mediante una cromatografía gaseosa.

Es importante conocer la composición química del aceite esencial de romero. Ya que de esta manera, los efectos de poder fijar precio al producto, se facilitarían ya que el precio varía según su composición química. Los mayores consumidores de aceites diterpenados son las industrias de perfumería y cosmética. ( 9 )

Otros componentes principales son :

a) Cetonas: parecidas químicamente a los terpenos, algunas cetonas como la thuyona, se hallan en el Ajenjo (*Artemisia absinthium*), utilizado en la fabricación de numerosas bebidas alcohólicas como el vermouth.



b) Alcoholes: como el borneol, mentol, geraniol, linalol o cineol.

c) Fenoles: timol, eugenol, eucaliptol, carvacrol, anetol.

d) Aldehídos: cinámico, anísico y benzoico.

e) Esteres: acetato de linalilo, salicilato de metilo (compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina)

f) Carburos saturados y ácidos, compuestos sulfurados. ( 4 )

### **1.1.6 Beneficios**

Las esencias pueden usarse para relajarse y distenderse luego de un día de tensión en el trabajo o en la casa, también pueden utilizarse para recuperar energías, levantar el estado de ánimo o restablecer el equilibrio interno ya que estas terapias tienen un efecto positivo casi inmediato sobre las emociones. Los aceites esenciales aromáticos también apoyan tratamientos de estética corporal, facial y capilar.

Cada aceite esencial tiene su propio aroma característico y un perfil terapéutico propio. Algunos aceites son calmantes y relajantes, mientras que otros son estimulantes y vigorizantes. Determinadas fragancias tienen efecto sobre el estado mental de quien las utiliza: el jazmín y el neroli pueden mejorar la depresión, la mejorana calma la ansiedad y la menta puede aumentar la capacidad de concentración mental. Un gran número de aceites esenciales poseen propiedades terapéuticas y antibacterianas, antisépticas o antiinflamatorias. Pueden ser muy eficaces para aliviar síntomas de infecciones comunes como resfriados y gripes.

### **1.1.7 Precauciones**

Los aceites esenciales son sustancias muy concentradas, por lo que si se aplican directamente sobre la piel, pueden causar irritación. Antes de usar un aceite esencial por primera vez, se debe realizar una prueba cutánea controlada por un terapeuta calificado.

Algunos aceites esenciales son "fototóxicos", esto quiere decir que pueden causar manchas y/o irritaciones de la piel si se utilizan en zonas del cuerpo que queden expuestas a la luz del sol. Dentro de éstos se encuentran los de limón, lima, bergamota, naranja y mandarina.

En ningún caso deben ingerirse los aceites esenciales, excepto cuando lo indique un terapeuta experto en su uso médico.

El aceite esencial de salvia (*Salvia officinalis*) es una "toxina oral", no se debe utilizar durante el embarazo, ni en casos de epilepsia o tensión arterial alta.

La aromaterapia debe evitarse en los embarazos que presenten complicaciones. Tampoco debe utilizarse durante el primer trimestre de un embarazo normal, y a partir de entonces sólo bajo la dirección de un experto en aromaterapia.

### **1.1.8 Inconvenientes y ventajas de los aceites esenciales**

Inconvenientes de los aceites esenciales:

- Sabor bueno pero incompleto y mal distribuido.
- Se oxidan fácilmente.
- No contienen antioxidante natural.
- Se alteran fácilmente.
- Muy concentrados, por lo tanto difíciles de dosificar.
- No se dispersan fácilmente, sobre todo en los productos secos.

Ventajas:

- Higiénicos, exentos de bacterias, etc.
- Sabor suficientemente fuerte.
- Calidad del sabor conforme con la materia prima.
- No colorea el producto.
- Exento de enzimas y taninos. ( 12 )

### **1.1.9 Envejecimiento del aceite esencial**

Los aceites esenciales experimentan con el tiempo variaciones con sus características (olor, sabor, color), debido a transformaciones químicas de algunos de sus componentes sobre todo si en su almacenamiento no se protegen adecuadamente de la luz, oxígeno y temperaturas relativamente altas, radiaciones ultravioletas, reactivos como ácidos, bases o enzimas.

En el aceite esencial de hinojo, el envejecimiento se produce por un proceso de autooxidación del anetol en el que se obtiene, entre otros los siguientes compuestos: p-metoxipropiofenoma, anisaldehído, acetaldehído, ácido acético, ácido anísico, aniscetona y cis-anetol.

El grado de envejecimiento es mucho menor en el aceite de flores que en el resto de los aceites (hojas, tallos, planta completa). El envejecimiento del aceite de flores es menor debido a la propiedad que tienen los terpenos de formar hidroperóxidos, que por descomposición originan radicales libres responsables del inicio de reacciones en cadena en el seno del aceite. Una vez comenzada la reacción en cadena pueden ser atacados otros componentes, en este caso el anetol. Como el aceite de flores es de más bajo contenido en terpenos, sufrirá este proceso en menor grado que el resto de los aceites.  
( 8 )

### **1.1.10 Métodos para evaluar la calidad del aceite esencial**

Los métodos para evaluar la calidad del aceite esencial se pueden clasificar bajo los siguientes grupos:

- Evaluaciones sensoriales
- Tests físicos
- Tests químicos
- Técnicas instrumentales



Un juicio de calidad para aceites esenciales debería ser basado en la combinación de datos obtenidos por los análisis anteriores.

#### **1.1.10.1 Evaluaciones sensoriales**

Pueden ser llevadas a cabo solo por expertos olfatos. Esta habilidad puede ser ganada después de largos años de un tedioso entrenamiento sistemático del olfato. Una nariz experimentada, toma como modelo la evaporación de una pequeña cantidad de aceite esencial, lo olfatea y después de un período de tiempo, da información acerca de su origen, edad, principales componentes e incluso si es auténtico.

