

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



**“EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE
ESENCIAL DE SALVIA (*Salvia Sagittata*) MEDIANTE
DESTILACIÓN CON ARRASTRE DE VAPOR”**
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

JOSE WILY ALVAREZ SILGUERA

CARLOS ANTONIO NINAHUANA JESUS

CARLOS ALBERTO SANCHEZ REYES

Callao, Enero, 2018

PERU

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por los señores Bachiller **ALVAREZ SILGUERA JOSE WILY, NINAHUANCA JESÚS CARLOS ANTONIO y SÁNCHEZ REYES CARLOS ALBERTO** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING° ÓSCAR JUAN RODRIGUEZ TARANCO	PRESIDENTE
ING° RICARDO RODRIGUEZ VILCHEZ	SECRETARIO
ING° CALIXTO IPANAQUE MAZA	VOCAL
ING° FABIO MANUEL RANGEL MORALES	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 1 de Tesis con Ciclo de Tesis Folio N° 35 y Acta N° 34 de fecha **VEINTISÉIS DE ENERO DE 2018**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 309-2017-CU de fecha 24 de octubre de 2017 y en su Cuarta Disposición Transitoria, norman los requisitos de los expedientes para la obtención del Grado Académico de Bachiller

DEDICATORIA

A mis padres, hermanas, primos y a toda mi familia
por darme el ejemplo de perseverancia, lucha
constante y apoyo total, a los docentes de mi
querida casa de estudios, por sus enseñanzas
compartidas en mi desarrollo profesional.

Carlos Alberto Sánchez Reyes

A Dios, por estar conmigo en cada momento de mi
vida, por darme ánimos e inspirarme para seguir en
el camino de superación

José Wily Álvarez Silguera

Dedicado a mis padres y hermanos, los que me
apoyaron en este arduo camino para lograr mi tan
ansiada titulación.

Carlos Antonio Ninahuanca Jesus

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por el esfuerzo que han hecho para que se realicen mis sueños, por ser siempre la fuente de confianza.

A nuestra Universidad y todas las personas que laboran en ella, porque durante este proceso han sido un gran apoyo para nuestro desarrollo profesional.

A nuestros profesores de la carrera, por todos los conocimientos compartidos, en especial a los que fueron un verdadero ejemplo de entrega y dedicación a la investigación.

INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.1 Identificación del problema.....	7
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Objetivos de la investigación.....	8
1.4 Justificación.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes del estudio.....	10
2.2 Estudio Botánico de la Salvia (Salvia Sagittata).....	13
2.3 Historia Natural.....	14
2.4 Usos medicinales.....	14
2.5 Aceites esenciales.....	15
2.6 Aceites esenciales de la salvia.....	22
2.7 Métodos de extracción de aceite esencial.....	26
2.8 Destilación por arrastre de vapor.....	27
2.9 Fundamentos de la destilación por arrastre con vapor.....	28
2.10 Definición de términos básicos.....	33
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	36
3.1 Variables de la investigación.....	36
3.2 Operacionalización de variables.....	36
3.3 Hipótesis.....	38
IV. METODOLOGÍA.....	39
4.1 Tipo de investigación.....	39
4.2 Diseño de la investigación.....	40
4.3 Población y muestra.....	43
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
4.5 Procedimiento de recolección de datos.....	48

4.5 Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	48
V. RESULTADOS.....	49
5.1 Resultados Parciales.....	49
5.2 Caracterización del aceite esencial de Salvia Sagittata.....	59
VI DISCUSION DE RESULTADOS.....	60
6.1 Contrastación de Resultados con otros estudios similares.....	59
VII.CONCLUSIONES.....	62
VIII.RECOMENDACIONES.....	63
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
X. ANEXOS.....	70
10.1MATRIZ DE CONSISTENCIA	
10.2 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	
10.3 ANALISIS TAXONOMICO	
10.4 ANALISIS CROMATOGRAFICO DEL ACEITE ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA	

TABLA DE CONTENIDOS

TABLAS

2.1 Órganos de Acumulación de Aceites Esenciales.....	21
2.2 Rango en la Composición química (%) de los aceites esenciales de Salvia Lavandulifolia.....	24
2.3 Concentración (%) de los principales componentes (>1%) de los Aceites Esenciales	25
2.4 Métodos de Extracción de Aceite Esencial.....	26
3.1 Operacionalización de Variables.....	37
4.1 Variables Independientes y Dependientes Involucradas en el Proceso de Extracción.....	41
4.2 Diseño Factorial del Proceso de Extracción.....	42
5.1 Variables que Influyen en la Extracción de Aceite Esencial de Salvia Sagittata por Arrastre de Vapor.....	49
5.2 Humedad de las Hojas de Salvia Sagittata.....	51
5.3 Datos Utilizados Para el Análisis Estadístico.....	51
5.4 Propiedades Fisicoquímicas del Aceite Esencial de Salvia Sagittata.....	54
5.5 Extracción por Arrastre de Vapor del Material Vegetal.....	59
6.1 Comparación de la Concentración (%) de los Principales Componentes de Aceite Esencial	61

FIGURAS

2.1 Fotografía de la Salvia Sagittata.....	13
2.2 Equipo de Extracción por Arrastre con Vapor.....	32
4.1 Diseño de la Investigación.....	40
4.2 Diseño Experimental.....	40
5.1 Espectro de Identificación de Componentes Volátiles del Aceite Esencial de Salvia (Salvia Sagittata.).....	54
5.2 Componentes Volátiles Encontrados en el Aceite Esencial de Salvia Sagittata.....	55
5.3 Componentes Principales del Aceite Esencial de Salvia (SALVIA SAGITTATA).....	56
10.1 Tamaño de Partícula.....	73
10.2 Humedad de la Hojas.....	74

GRAFICOS

5.1 Análisis ANOVA de un Solo Factor (RENDIMIENTO VS TAMAÑO DE PARTICULA).....	51
5.2 Análisis ANOVA de un Solo Factor (RENDIMIENTO VS HUMEDAD).....	51
5.3 Gráfica de Contorno (RENDIMIENTO VS HUMEDAD VS TAMAÑO DE PARTICULA).....	52
5.4 Gráfica de Superficie (RENDIMIENTO VS HUMEDAD VS TAMAÑO DE PARTICULA).....	52

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo la extracción y caracterización de aceite esencial de salvia (*Salvia Sagittata*) a partir de las hojas de la planta mediante un proceso de destilación por arrastre de vapor, llevado a cabo en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao. La muestra experimental fueron hojas de salvia procedente de Cochac, distrito de la ciudad de Huaraz, Ancash trabajadas a diferentes condiciones de humedad (húmeda, semiseca y seca) y tamaño de partícula (hoja entera, $\frac{1}{2}$ de hoja y $\frac{1}{4}$ de hoja)

Se realizaron 9 corridas experimentales de las cuales se obtuvo diferentes porciones de destilado siendo el mayor rendimiento 0.40392% a la condición seca y cortada a $\frac{1}{4}$ de hoja, asimismo, se determinó estadísticamente mediante al análisis de varianza (ANOVA) que la humedad tiene mayor significancia en el rendimiento. Las porciones obtenidas fueron sometidas a un análisis cromatográfico del cual se determinó que los componentes principales del aceite esencial de la *Salvia Sagittata* son: Linalool ($C_{10}H_{18}O$) (23.22%); Cariofileno ($C_{15}H_{24}$) (10.79%) y Canfeno ($C_{10}H_{16}$) (6.16%)

PALABRAS CLAVES: *Salvia Sagittata*, Aceite esencial, Arrastre de vapor, humedad, ANOVA, cromatografía de gases

ABSTRACT

The objective of the thesis was the extraction and characterization of sage essential oil (*Salvia Sagittata*) from the leaves of the plant through a steam distillation process, carried out in the laboratories of the Faculty of Chemical Engineering of the National University of Callao. The experimental sample was sage leaves from Cochac, district of the city of Huaraz, Ancash worked at different moisture conditions (wet, semi-dry and dry) and particle size (whole leaf, $\frac{1}{2}$ leaf and $\frac{1}{4}$ leaf).

9 experimental runs were carried out from which different portions of distillate were obtained, the highest yield being 0.40392% in the dry condition and cut to $\frac{1}{4}$ of the leaf, likewise, it was statistically determined through the analysis of variance (ANOVA) that the humidity has greater significance in performance. The obtained portions were subjected to a chromatographic analysis from which it was determined that the main components of the essential oil of *Salvia Sagittata* are: Linalool (C₁₀H₁₈O) (23.22%); Cariofileno (C₁₅H₂₄) (10.79%) and Canfeno (C₁₀H₁₆) (6.16%)

KEY WORDS: *Salvia Sagittata*, Essential oil, Steam drag, moisture, ANOVA, gas chromatography

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema.

Los aceites esenciales contienen compuestos volátiles biológicamente activos en formas altamente concentradas, que pueden brindar beneficios terapéuticos en cantidades muy pequeñas. La salvia es una planta de origen mediterráneo, muy apreciada debido a sus propiedades para tratamientos medicinales, así como para fines culinarios, cosméticos y también en aromaterapia.

En la actualidad el país viene obteniendo un crecimiento económico a nivel sudamericano debido a la creación de pequeñas y medianas empresas que fabrican productos en base a materia orgánica como la salvia , por lo que la presente investigación aporta un estudio tecnológico relacionado a la extracción de aceite esencial de salvia sagittata, en vista de que esta planta silvestre es utilizada para curar diversos malestares de forma natural debido a sus propiedades medicinales y teniendo muchas características fisicoquímicas (caracterización). Y a su vez si se le incrementa un valor agregado esto nos llevaría a incrementar la industria nacional y lograr una mejora en la economía.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Problema General: ¿Cómo obtener y caracterizar el Aceite Esencial a partir de Salvia Sagittata?

Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son las características físicas y taxonómicas de Salvia Sagittata?
- b) ¿Cuáles son los parámetros de extracción del aceite esencial de Salvia Sagittata?
- c) ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite esencial de Salvia Sagittata?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Objetivo General: Obtener y caracterizar el Aceite Esencial a partir de las Hojas de Salvia Sagittata.

Objetivos Específicos

- a) Determinar las características físicas y taxonómicas de la Salvia Sagittata.

b) Determinar los parámetros de extracción del aceite esencial de la Salvia Sagittata.

c) Determinar las características fisicoquímicas del aceite esencial de la Salvia Sagittata.

1.4 JUSTIFICACION

El Perú posee una gran diversidad de cultivos y de muchos de ellos se extraen su aceite esencial para utilizarlo como materia prima en la manufactura de distintos productos, como jabones, perfumes, medicina, y en la industria farmacéutica. Los aceites esenciales son productos de alto valor en el mercado por lo que su obtención generaría nuevos ingresos económicos, contribuyendo al desarrollo del país. En el caso de las salvias, debido a sus propiedades terapéuticas y farmacéuticas, los aceites esenciales son requeridos tanto para industria como para investigación, sin embargo, existen tipos de salvia poco investigados y/o analizados por lo que la extracción de este aceite esencial es importante. La iniciativa de realizar el desarrollo de esta investigación fue poder plasmar los conocimientos adquiridos; utilizando los métodos, técnicas y los instrumentos necesarios. Uno de los métodos más utilizados para la obtención de aceites esenciales es la destilación por arrastre con vapor. En muchos casos es necesario obtener fracciones enriquecidas en algún componente, o grupos de compuestos, a fin de potenciar alguna de las características del aceite.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio.

Para el presente trabajo de investigación se consideraron los siguientes antecedentes:

- **Rubén A. Sánchez A., Jaime Restrepo O. (2009)**, determinaron los resultados experimentales de la extracción del aceite esencial de la especie vegetal *Eupatorium odoratum* usando hidrodestilación y dióxido de carbono supercrítico. Las condiciones experimentales de la extracción con CO₂ supercrítico fueron 1500 psi, 40 °C y 3 minutos de extracción. Se obtuvo un rendimiento de extracción del 0,12% (CV 14%) de aceite esencial usando hidrodestilación y un 0,20% (CV 26%) usando CO₂ supercrítico.