Es obvio que las pruebas sensoriales son subjetivas y pueden variar de persona a persona. Sin embargo, cada evaluación es en general, realizada por un panel de expertos y en todos los casos los valores deberían ser verificados y documentados por una prueba experimental.

#### **1.1.10.2 Test físico**

- a) Contenido de humedad
- b) Gravedad específica
- c) Rotación óptica
- d) Índice de refracción
- e) Residuo de evaporación
- f) Enfriamiento o punto de congelación
- g) Solubilidad en alcohol diluido

- a) La determinación del contenido de humedad de un aceite esencial puede ser dada por titulación Karl-Fisher, cromatografía de gases, espectroscopia o métodos electrométricos. El camino más sencillo para verificar la presencia de humedad

en un aceite esencial es con 1 ml de disulfito de carbono. Una solución incolora indica la ausencia de humedad.

- b) La gravedad específica de un aceite es el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura, a presión atmosférica. Un picnómetro es utilizado para esta determinación.
- c) La rotación óptica de un aceite esencial es el ángulo a traves de cada plano de polarización que es rotado cuando la luz polarizada pasa a través de éste. El resultado es expresado como dextrorotación (+) o levorotación (-) que depende si el plano de polarización es rotado en el mismo sentido de las agujas del reloj o en contra de las agujas del reloj, respectivamente.
- d) El índice de refracción de un aceite con respecto al aire es la relación entre el paso del ángulo de refracción del rayo de luz que pasa en el aire dentro del aceite. Éste varía con la longitud de onda de la luz usada en cada cantidad. Varios tipos de refractómetros son usados para la determinación del índice de refracción.
- e) El residuo de evaporación es el porcentaje en peso del aceite que permanece después de la evaporación en un determinado balón de evaporación de medio resistente al calor.
- f) El enfriamiento o punto de congelación es la temperatura más alta observada durante la solidificación o supercongelamiento del líquido.
- g) Solubilidad en alcohol diluido: todos los aceites esenciales son solubles en alcohol absoluto y muchos son solubles en alcohol diluido..

### **1.1.10.3 Test químico**

Los test químicos incluyen la determinación de aldehídos, valor de acidez, valor de esterres, valor de carbonilos, contenidos de fenoles, etc.

La acidez es un valor numérico equivalente al número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos libres presentes en un gramo de aceite.

El valor de esteres es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos liberados por la hidrólisis de los esteres presentes en un gramo de aceite.

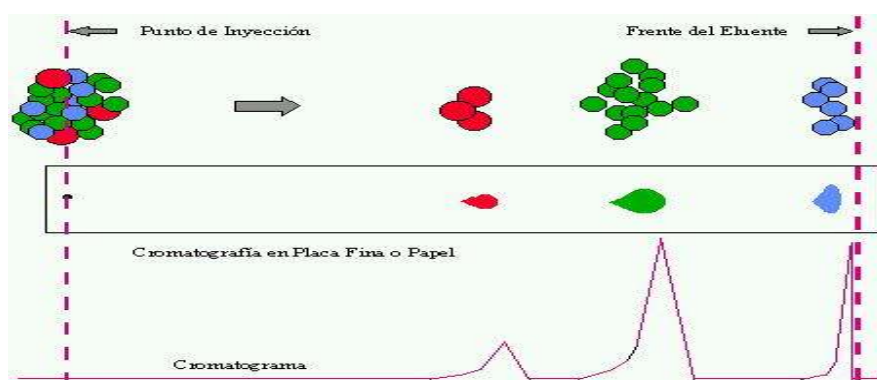
El valor de carbonilos numéricamente equivalente al número de miligramos de hidróxido de potasio que es equivalente a la cantidad de hidroxilamina requerida para oxidar los componentes carbonilos presentes en un gramo de aceite. (5)

#### 1.1.10.4 Técnicas Instrumentales

Éstas incluyen cromatografía y técnicas espectroscópicas o sus combinaciones :

- Técnicas cromatográficas
- Cromatografía de columna
- Cromatografía de capa fina
- Cromatografía gas-líquido
- Cromatografía líquida de alta presión
- Cromatografía líquida de presión media
- Cromatografía fluida supercrítica
- Técnicas espectrofotométricas ( 13 )

Figura 1. **Cromatograma**



Fuente : [WWW.iespana.es/natureduca/med\\_especies8.htm](http://WWW.iespana.es/natureduca/med_especies8.htm)

## **1.2 Aceite esencial de romero ( *Rosmarinus Officinalis L* )**

Este arbusto de hojas dentadas de color verde oscuro tan conocidas como condimento aromático en la cocina tradicional, proviene de las zonas bajas del Mediterráneo. Su nombre significa rocío marino (de su raíz Ros Marinus). Es curiosa la transformación que se produce en sus ramas y tallo, que en su etapa más joven son leñosos y de forma casi cuadrada, mientras que al envejecer se tornan más leñosos. Sin embargo, su capacidad de florecer a lo largo de las cuatro estaciones no se altera con la edad, de modo que las abejas suelen usarlas como fuente para fabricar un tipo de miel de sabor fuerte muy especial, que justamente se llama miel de romero. Sus flores de color azul intenso, simbolizan la protección, que según la historia, en épocas del Medioevo se esparcía en el suelo y se colgaban pequeños ramos para ahuyentar enfermedades infecciosas y para inhalar cuando se presentaban situaciones opresivas. También se la conocía como elixir de vida y juventud. Culpeper escribió sobre sus propiedades. Las características del aceite esencial de romero, de cualidad Yang y perteneciente al elemento Aire (se relaciona con la mente), son muy conocidas entre quienes utilizan la aromaterapia en masajes o preparaciones para baños de inmersión y otros fines pues se trata de un aceite de muy amplio espectro tanto desde lo físico como desde lo emocional. De aroma penetrante, algo alcanforada pero agradable, posee una fuerte capacidad vigorizante que ayuda a mejorar el sistema de defensa del cuerpo dado que mejora la circulación sanguínea y aumenta el funcionamiento del sistema inmunológico, actuando como prevención de alergias, problemas en las vías respiratorias y enfermedades virósicas que suelen repetirse durante los cambios de estación, etc. Por otra parte es un fuerte activador de las funciones sexuales en la mujer.