El aceite esencial obtenido por hidrodestilación resultó ser rico en sesquiterpenos (65,2%), monoterpenos (30,5%), sesquiterpenos oxigenados (3,9%) y monoterpenos oxigenados (0,3%), mientras que el aceite obtenido con CO₂ supercrítico resultó ser rico en sesquiterpenos (52,4 %), sesquiterpenos oxigenados (34,4%) y monoterpenos (2,6 %); se extrajeron además, otras sustancias de peso molecular entre 350 y 600 g/mol (11,7 %) presumiblemente ceras cuticulares de la planta.

- **Ochoa P., K, Paredes Quiroz, L., Bejarano Luján D., Silva Paz R. (2012)**, obtuvieron el aceite esencial de *S. graveolens* por destilación por arrastre con vapor de agua, a partir de las hojas y tallos desecados, con rendimiento de 1,26 % (p/p). La densidad del producto resultó 0,8755 g/ml a 20 °C; índice de refracción 1,4726; índice de rotación 102°85' y soluble en etanol; el cromatograma mostró componentes mayoritarios con un contenido de 52,39 % Sabineno, 8,20 % (+)-4-careno, 7,11 % τ -terpineno, 6,74 % β -myrceno, 3,78 % 4-terpinenol, 3,67 % Pulegona.

- **Santana, R. Cabrera, C. Giménez, A. González-Coloma, R. Sánchez-Vioquea, M. de los Mozos-Pascual, M.F. Rodríguez-Conde, I. Laserna-Ruiz, J. Usano Alemany y D. Herraiz (2012)** realizaron el estudio químico y biológico de los aceites esenciales de *Salvia officinalis* L., *Salvia lavandulifolia* Vahl., *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel., *Lavandula latifolia* Medik., *Lavandula angustifolia* Mill. y *Thymus vulgaris* L. El estudio químico por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de los aceites esenciales permitió la identificación de 61 compuestos, de los cuales 23 presentaron un porcentaje mayor o igual al 1 %.

Los aceites esenciales de *Salvia* sp. Se caracterizaron por presentar un alto contenido de 1,8 cineol (16-23%) y, en el caso específico de *S. officinalis*, una elevada proporción de α -tuyona (15.7%). En *Lavandula* S p., los compuestos mayoritarios del aceite fueron linalol (30-33%), alcanfor (5-17%) y acetato de linalilo (9-28%); mientras que en *T. vulgaris* lo fueron carvacrol (21.6%) y p-cimeno (23.7%).

- **Blanco, J.; Ruiz, T.; Vázquez, F. M.; Cases, M. A. & Gervasini (2013)**, evaluaron la caracterización del aceite esencial de la salvia sclarea L. proveniente de la Comunidad Autónoma de Extremadura y su actividad antioxidante. Los componentes mayoritarios del aceite esencial estudiado fueron acetato de linalilo (37,3%), linalol (30,6%), α -terpineol (8,9%), germacreno D (5,8%). Los valores de actividad antioxidante lipófila (AAL) estuvieron en el intervalo de 0,167-0,190 mmol Trolox/L. Comparados estos resultados con los obtenidos por otros autores con material de esta planta de otras procedencia podemos considerar esta población de *S. sclarea* L. como un interesante recurso fitogenético de Extremadura

- **Galindo R. (2016)**, determinó que las curvas de secado para las hojas de *Salvia Officinalis* presentó un comportamiento decreciente con el incremento de la temperatura y velocidad de aire, asimismo mostraron diferencias significativas en el tiempo de secado ($p\text{-value} < 0.05$), presentando efecto significativo inverso con la temperatura y velocidad de aire, siendo la temperatura de 40 °C y velocidad de 0,5 m/s los mejores parámetros para un secado de calidad. Así mismo el modelo que mejor describe las curvas de secado de hojas de *Salvia* fue el modelo de Page con R2 mayores a 99.79%

2.2 Estudio Botánico de la Salvia Sagittata L.

FIGURA 2.1

FOTOGRAFIA DE LA SALVIA SAGITTATA



La salvia sagittata (véase Figura 2.1) cuyo nombre en español hace referencia a la forma de flecha de las hojas y a su distribución en el sur del país. Conocida desde Colombia en el departamento de Nariño, hasta Ecuador y Perú. En Colombia se encuentra entre 2.500 y 2.800 m de altitud. (Fernández-Díaz, 2006)

Clasificación Taxonómica de la salvia (*Salvia Sagittata*) por el Museo de Historia Natural de la UNMSM

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIACEAE

GENERO: SALVIA

ESPECIE: SALVIA SAGITTATA Ruiz & Pavón

2.3 Historia natural

Hierba perenne de tallos postrados con base leñosa, inflorescencias amplias laterales o terminales con llamativas flores azules con estambres largamente exsertos. Crece frecuentemente en taludes de caminos, pendientes rocosas y cañones de los ríos.

En los períodos secos muere la mayor parte de la planta, permaneciendo viva sólo la parte subterránea. Se propaga con facilidad por el enraizamiento de los tallos acostados. (Fernández-Díaz, 2006)

Desde hace más de cinco años esta especie ha sido cultivada como ornamental en condiciones experimentales en Bogotá, con muy buenos resultados. Por ser muy rústica, fácil de propagar y de floración azul intenso muy llamativa, se recomienda su uso en jardines de clima frío como planta de jardinera y materas colgantes. En la región de Ipiales se ve a menudo en antejardines de las casas, donde probablemente le dan algún uso medicinal. (Fernández-Díaz, 2006)

2.4 Usos Medicinales

Tiene actividad digestiva, antiespasmódica y antimicrobiana. En infusión para dolores de estómago, diarrea, gastritis y desordenes intestinales. Las hojas sirven para tratar músculos lastimados, golpes y afecciones de la piel. Para tratar tos, reumas, resfrió, sinusitis y en baños calientes. Para los calores de la menopausia y secreciones. Estimulantes del cuero

cabelludo, estimula el sistema nervioso central por lo que se usa como activadora de la memoria y tratar parálisis faciales. (Cañizares-Taco, 2013)

a) Componentes presentes: Alcaloides, Triterpenos, Esteroides, Saponinas, Flavonoides, Taninos. (Cañizares-Taco,2013)

2.5 Aceites Esenciales.

Se denomina aceite esencial al extracto volátil de numerosas plantas, obtenido tradicionalmente por hidrodestilación de carácter oleoso, muy poco soluble o insoluble en agua, soluble en solventes orgánicos, y de aroma intenso.