Siendo un equilibrador de la transmisión del sistema neuro-funcional, desde el aspecto mental refuerza la memoria, evita la somnolencia, ayuda a la concentración, lo que lo hace un estimulante muy adecuado para los niños. También para personas mayores, ya que se utiliza para evitar la pérdida de memoria y todos los males relacionados con disfunciones del sistema nervioso: Parkinson, asma, fatiga, palpitaciones nerviosas, etc. Utilizado diariamente en rocío sobre el cabello y también como masaje capilar, detiene la pérdida del cabello recuperando su salud y potencia. En

los niños es un efectivo tratamiento natural como también se le considera como un y/o preventivo ( no nocivo ) contra la pediculosis.

El aceite de romero es un gran aliado para combatir las distintas alteraciones digestivas producidas por el estrés o problemas nerviosos. Es un importante aceite para incluir en fórmulas para la recuperación del habla o de parálisis en cuadros de crisis nerviosas agudas. Por otra parte ayuda a recuperar el apetito a quienes sienten que su estómago se cierra, estimula la digestión, combate úlceras gástricas o trastornos estomacales, infecciones intestinales, diarreas o estreñimiento. Esto se debe a su acción reguladora sobre la actividad de los meridianos relacionados con funciones digestivas (páncreas e intestinos ).

No es desconocido tampoco su uso en fricciones (o compresas si hay inflamación) para el tratamiento en torceduras, esguinces, dolores en el cuerpo por agotamiento, artritis, lumbago, y todo lo que se relacione con problemas óseos y musculares. La mayoría de los ungüentos y pomadas de origen farmacéutico poseen romero como uno de sus componentes, por sus propiedades caloríferas y de aumento de la circulación. Pero su acción más importante y generalizada en aromaterapia, se relaciona con la parte emocional.

Sin embargo, en el caso de baños de inmersión, siendo que su aroma es algo fuerte, es recomendable hacer preparados con lavanda o geranio para suavizarlo y hacerlo apto para todos los gustos. Y como siempre, no olvidar que se trata de un aceite que necesariamente debe usarse preparado en un aceite base (germen de trigo, almendras, etc., según el uso), cuando de aplicación sobre el cuerpo se trata. Tomando las precauciones necesarias, éste como tantos otros aceites esenciales, se vuelven elementos indispensables para tener a mano en casa.

### **1.2.1 Descripción botánica del romero (*Rosmarinus Officinalis* L )**

Descripción botánica: árbol siempre verde, pubescente, hasta de 2 metros de altura, de olor alcanforado, penetrante, que se percibe a lo lejos. Tallo cuadrangular,

retorcido, leñoso. Hojas rígidas, lineales, sésiles, opuestas, ápice agudo, aromáticas. Flores labiadas, azules, axilares, solitarias. Frutos tetraquenos.

Origen, recomendaciones para el cultivo y otros aspectos: planta originaria del Mediterráneo. Se cultiva en climas templados por sus cualidades aromáticas, medicinales, y para destilación de aceite volátil utilizado en champús, jabones y agua de colonia. Es una excelente planta apícola. Se propaga fácilmente por esquejes, acodo, semillas o divisiones de la raíz. Se siembra en suelo arenoso, bien drenado, soleado y protegido junto a un muro o pared, a 50 cm de distancia entre planta y planta. En interiores se puede sembrar en una maceta (tiesto o maceta) grande, con un drenaje a base de cascajo.

La zona de vida para el romero es de 9-28°C, precipitación anual 0.3-2.7m, pH del suelo 4.5-8.7, es una planta tolerante a la sequía, puede crecer en los suelos rocosos y arenosos, bien drenado y poco profundo. Se propaga por semilla ( 1,000 semillas pesan 1.038 g ) que tienen un poder germinativo de 40%. Comercialmente se propaga por cortes de 10-15 cm de brotes maduros, se siembran en viveros al aire libre, se riegan constantemente y se logran enraizar en 2-3 meses. Es un cultivo poco exigente pero requiere fertilización orgánica; es atacada por nematodos y coleópteros.

Nombre común en algunos países latinoamericanos o de habla hispana: *alecrim de jardim, ros-marino* (Brasil). Nombre común en inglés: *rosemary*. Droga aprobada: hojas (*folia rosmarini*) y flores.

### **1.2.2 Composición química del romero ( *Rosmarinus Officinalis L* )**

Las hojas contienen aceite esencial, polifenoles, pigmentos flavónicos, glucósidos (apigenina, luteolina), ácidos orgánicos (caféico, clorogénico, fenólico, neoclorogénico,

rosmarínico), alcaloides diterpénicos (isorosmaricina, metilrosmaricina, rosmaricina), flavonas (repirina), diterpenoides (pricosalvina, rosmadiol, rosmanol, rosmarinol, rosmariquinona), ácido ursólico (3.9%), taninos, salvigenina, hispidulina, genkwareno, neptina.

### **1.2.3 Propiedades medicinales del romero (*Rosmarinus Officinalis* L )**

Usos en medicina tradicional: se emplea como antiespasmódico, depurativo, antiséptico de uso externo, astringente, diurético, antidepresivo, estimulante de la circulación, emenagogo, estomáquico, estimulante, tónico, estimulante de la digestión, para favorecer la sudoración y el flujo de la bilis, antiinflamatorio, anodino; contra la flatulencia, halitosis, clorosis, vértigos, apoplejías, catarro crónico, asma, ictericia, escrófulas. Las inhalaciones del vaho de romero se emplean para combatir los dolores de cabeza o se ponen en los guardarropas para evitar la acción de insectos como las polillas.

La decocción de las hojas en uso externo se utiliza para curar toda clase de heridas, úlceras, llagas gangrenosas, reumatismos articulares. La decocción de las sumidades floridas se usa en afecciones del corazón, hígado, pulmones, hidropesía, catarros intestinales, fiebres tifoideas, reumatismo articular; también, como tónico, estomacal y estimulante. Las hojas y la esencia se utilizan como antirreumáticos. Se dice que la infusión de las hojas calma los nervios, especialmente durante la menopausia y que tiene efecto estimulante; que es diurético y colagogo. Se emplea contra el catarro, la gripe, los dolores reumáticos y la indigestión, y como bebida estimulante para mermar la fatiga o el dolor de cabeza; para hacer bajar la tensión y mejorar los procesos digestivos. Se considera que tiene efecto estimulante sobre la raíz del cabello dándole cuerpo y brillo; también, que lo mantiene libre de caspa. La infusión de las hojas en vino blanco se utiliza como un excelente limpiador del cutis. La infusión de flores de romero se usa para fortificar el cerebro y los nervios y contra parálisis, temblor y apoplejía cerebral. La tintura de romero se utiliza en fricciones para calmar los dolores

reumáticos, contusiones y afecciones de la piel. El vino de romero se emplea como colagogo, diurético, contra las afecciones del hígado y riñón.

#### **1.2.4 Farmacología**

Para poder determinar la actividad antimicrobiana se realizaron estudios antimicrobianos los cuales demuestran que las hojas son antibacterianas, aunque no se demostró actividad contra bacterias causales de infecciones dérmicas y respiratorias.

Estudios farmacológicos permiten demostrar que el extracto metanólico no es antiinflamatorio en el edema de la oreja del ratón inducido por acetato de tetradecanoilforbol. El extracto acuoso retarda el apareamiento de convulsiones inducidas por picrotoxinas ( 6 ml/Kg ) inoculada intraperitonealmente en ratones y disminuye significativamente la mortalidad. La planta contiene importantes cantidades de ácido rosmarínico (2.5%) y derivados hidroxicinámicos totales (3.5%), los cuales son responsables de su actividad antioxidante  $EC_{50}$  40 (g/ml).

El aceite esencial inhibe las contracciones del músculo liso de tráquea de conejo y cobayo aislado. Un flavonoide (diosmina) de las hojas disminuye la permeabilidad y fragilidad capilar. La lactona rosmanol es un antioxidante y el aceite rosmarínico es un antioxidante y antiinflamatorio.

#### **1.2.5 Farmacognosia**

La materia médica son las hojas y ramitas tiernas. Microscópicamente son hojas de 1-4 cm de largo, superficie superior verde oscuro, inferior verde-grisáceo; raras veces con flores azules, olor característico, sabor alcanforado. Microscópicamente es un polvo verde-grisáceo. Células de epidermis de paredes rectas, epidermis inferior con estomas diáctico, tricomas de coberturas multicelulares, tricomas glandulares unicelulares o bicelulares. No debe contener más de 7% de ceniza y 1.5% de ceniza insoluble en ácido.



Contiene aceite esencial (1-2%) de densidad 0.894-0.913, índice de refracción 1.466-1.468, rotación óptica + 0(43 a 13(10, ésteres como acetato de bornilo 1-7%, alcoholes totales como borneol 8.4-14.3%. Los principales componentes son :  $\alpha$ -pineno (7-25%), camfeno (2-9%), 1-8,cíneol (14-32%), alcanfor (10-15%), borneol (18%), acetato de bornilo, mirceno,  $\alpha$ -felandreno, limoneno,  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno, linalool (14-17%), cariofileno y  $\alpha$ -terpineol.

### **1.2.6 Toxicología**

El aceite está contraindicado en el embarazo, gastroenteritis y prostatitis, hay que ser prudentes en el uso de hojas y aceite ya que puede causar irritación renal, gastroenteritis, nefritis, convulsiones y rubefacción dérmica, el uso tópico puede causar dermatitis. ( 1 )

## **1.3 Métodos de obtención de aceites esenciales**

Los aceites esenciales se encuentran en brotes, flores, corteza, hojas, tallos, frutos, semillas, madera y rizomas, y en algunos árboles en exudados oleorresinosos.

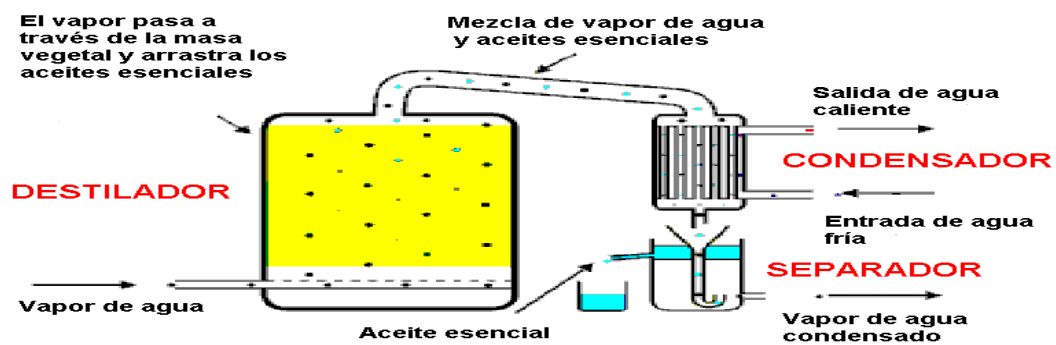
Comúnmente se emplean los siguientes métodos para liberar los aceites esenciales de una planta : 1) por destilación, 2) por extracción con disolventes volátiles, 3) por influración, 4) por maceración y 5) por expresión.