Entre las familias botánicas que contienen los aceites esenciales en cantidades elevadas entre el 0.1 y el 10 por ciento son las labiadas y las umbelíferas. Estos aceites se depositan en las células grasas, las vías o los pelos oleaginosos. Los aceites esenciales están formados por numerosas sustancias diferentes, de esta cuenta es que los hay en los que se han podido identificar hasta más de 50 elementos. (IXTAINA V., 2010)

La composición química de los aceites esenciales es muy variada, difieren de una familia a otra, los aceites esenciales están formados principalmente por compuestos orgánicos líquidos más o menos volátiles, se encuentran compuestos de cadena abierta, cíclicos, bicíclicos, tricíclicos, así como también sus derivados oxigenados y en algunas ocasiones compuestos sulfurados.

Existe por lo tanto una gran variedad de compuestos los cuales se pueden clasificar en la forma siguiente: compuestos de la serie terpénica; compuestos acíclicos sin ramas laterales; derivados del benceno; y otros compuestos de diversa estructura química. (IXTAINA V., 2010)

a) Composición

Los aceites esenciales son mezclas complejas y muy variables de componentes y pueden comprender entre 60 y 200 compuestos diferentes. Los compuestos principales pueden constituir hasta el 85% del aceite esencial, mientras que otros componentes están presentes únicamente en trazas.

Los componentes de los aceites esenciales pertenecen de manera casi exclusiva a dos grupos caracterizados por orígenes biogénicos distintos: el grupo de los terpenoides biosintetizados a partir de los pirofosfatos de geranilo y farnesilo por una parte y el grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano los cuales se biosintetizan a partir de la ruta shikimato, mucho menos frecuentes, por otra. Pueden también contener diversos productos procedentes de procesos de degradación que afectan a constituyentes no volátiles. (Başer & Buchbauer, 2010).

• Terpenoides

En los aceites esenciales únicamente se encontrarán los terpenos más volátiles, es decir, aquellos cuya masa molecular no es demasiado elevada: mono- y sesquiterpenos (Başer & Buchbauer, 2010).

- **Monoterpenos**

Son compuestos orgánicos de diez carbonos y casi siempre se encuentran hidrocarburos. Éstos pueden ser acíclicos (mirceno, ocimeno) monocíclicos (α - y γ -terpineno, p-cimeno) o bicíclicos (pinenos, 3-careno, canfeno y sabineno). A veces constituyen más del 90% del aceite esencial: (*Citrus* spp., *Pinus* spp.). La reactividad de los cationes intermediarios justifica la existencia de numerosas moléculas funcionalizadas:

- ✓ Alcoholes: acíclicos (geraniol, linalol, citronelol), monocíclicos (mentol, α -terpineol, 1-terpinen-4-ol), bicíclicos (borneol, fenchol) (Bakkali et al., 2008).
- ✓ Aldehídos: generalmente acíclicos (geranial, neral, citronelal) (Bakkali et al., 2008)
- ✓ Cetonas: acíclicas (tagetona), monocíclicas (mentona, isomentona, carvona, pulegona), bicíclicas (alcanfor, fenchona, tuyonas) (Bakkali et al., 2008)
- ✓ Ésteres: acíclicos (acetato o propionato de linalilo, acetato de citronelilo), monocíclicos (acetato de mentilo, acetato de α -terpinilo), bicíclicos (acetato de isobornilo) (Bakkali et al., 2008)
- ✓ Éteres: 1,8-cineol (llamado también eucaliptol), éter de eneldo; igualmente éteres cíclicos, tetrahidrofuránicos o di- y tetrahidropiránicos

que, para algunos, juegan un papel principal en el aroma de los frutos (óxidos de linalol, óxidos de rosa) (Bakkali et al., 2008)

✓ Peróxidos: ascaridol (Bakkali et al., 2008)

✓ Fenoles: timol, carvacrol (Bakkali et al., 2008).

Cuando la molécula es ópticamente activa, lo que ocurre casi siempre, la proporción de los dos enantiómeros varía considerablemente según la especie vegetal considerada. Uno de los dos puede ser ampliamente mayoritario, incluso prácticamente único (i.e. > 99%) :(-)- 3 -careno de la fracción volátil de la oleorresina de pimienta negra, (+)- 3 -careno del aceite esencial de trementina (*Pinus* spp.), (+)-(S)-linalol mayoritario del cilantro, (-)-(R)-linalol casi puro de la albahaca y la lavanda, linalol casi racémico del fruto de la pasión;(+)-(S)-terpin-1-en-4-ol casi puro de la lavanda, (-)-(R)-terpin-1-en-4-ol preponderante del eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), etc (Bakkali et al., 2008).

b) Sesquiterpenos

Son compuestos orgánicos de 15 carbonos y las variaciones estructurales en esta serie son de la misma naturaleza que en el caso precedente, siendo los más frecuentes hidrocarburos, alcoholes y cetonas. Conviene señalar que el alargamiento de la cadena aumenta el número de ciclaciones posibles por medio del pirofosfato de farnesilo (FPP), de ahí la gran variedad de estructuras conocidas (se han descrito más de una centena de esqueletos diferentes). Entre los principales sesquiterpenos

característicos de aceites esenciales están: hidrocarburos mono- o policíclicos (β -bisaboleno, β -cariofileno, longifoleno), alcoholes (farnesol, corotol, β -santalol, patchulol), cetonas (nootkatona, cis-longipinano-2,7-diona, β -vetivona), aldehídos (sinensales), ésteres (acetato de cedrilo) (Bakkali et al., 2008).

c) **Compuestos aromáticos derivados del fenilpropano**

Los derivados del fenilpropano (C6-C3) son mucho menos frecuentes que los terpenos. Se tratan generalmente de alil-y propenilfenoles, a veces de aldehídos, característicos de determinados aceites esenciales como el de anís (*P. anisum*), hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), perejil (*Petroselinum sativum* Hoffm.), que contienen anetol, anisaldehído, apiol, metil-chavicol, etc., pero también de los de clavo (*S. aromaticum*), nuez moscada (*Myristica fragans* Houtt), estragón (*Artemisia dracunculus* L.), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), ácoro (*Acorus calamus* L.), canelas (*Cinnamomum* spp.) que contienen eugenol, safrol, asaronas, cinamaldehído, etc. Igualmente se pueden encontrar en los aceites esenciales en C6-C1 como la vainillina (*Vanilla planifolia* Andrews) o como el antranilato de metilo (*Vitis labrusca* Raf.). (Bakkali et al., 2008; Başer & Buchbauer, 2010).

Las lactonas derivadas de los ácidos cinámicos (i.e. las cumarinas) al ser, al menos las más sencillas de ellas, arrastrables por corriente de vapor de agua, se encontrarán en algunos aceites esenciales (Bakkali et al., 2008; Başer & Buchbauer, 2010).

d) **Aspectos botánicos.**

Los terpenos son metabolitos secundarios que cumplen múltiples funciones en las plantas, tales como:

- ❖ Defensa contra depredadores y microorganismos patógenos
- ❖ Atracción de insectos polinizadores
- ❖ Defensa contra otras plantas (alelopatía)
- ❖ Reserva de metabolitos
- ❖ Protección en procesos de cicatrización (resinas)
- ❖ Regulación de los procesos de evaporación de agua
- ❖ Intermediarios y/o desechos del metabolismo vegetal

De acuerdo a ello, pueden acumularse en distintos órganos de las plantas, como se muestra en la tabla 2.1

TABLA N° 2.1

ORGANOS DE ACUMULACION DE ACEITES ESENCIALES

Órgano	Ejemplos
Flores	rosa, jazmín, lavanda
Hojas	menta, eucalipto, salvia
Leños	alcanfor
Raíces	lirio, vetiver
Cortezas	canela
Frutos	anís, cítricos
Semillas	almendras, pimienta

Fuente: The Essential Oils. (Guenther E. (1958).)

El órgano de acumulación del aceite esencial determina en buena medida los métodos de pretratamiento y extracción más adecuados. Así, la hidrodestilación es el método más conveniente para extraer el aceite a partir de hojas, raíces y flores. En el caso de algunas flores –que suelen ser más sensibles a la temperatura– se usa el tradicional método del “enfleurage”, que consiste en depositar los pétalos sobre películas de grasa, que absorben en frío los componentes aromáticos, y que luego son recuperados por lavado de la grasa con etanol. Cuando el aceite se encuentra en frutos o semillas, muchas veces el simple prensado es suficiente para lograr una buena extracción (como en el caso de los aceites de los cítricos, alojados en vesículas ubicadas en la piel de los frutos. (*Guenther E., 1958*)

2.6 Aceites Esenciales de la Salvia.

La salvia española se caracteriza por una gran variabilidad en cuanto al rendimiento y composición química de sus aceites esenciales. Esta especie biosintetiza y almacena los aceites esenciales por medio de tricomas glandulares. En *Salvia lavandulifolia* aparecen los dos tipos morfológicos de tricomas glandulares, aunque la gran mayoría del aceite esencial está producido por los tricomas glandulares sensu stricto (“peltate oil glands”). Estas glándulas comprenden, básicamente, una célula basal epitelial, una pequeña célula en forma de conducto y una cabeza secretora multicelular formada por 4 células centrales y entre 8-12 células periféricas. Estas estructuras producen y almacenan la gran

mayoría del aceite esencial y están distribuidas por toda la superficie de las partes aéreas de la planta. (Usano Alemany, 2012)

La cabeza secretora es la parte más aparente de toda la estructura y se puede apreciar al microscopio óptico en la superficie de las partes aéreas de la planta. Los coleteres o pelos glandulares "capitate glandular harris" son menos aparentes. Consisten en una célula basal, una o dos células en forma de conducto y una cabeza secretora unicelular. Aunque también están distribuidos por toda la superficie de las partes aéreas de la planta, sintetizan solo una parte muy pequeña de todo el aceite esencial. (Usano Alemany, 2012)

Debido a que la especie mayoritariamente cultivada y, por lo tanto, estudiada es *S. Officinalis*, existen pocas referencias en cuanto al rendimiento que ofrece la salvia española en producción de aceite esencial. Destacar que estas referencias ofrecen una gran variabilidad de datos. Marcos et al. (1988) en su descripción de las diferentes subespecies presenta unos rangos que van desde el 0,4 % v/p hasta valores cercanos al 3% v/p. Crespo et al. (1986) describe los aceites esenciales de *S. lavandulifolia* subespecie *oxyodon*, dando un valor medio de rendimiento del 1,5% v/p. Por otro lado, están descritos valores de 2,5% v/p (Guillen & Manzanos, 1999) y otros del 1% v/p (Guillen et al., 1996), si bien el material vegetal de partida no se encontraba en el mismo estado fenológico. Coincidentes con los valores anteriores, Leung & Foster (1996) otorgan valores entre 1,0-2,8% v/p para el contenido en

compuestos volátiles. En cuanto a la composición química, existen grandes diferencias cuantitativas en relación al porcentaje relativo que representan los diferentes compuestos en el total del aceite esencial aislado. (*Usano Alemany, 2012*)

En general, se puede afirmar que el aceite esencial de *S. lavandulifolia* está caracterizado por los compuestos α -pineno (5-20%), β -pineno (2-27%), sabineno (8-19%), mirceno (<1-16%), limoneno (2-12%), 1,8-cineol (6-59%), alcanfor (1-16%) y, además, una serie de sesquiterpenos con una proporción alrededor del 5% o superior. Las diferencias cualitativas en cuanto a los compuestos identificados existen, pero son de menor magnitud. (*Usano Alemany, 2012*)

La tabla 2.2 muestra, a modo de resumen, una recopilación bibliográfica completa de los rangos encontrados en la mayoría de los compuestos identificados de los aceites esenciales de *S. lavandulifolia*. Mientras que la tabla 2.3 se muestra un análisis cromatográfico de 6 salvas donde se identifica sus componentes volátiles.

TABLA N° 2.2

RANGO EN LA COMPOSICION QUIMICA (%) DE LOS ACEITES
ESENCIALES DE SALVIA LAVANDULIFOLIA.