### **1.3.1 Por destilación**

Se coloca la planta o parte que contenga el principio aromático, en la caldera de un alambique de hierro, cobre o vidrio y se cubre con agua. Al calentar la caldera se evapora el agua y el aceite volátil, que se condensa en el refrigerante, recogiéndose con el agua en el colector, del cual se separa al cabo de cierto tiempo por diferencia de densidades, y finalmente se aísla con un embudo provisto de un grifo en la parte más estrecha. De este modo se obtienen casi todos los aceites volátiles. En algunos casos se

cubre la planta o partes de la misma con alcohol, en vez de agua; así se obtiene la esencia disuelta en el alcohol. Por otra lado la destilación con arrastre de vapor es la que tiene la mayor aplicación para obtener el aceite crudo, consiste en aplicar la corriente de vapor directamente sobre el material a destilar, a una presión adecuada, lo cual se efectúa en alambiques provistos de su entrada de vapor que se distribuye en el interior por medio de pichachas o de tubos perforados. Con la figura siguiente se muestra un diagrama simplificado de lo que constituye el proceso de destilación.

Figura 2. **Proceso de destilación**



Fuente : [WWW.laflorcantabrica.com/productos.htm](http://WWW.laflorcantabrica.com/productos.htm)

### 1.3.2 Por extracción con solventes volátiles

Consiste en poner en contacto el material con una corriente de disolvente, hasta que éste se apodera de toda la esencia, que luego es separada por destilación.

El factor más importante para lograr el éxito en este método es la selección del disolvente. El disolvente debe ser selectivo; esto es disolver rápida y totalmente los componentes odoríferos, con solo una parte mínima de materia inerte, otra característica es que deben poseer un bajo punto de ebullición, también debe considerarse que sean químicamente inertes al aceite, de igual manera deben evaporarse completamente sin

dejar cualquier residuo odorífero y finalmente se debe considerar su costo como también que de ser posible no sean inflamables. Entre los disolventes empleados se considera el éter de petróleo altamente purificado y siendo el benceno el que le sigue.

### **1.3.3 Influración**

Es un proceso de extracción mediante grasas en frío que se aplica solo en algunos tipos de flores delicadas y que produce aceites que de ninguna manera se podrían obtener por destilación.

### **1.3.4 Maceración**

Este proceso fue muy importante antes de la introducción de los métodos modernos de extracción con disolventes volátiles. Dicho proceso se asemeja a la extracción por disolventes, la diferencia es que el material permanece varios días sumergido; en este sistema se usa aceite, grasa fundida, y aun alcohol etílico.

### **1.3.5 Expresión**

Al exprimir por máquinas puede producirse un aceite casi idéntico al producto exprimido a mano y es el método aplicado en forma comercial. De los procesos de exprimir a mano, el proceso de esponja es el más importante, ya que produce el aceite de mayor calidad. Aquí la fruta se parte, y la piel se monda y se sumerge por varias horas, cada cáscara se prensa contra una esponja y el aceite se absorbe en ella, que se exprime periódicamente. (14 )

## **1.4 Rectificación de los aceites esenciales**

La rectificación significa una corrección o un proceso de limpieza. Una destilación con arrastre de vapor, una destilación al vacío o cualquier otro tipo donde se aplique una segunda destilación a un aceite esencial, puede ser considerada como una rectificación. La destilación fraccionada a presión reducida presenta muchas ventajas

como lograr que los puntos de ebullición desciendan considerablemente, suprime la acción oxidante del aire sobre los puntos calientes. Para llevar a cabo la destilación fraccionada de compuestos orgánicos de peso molecular medio o alto, la cantidad de calor necesaria, aún a presión reducida, es tal que provoca la destrucción de la molécula.

Dada la necesidad de destilar y separar estos productos, se empieza a emplear la técnica de destilación molecular, que está basada en la evaporación y no en la ebullición de los diferentes componentes.

### **1.5 Factores para un estudio de obtención de aceites esenciales**

Como consecuencia de que no todos los aceites esenciales se obtienen de la misma manera, es necesario conocer las características de las materias primas, así como la forma en que se obtendrán los aceites esenciales. Para satisfacer las condiciones de multifuncionalidad, economía, fiabilidad, resistencia a la temperatura, calidad de los aceites esenciales, es necesario saber la naturaleza de la materia prima, el tamaño óptimo de reducción de partícula y forma de secado para realizar la extracción.

#### **1.5.1 Naturaleza de la materia vegetal**

La materia prima empleada en la extracción de los aceites esenciales se clasifica de la siguiente manera :

- 1.- Semillas y frutos
- 2.- Hierbas y hojas
- 3.- Flores y pétalos
- 4.- Racimos y rizomas
- 5.- Cortezas

#### **1.5.2 Reducción de la partícula**

Para aumentar la superficie de contacto y obtener la forma más apta de reacción, la operación preliminar a la extracción es generalmente la trituración.

Se debe emplear el seccionamiento que consiste en la división de los sólidos por medio de cortadoras, también el uso de un molino sirve para la reducción de partícula y así obtener el tamaño óptimo de partícula. ( 8 )

### **1.5.3 Secado**

Es la operación unitaria por medio de la cual se extrae humedad de un sólido, involucrando la transferencia de masa y calor simultáneamente. La transferencia de calor se realiza por convección, radiación o una combinación de los tres medios.

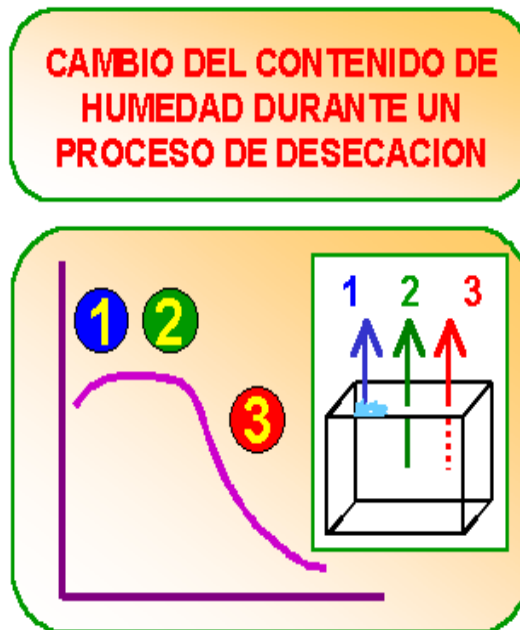
La transferencia de masa en el secado se efectúa en la forma de flujo de líquido y de vapor dentro del sólido y en forma de flujo de vapor desde las superficies externas húmedas; éstos se producen a su vez por mecanismos de difusión, tales como el flujo capilar, los gradientes de presión y temperatura o la gravedad. ( 3 )

Dependiendo de la naturaleza del sólido pueden actuar uno o varios de estos mecanismos en el secado. Esta operación puede describirse por medio de una curva de secado (kg de agua/kg de sólido seco contra tiempo) en la que se distingue claramente tres etapas:

1. Ajuste de temperatura y humedad del material a las condiciones de secado.
2. Un período de rapidez constante de secado en el cual el flujo de humedad del interior a la superficie del sólido es lo suficientemente alto para mantener una evaporación uniforme.

3. Un período de rapidez decreciente en el que el flujo de humedad del interior a la superficie no alcanza para mantener una evaporación uniforme, por lo que la rapidez disminuye paulatinamente.

Figura 3. Cambio del contenido de humedad durante un proceso de desecación



Fuente : [www.herbotecnia.com.ar/secado.htm](http://www.herbotecnia.com.ar/secado.htm)

#### 1.5.4 Técnicas de secado

El secado de una planta se considera como un tratamiento previo a la extracción debido a que esto permite un mejor aprovechamiento de las sustancias activas contenidas en la planta.

El secado de una planta no es más que el proceso de extraer la humedad que contiene, para evitar que se pudra, enferme o pierda las sustancias activas, además de permitir su almacenamiento por tiempo determinado antes de su utilización.

Dentro del secado se debe de tomar en cuenta la correcta eliminación de la humedad de la planta, ya que de lo contrario se pueden perjudicar las sustancias activas de la planta, ya que si existe una exposición de la planta a una excesiva desecación provocaría la pulverización de la planta y acarrea la pérdida de sus sustancias activas. Por el contrario si la humedad de la planta permanece alta esto

generaría peligro de crecimiento de mohos u hongos, también facilitaría a que la planta se llegara a pudrir.

Además de que las sustancias activas se reducen o alteran por el efecto de los rayos solares; así, las plantas ricas en aceites esenciales pueden perder entre un quinto y una tercera parte de esas materias. Solamente en circunstancias excepcionales se sitúan las plantas a pleno sol, pero siempre por períodos muy cortos y previo a situarlas en lugar adecuadamente ventilado.

El proceso de secado resulta más o menos sencillo dependiendo de qué parte de la planta se utilice o se va a manipular. Las hojas por ejemplo, son generalmente fáciles de tratar, no así los tallos y ramas. Si el tiempo de secado es excesivo se corre el riesgo de que la planta se reduzca en polvo, perdiendo las sustancias activas; un tiempo escaso, por su parte, puede provocar que la humedad que aún contienen las haga enmohecer o pudrirse. En general las partes más duras de las plantas deben poder partirse con facilidad si se las curva, y las más endebles deben conservar cierta rigidez sin romperse al manipularse ligeramente.

### **1.5.5 Métodos de secado**

#### **1.5.5.1 Secado natural**

Consiste en la exposición de la materia húmeda a la radiación solar, temperatura y humedad relativa del aire ambiental para llevar a cabo el proceso de secado.

#### **1.5.5.2 Secado artificial**

Consiste en tratar el producto en un secador en el que una corriente de aire y/o bien radiación directa lo seca. El aire, por lo general, se calienta mediante una fuente de energía, antes de que pase por el producto.

### **1.5.5.3 Secado solar modificado**

Consiste en aprovechar de manera más eficiente la radiación solar y las corrientes de aire; se usan colectores de energía solar cuya función es captar la energía de la luz del sol y de transferirla al aire en forma de calor. El aire así calentado se hace pasar por el producto húmedo que se desea secar.

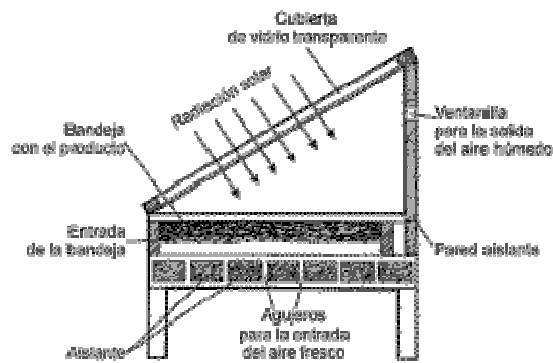
Dentro del proceso de secado es importante mencionar los siguientes métodos de secado, siendo éstos secado solar y el secado por medio del uso de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas; los cuales constituyen dos formas diferentes de método de secado que al final tienen la misma función que es absorber la humedad de la planta a secar.

### **1.5.5.4 Secado solar**

El secado solar consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para la extracción de humedad de los sólidos. El método más antiguo, tradicional y económico de secado; es especialmente utilizado en el secado a pequeña escala de frutas, granos, plantas y comestibles en general.

Figura 4. **Secador solar directo**





Fuente : [www.herbotecnia.com.ar/secado.htm](http://www.herbotecnia.com.ar/secado.htm)

### 1.5.5.5 Secador eléctrico de flujo transversal de bandejas

Este tipo de secador, seca efectivamente a través de un flujo de aire caliente transversal. Está construida de lámina negra tratada con pintura del tipo martillada, la cual es resistente a la corrosión, golpes y rajaduras. El interior del horno está hecho de acero inoxidable aislado con lana de vidrio sintética de 2" del exterior.

Figura 5. Secador de flujo transversal



Fuente : [www.herbotecnia.com.ar/secado.htm](http://www.herbotecnia.com.ar/secado.htm)

## 1.6 Antecedentes

Los aceites esenciales se han usado desde la antigüedad para tratar enfermedades, en productos de belleza, adoración a varios dioses y hasta en el proceso de momificación.