COMPUESTOS	% EN LA ESENCIA	COMPUESTOS	% EN LA ESENCIA
α - pineno	1,93 – 24,00	δ - cadineno	0,01 – 2,80
canfeno	0,6 – 14,30	Oxido de cariofileno	0,10 – 3,80
mirceneno	0,5 – 15,60	β - pineno	2,23 – 48,40
limoneno	0,78 – 58,40	manoon	1,94 – 3,57
1.8 - cineol	1,20 – 54,00	sabineno	0,07 – 5,80
(Z) - β -ocimeno	0,20 – 2,50	α - felandreno	0,01 – 5,00
(E) - β -ocimeno	0,05 – 1,30	alcanfor	1,30 – 36,10
terpinoleno	0,01 – 0,80	Acetato de α - terpileno	0,10 – 11,20
linalol	0,10 – 35,00	γ - terpineno	0,05 – 1,30
Acetato de linalino	0,01 – 6,00	ρ - cimeno	0,01 – 4,60
Acetato de borlino	0,21 – 7,70	isoborneol	0,10 – 1,90
β - cariofileno	0,20 – 12,80	α - cubebeno	0,05 – 1,10
Terpinen- 4-ol	0,10 – 2,50	biciclogermacreno	0,01 – 1,50
α - tuyeno	0,01 – 0,70	triciclono	0,06 – 0,50
Acetato de isobornilo	0,70 – 4,90	α - humuleno	0,10 – 6,20
α - gurjurgeno	0,20 – 0,30	borneol	0,10 – 10,00
ar- curcumeno	0,10 – 0,90	Acetato de sabinilo	1,80 – 6,20
α - tuyona	1,30 – 22,82	allo- aromadendreno	0,05 – 0,40
cis- acetato de sabinilo	0,01 – 24,00	viridiflorol	0,01 – 10,92
sabinol	0,10 – 2,50	β - tuyona	0,01 – 22,82
α - terpineol	0,10 – 4,00	cis- sabinol	8,80 – 19,95

Fuente: Ing. Jaime Usano Alemany (2012)

TABLA N° 2.3

CONCENTRACION (%) DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES (>1%)

DE LOS ACEITES ESENCIALES

Clase química	ACEITES ESENCIALES					
	Salvia Officinalis	Salvia Lavandulifolia	Lavandula Latifolia	Lavandula angustifolia	L. x intermedia	Thymus vulgaris
M.H.	22,63	29,0	7,81	13,15	1,32	37,42
α -pineno	8,18	9,54	1,97	1,01	-	2,32
canfeno	1,77	2,46	1,00	-	-	-
β -pineno	6,81	10,01	2,20	1,19	1,32	3,22
γ -terpineno	2,39	1,4	-	-	-	23,73
limoneno	2,42	4,01	2,64	4,13	-	1,41
γ -terpineno	1,06	1,58	-	-	-	6,74
β -E-ocimeno	-	-	-	6,82	-	-
M.O.	50,22	45,83	66,04	47,38	50,28	37,36
1,8-cineol	16,60	22,54	11,02	5,82	6,44	4,26
linalol	7,72	10,96	33,51	32,36	30,72	7,93
α -tuyona	15,76	1,08	-	-	-	-
β -tuyona	2,77	-	-	-	-	-
alcanfor	6,36	9,04	17,34	5,51	10,18	0,95
borneol	1,02	2,21	4,17	2,33	2,94	1,25
Carvacrol	-	-	-	-	-	21,59
Terpinen-4-ol	-	-	-	1,36	-	1,38
E.M.	3,49	3,25	9,30	17,31	28,26	3,06
Acetato de linalilo	3,49	2,13	9,30	17,31	28,26	3,06
Acetato de bornilo	-	1,11	-	-	-	-
S.E.	7,79	7,36	5,29	8,42	2,95	3,28
Trans-cariofileno	3,84	5,75	2,31	6,06	1,9	3,28
β -himachaleno	1,2	-	1,34	1,24	1,05	-
Oxido de cariofileno	1,06	-	-	-	-	-
β -bisaboleno	-	-	1,64	-	-	-
viridiflorol	1,69	1,61	-	-	-	-
Aromadendreno	-	-	-	1,12	-	-

M.H.=Monoterpenos hidrocarbonados; M.O.=Monoterpenos oxigenados; E.M.=Esteres monoterpenicos; S.E.=Sesquiterpenos

Fuente: O. Santana, R. Cabrera, C. Giméneç, J. Usano Alemany y D.

Herraiz (2012)

2.7 Métodos de extracción del aceite esencial.

En la tabla 2.4 se muestra los principales métodos de extracción de aceite esencial

TABLA 2.4
METODOS DE EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL

MÉTODO	PROCEDIMIENTO		PRODUCTO OBTENIDO
Métodos Directos	Extrusión	Compresión de cáscaras	Aceites Esenciales Cítrico
		Raspado de cáscaras	
	Exudado	Lesiones mecánicas en cortezas	Gomas, Resinas, Bálsamos
Destilación	Directa		
	Por arrastre de vapor (directo, indirecto, a presión o a vacío)	Hojas cortadas húmedas y/o secas	Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Destilación-maceración (liberación enzimática de agliconas en agua caliente)		
Extracción por solventes	Solventes volátiles	En caliente	Infusiones y resinoides alcohólicos en caliente, oleorresinas
		En frío	Mezclas aromáticas, resinoides en frío, oleorresinas.
Procesos de extracción con fluidos en condiciones supercríticas y subcríticas	Solventes fijos (grasas y aceites) "Enfleurage"	En caliente	Pomadas en caliente, lavados y mezclas aromáticas.
		En frío	Pomadas en caliente, lavados y mezclas aromáticas.

2.8 Destilación por arrastre con vapor.

Este método de extracción consiste en colocar el material vegetal en el interior del alambique sobre un falso fondo que lo aísla del agua, haciendo hervir ésta con fuego directo, vapor en camisa o serpentín. De esta forma el agua desprende vapores saturados húmedos y el material vegetal es sometido a una corriente de vapor de agua, la mezcla de agua y aceite esencial es arrastrada, posteriormente es condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. En algunos casos se puede utilizar un caldero para generar vapor saturado seco.