Estos maravillosos aceites poseen muchas propiedades beneficiosas. Cada aceite tiene una identidad, un aroma y unas características propias.

En la antigüedad se llamaban la quinta esencia de las plantas y los alquimistas los usaban en medicinas. Los aceites son altamente concentrados y literalmente representan la vida de la planta, la energía esencial de la planta.

La utilización de los aceites esenciales mediante la extracción de los mismos constituye en una técnica milenaria que se conoce como aromaterapia, con el fin de prevenir y curar enfermedades físicas y emocionales.

Ya en la prehistoria los primeros habitantes del planeta, quemaban madera y hojas para halagar a los dioses con tan agradables aromas. Hace 5000 años, en la China y la India desarrollaron técnicas para la prevención y curación con plantas aromáticas e incluyeron su uso cotidiano para cuidados de la salud y la belleza, así como para obtener bienestar y serenidad. En la América prehispánica todas las culturas que florecieron a lo largo del continente, han dejado testimonio del uso de las plantas aromáticas con fines curativos y rituales. Los egipcios dieron una atención sin paralelo a los aceites esenciales, utilizándolos en su vida diaria para efectos curativos, cosméticos y en la preparación de los cuerpos inertes para su preservación en el viaje a la eternidad.

Durante los siglos XVI y XVII más de 100 aceites esenciales fueron utilizados para investigar formulas de medicina tradicional. Al llegar la era industrial la acción terapéutica de los aromas y otras alternativas de salud fueron relegadas.

Es a principios del siglo XX que renace este maravilloso mundo de salud y belleza cuando el químico francés René- Maurice Gatteffose, conocido como el padre de la aromaterapia, usó este término por primera vez.

Trabajando muy de cerca con aceites esenciales pudo constar que contenían poderosas propiedades antisépticas y curativas y demostró que la piel puede absorber sustancias grasas, siempre y cuando su estructura molecular sea suficientemente pequeña, como en el caso de los aceites esenciales. En 1928 publicó su libro de aromaterapia que causó gran revuelo en el medio, ya que sostuvo su descubrimiento de que al inhalar ciertos aromas es posible aliviar estados de ansiedad y depresión.

Marguerite Maury es considerada pionera de la aromaterapia holística. Ella desarrolló un masaje especial aplicando aceites esenciales en las terminales nerviosas, e introdujo el concepto de prescripción individual, donde las esencias mezcladas se ajustaban no sólo a los requerimientos físicos sino también a las circunstancias y al temperamento de cada uno de sus pacientes.

Los científicos P. Franchomme, D. Penoël y Fhanel han dedicado más de 20 años a la investigación medico-científica de los aceites esenciales en los procesos bioenergéticos del ser humano, con lo cual cada día se pisa terreno más firme en este campo.

El sector de plantas aromáticas como medicinales representa para Guatemala poseer la oportunidad de desarrollar cultivos de especies aclimatadas a su medio, tanto nativas como importadas y lograr su aprovechamiento agroindustrial.

En la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, se han realizado diferentes proyectos relacionados con la extracción de los aceites esenciales. En el año de 1998 el proyecto CONCYT, 71-97 denominado “factibilidad de la extracción del aceite esencial de ajo, jengibre para su exportación” en este proyecto tanto para ajo como para jengibre se variaron los métodos de extracción y tamaño de lote. Se trabajó con jengibre y ajo a un tiempo de extracción de 2 horas. También dentro

de la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería se realizó el proyecto 6-20, PUIDI-DIGI, ejecutado en el año 2001 denominado “obtención y caracterización del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*), cultivado en Guatemala utilizado en diversidad de productos fitofarmacéuticos” se utilizó un tamaño de lote fijo y un tiempo de extracción de dos horas variando los niveles altitudinales de cultivo.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Localización

La parte experimental del trabajo se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, Sección de química industrial, específicamente en la planta piloto, que se encuentra en el departamento de Guatemala.

### 2.2 Recursos humanos

- Investigador Oscar Henry Santizo Lacayo
- Asesor Inga. Química Telma Maricela Cano Morales
- Coasesora Inga. Química Blanca Luz Chávez

### 2.3 Recursos Materiales

- Romero fresco (*Rosmarinus Officinalis L*) proveniente de cultivo realizado en Mixco Viejo, departamento de Guatemala, hojas maduras de longitud promedio de 2.2 centímetros
- Romero seco (*Rosmarinus Officinalis L*)

- Diesel
- Solvente orgánico, n-Hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>), GR (Grado Reactivo)

## **2.3.1 Equipo**

### **2.3.1.1 A nivel planta piloto**

- Caldera de alimentación de vapor tipo pirotubular, marca Columbia (construida en 1975) HP = 10
- Extractor, capacidad de proceso de 80 litros, temperatura de proceso de hasta 175°C (TOURNAIRE, S.A.) hecha en Francia.
- Molino tipo martillo, (Del KYRIOS, S.A.; Industria metálica)
- Vaso florentino
- Secador eléctrico de flujo transversal de bandejas; construido de lámina negra tratada con pintura del tipo martillada. El interior está hecho de acero inoxidable aislado con lana de vidrio sintética de 2" del exterior.

#### **Dimensiones**

Interiores:

- Altura 1.6 metros
- Ancho 1 metro
- Profundidad 0.50 metros

#### **Especificaciones**

Rango de temperatura :

- Temperatura ambiente + 5 \_ 120 °C ( no exceder 120°C )

- Diferencial +/- 2°C
- Numero de bandejas 25
- Requerimiento de aire 450 Pies cúbicos / minuto
- Resistencias 12 elementos de 1000 Watts

**Voltaje** 220/240 VAC (ref. 6)

### **2.3.1.2 A nivel laboratorio**

- Neoclevenger, con especificaciones según farmacopea brasileña
- Ampolla de decantación
- Probetas
- Balones de 1000 mililitros
- Pizeta
- Termómetro, de mercurio ( rango -20°C a 150°C )
- Rotovapor Büchi R-3000 modelo “A” incluye condensador inclinado, de vidrio con balón concentrador y balón colector de 1lt con juntas 24/40. Rotación graduable entre 20 y 250 RPM. Baño con capacidad de 4 lt, calentamiento de 3000W con control de temperatura entre 20 y 100°C.

## **2.4 Metodología experimental**

### **2.4.1 Diseño de tratamientos**

Se tuvo un diseño completamente al azar unifactorial (tamaño de lote) con tres repeticiones teniendo nueve unidades experimentales siendo el porcentaje de aceite esencial la variable respuesta. El tiempo de extracción se fijó en dos horas. En la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, se realizó en el año 2002 el proyecto denominado “obtención y caracterización de aceite esencial de

4 plantas medicinales cultivadas a diferentes niveles altitudinales de Guatemala” en este proyecto se trabajaron las plantas hinojo, ajeno y pericón bajo condiciones de tiempo de extracción de 2 horas. También dentro de la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería se realizó el proyecto 6-20, PUIDI-DIGI, ejecutado en el año 2001 denominado “obtención y caracterización del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*), cultivado en Guatemala utilizado en diversidad de productos fitofarmacéuticos” se utilizó un tamaño de lote fijo y un tiempo de extracción de dos horas variando los niveles altitudinales de cultivo.

Se evaluó el rendimiento y la calidad de la extracción de aceite esencial de romero, secado en un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas.

Se utilizó trampa de hexano para evitar en lo posible la pérdida de aceite esencial, teniendo en cuenta que en el hidrolato se sabe que se colecta aceite esencial lo que al momento de calcular el porcentaje de rendimiento del aceite esencial fue un factor a tomar en cuenta.

El mismo diseño se aplicó a nivel laboratorio para poder comparar los dos tipos de rendimiento.

Para poder determinar qué tanto puede influir, el llevar a cabo un proceso de secado controlado en los compuestos principales, del aceite esencial de romero, se extrajo aceite esencial de materia prima vegetal fresca.

#### **2.4.2 Manejo experimental**

La materia vegetal se obtuvo fresca y se secó en el secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, hasta una humedad de 63 %.

Luego se redujo de tamaño mediante el uso de un molino de martillos, a un tamaño de partícula de 5 mesh.

Se procedió a pesar las cantidades necesarias de materia vegetal para cada tratamiento.

Para la extracción de aceite esencial se utilizó el método de arrastre con vapor directo. La mezcla aceite esencial más hexano se destiló al vacío en un Rotovapor marca **Büchi** para eliminar el solvente. El aceite esencial obtenido se almacenó en frascos o vasos herméticamente sellados y limpios en refrigeración a un rango de temperatura de 5 a 7 °C. Para luego realizar las pruebas físicoquímicas y la cromatografía gaseosa, esta última se llevó a cabo en la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la caracterización del aceite esencial.

## **2.5 Diseño experimental**

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza, es decir para nivel planta piloto se tuvieron tres tamaños de lote diferentes, siendo éstos de cinco, diez y quince libras; con tres repeticiones por tamaño de lote. A nivel laboratorio se tuvieron tres tamaños diferentes para las pruebas a nivel laboratorio; siendo de treinta, cuarenta y cincuenta gramos con tres repeticiones por tamaño de lote.

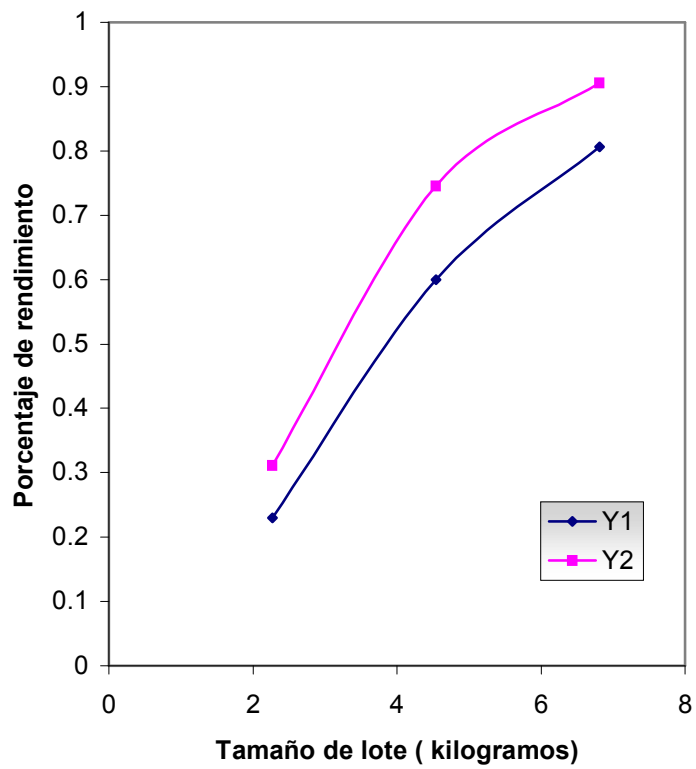
## **2.6 Análisis estadístico**

Para este estudio de tres tamaños de lote con tres repeticiones por tamaño, se utilizó un análisis de varianza, en el cual la variable dependiente o respuesta es el rendimiento de aceite esencial del Romero (*Rosmarinus Officinalis L*) y la variable independiente es tamaño de lote.



### 3. RESULTADOS

Figura 6. Comparación del % de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel planta piloto secado por medio de un secador solar con el realizado por la utilización de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, manteniendo condiciones similares de tamaño de lote.



Fuente :  
Y1 proyecto de tesis referido  
Y2 Datos obtenidos experimentalmente

Figura 7 . **Comparación del % de rendimiento de la extracción del aceite esencial de romero a nivel laboratorio secado por medio de un secador solar con el realizado por la utilización de un secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, manteniendo condiciones similares de tamaño de lote.**