Inicialmente en el proceso se tiene la mezcla de dos líquidos inmiscibles (aceite esencial y agua), el método de arrastre con vapor consiste en la vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble" función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y adicionar presión de vapor a los componentes volátiles del aceite esencial. Los vapores que salen del alambique se enfrían en un condensador en la que retoman a la fase líquida, los dos productos inmiscibles: agua y aceite. Finalmente se separan en un dispositivo decantador o vaso florentino. La hidrólisis es mínima por que el material vegetal no está en contacto directo con el agua líquida caliente. (Kirk-Othmer, 1993; Cerpa, 2007; Baser-Buchbauer, 2010)

El material herbáceo se carga al alambique a temperatura ambiente, esto hace que se produzcan condensaciones sobre él con mucha frecuencia, y

problema se contrarresta incorporando discos perforados intercalados dentro del alambique.

Con este método se trabaja hasta cerca de los 100° C, cuando la extracción se realiza a una atmósfera de presión y la velocidad de trabajo no es alta, requiriendo mucho tiempo para el arrastre de las esencias ricas en componentes de alto punto de ebullición. Esta técnica se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, alta pureza del aceite esencial obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.

Las instalaciones para este método son más costosas, pero presentan mucha mayor capacidad de producción. El material herbáceo (frutos, cortezas y raíces) se puede cargar fácilmente al alambique, pues sólo presentan inconvenientes en este sistema cuando la materia prima está finamente dividida (polvos) por su tendencia al compactamiento. (Kirk-Othmer, 1993; Cerpa, 2007; Baser-Buchbauer, 2010)

2.9 Fundamentos de la Destilación por Arrastre de Vapor

Se puede definir la destilación por arrastre con vapor, como la separación de dos o más sustancias, basada en las diferencias existentes entre sus presiones de vapor. Dichas sustancias pueden ser total o parcialmente miscibles. La mezcla de gases ideales sigue la ley de Dalton, según ella, cuando dos o más gases o vapores, que no reaccionan entre sí, se mezclan a temperatura constante, cada gas ejerce la misma presión como si estuviera sólo y la suma de las presiones de cada uno de ellos es igual a la presión total del sistema. (Treybal, 2007)

Si consideramos un sistema heterogéneo, formado por dos líquidos no miscibles tales como el agua y un aceite esencial, los vapores emitidos por cada uno de ellos no pueden ser modificados por la presencia del otro debido a que no existen afinidades mutuas entre sus moléculas gaseosas, y por tanto sus presiones de vapor se adicionan al ir calentando dicho sistema heterogéneo. Llegará un momento en el cual, la presión de vapor total es igual a la presión ejercida sobre la superficie libre de ambos líquidos, entonces el sistema se encuentra en ebullición. La presión parcial de cada componente es en este momento inferior a la presión atmosférica, de forma que los líquidos se encuentran hirviendo a una temperatura inferior a sus puntos de ebullición normales. (Smith – Van Ness, 2008)

En conclusión, todo líquido no miscible con el agua puede ser arrastrado por aquella, hirviendo a una temperatura más baja. Que su punto de ebullición, y de todo sistema homogéneo es posible aislar sus componentes por destilación, siempre que haya suficiente diferencia entre sus presiones de vapor (al menos una diferencia de 3 a 5°C entre sus puntos de ebullición para poder separarlos mediante destilación). Cuando la diferencia es pequeña, se hace necesario volver a destilar, partiendo del líquido más rico en volátil obtenido en la primera destilación, y repetir el proceso hasta conseguir el resultado buscado. (García Araez, 1953)

Suponiendo que los vapores siguen las leyes de los gases ideales, vamos a deducir una ecuación aproximada que nos dará una idea sobre los parámetros que prevalecen en las codestilaciones.

La cantidad de cada componente que se encuentra en estado de vapor, durante una codestilación (Gilg Engler, 1950) será:

$$G = \bar{M} \times n = \bar{M} \times \frac{p \times V}{R \times T}$$

Dónde:

G = Peso del componente al estado de vapor (g).

n = Número de moléculas gramo presentes al estado de vapor (mol). M= Peso molecular (g /mol).

p = Presión parcial de vapor (atm).

V= Volumen total ocupado por la mezcla de vapores (L).

R = Constante universal de los gases perfectos.

T = Temperatura absoluta del sistema (K).

Se identifica con el subíndice W los valores del vapor de agua y con E los valores del aceite esencial, así se tendrá:

$$\frac{G_W}{G_E} = \frac{\bar{M}_W}{\bar{M}_E} \times \frac{p_W}{p_E} \times \frac{\frac{V}{R \times T}}{\frac{V}{R \times T}} = \frac{\bar{M}_W}{\bar{M}_E} \times \frac{p_W}{p_E}$$

Esta expresión nos da una idea clara de las relaciones de los distintos parámetros presentes en el proceso de arrastre con vapor.

El peso molecular del agua es inferior al peso molecular medio de los aceites esenciales, y su presión de vapor es muy superior a la de los

aceites (los aceites esenciales tienen presiones de vapor comprendidos entre 0,005 a 2,2 mm de mercurio, a 20°C) razón por la cual los vapores de la mezcla originados contienen mayor masa de vapor de agua que de aceite esencial, siendo el producto condensado (mezcla líquida de agua y aceite esencial) más rico en agua. (Kirk-Othmer, 1993)

Los aceites esenciales están constituidos por diversos compuestos orgánicos, además se debe tener en cuenta que durante el proceso de arrastre con vapor la composición del aceite esencial en fase vapor, la presión de vapor de cada componente y la densidad del aceite está variando respecto al tiempo, siendo necesario por ello recoger la totalidad de los productos arrastrados. Si las codestilaciones acuosas se realizan a una presión menor que la atmosférica, la proporción de agua en el condensado sería mayor, siendo además el aceite arrastrado más rico en componentes volátiles. Cuando se quieren aislar componentes de mayor peso molecular, es necesario trabajar a una presión superior a la atmosférica, y por esto se aplica vapor sobrecalentado. (Baser-Buchbauer, 2010)

En términos prácticos, el efecto de la temperatura del vapor (100 °C) en un cierto tiempo rompe el tejido vegetal liberando el aceite esencial, el cual presenta a estas condiciones una presión de vapor:

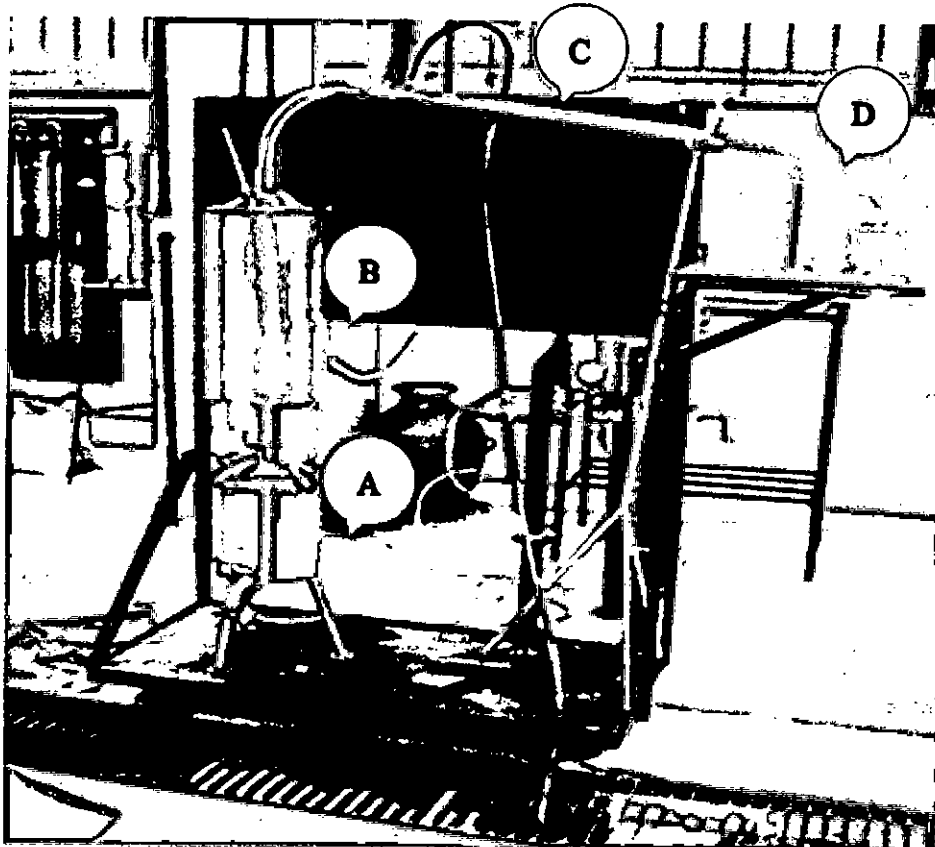
$$P_T = P_v + P_a.$$

Adicionalmente el aceite esencial debe de ser insoluble en agua, ya que después del condensador, en el separador (Florentino) debe de formarse

dos fases: una de aceite esencial y otra de solubles en agua estos quedarán en la fase acuosa que puede comercializarse como tal: agua de rosas. (Paredes y Quinatoa, 2010)

GRAFICO N° 2.2

EQUIPO DE EXTRACCION POR ARRASTRE CON VAPOR



Fuente: L.O.P.U – Facultad de ingeniería química UNAC

- a) hervidor: $H = 34.7$ cm; $\varnothing = 22.1$ cm; tiempo de ebullición= 30 minutos
- b) extractor: $H = 54$ cm; $\varnothing = 26$ cm; posee termómetro para el control de temperatura
- c) condensador: $L = 65$ cm; $\varnothing = 9.5$ cm; posee flujos de entrada y salida de agua que fluye a 0.06 L/seg.
- d) separador (florentino)

2.10 Definiciones de términos básicos

- **Aceites esenciales:** son mezcla de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan la maroma característica a algunas flores árboles y semillas. Son intensamente aromáticos, volátiles.
- **Caracterización:** Determinación de los atributos peculiares de una persona o cosa, de modo que se distinga claramente de las demás.
- **Aromaterapia:** La aromaterapia es una supuesta terapia alternativa que pretende basar su eficacia en los efectos que tiene sobre el organismo humano la percepción de los olores producidos por determinados aceites esenciales.
- **Índice de refracción:** Es una de la medidas para saber cuánto se reduce la velocidad de la luz (o de otras ondas tales como ondas acústicas) dentro del medio.
- **Extracción:** Es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con distinto grado de solubilidad y que están en contacto a través de una interface.
- **Densidad:** es la magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.
- **Cromatografía de gases:** es una técnica cromatografica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatografica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de

gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito, su única función es la de transportar el analito a través de la columna.

- **Canfeno:** La Canfeno, de la familia del carburo del monoterpeno, es un isómero del alfa-pineno presente en plantas múltiples tales como Romero, abeto, lavanda o salvia. Viene en forma de un sólido ceroso que exuda un aroma leñoso de pino. El canfeno se utiliza así en la preparación de perfumes pero también como agente del sabor en la industria alimentaria. El canfeno también es conocido por sus propiedades medicinales como antiespasmódico y Estimulante bronquial.
- **Linalool:** es un terpeno con un grupo alcohol cuya forma natural es común en muchas flores y plantas aromáticas. Su olor floral con un toque mentolado le ha conferido cierto valor para su uso en productos aromáticos. Este monoterpeno tiene otros nombres tales como β -linalool, linalyl alcohol, óxido de linaloyl, p-linalool, allo-ocimeno y 2,6-dimethyl-2,7-octadien-6-ol. Además de ser utilizado como esencia aromática en utensilios domésticos tales como jabones, detergentes, champús y lociones, el linalool también sirve como reactivo químico intermediario necesario para producir otras sustancias como la vitamina E.
- **Cariofileno:** Cariofileno o (-)- β -Cariofileno, es un sesquiterpeno bicíclico natural, un componente de muchos aceites esenciales, especialmente el aceite de clavo de olor, el aceite de los tallos y las flores de *Syzygium aromaticum* (clavo de olor),² el aceite esencial de cáñamo

Cannabis sativa,³⁴ romero *Rosmarinus officinalis*,⁵ y el lúpulo.⁶ Se encuentra generalmente en mezcla con isocariofileno (el cis isómero de doble enlace) y α -humuleno (nombre obsoleto: α -cariofileno), un isómero de anillo abierto. Cariofileno se destaca por tener un anillo ciclobutano, una rareza en la naturaleza.

Debido a que el producto natural vegetal extendido de beta-cariofileno es un aditivo de alimentos aprobado por la FDA y se ingiere con la comida diaria que es la primera cannabinoide de la dieta. Si este compuesto es capaz de modular los procesos inflamatorios en los seres humanos a través del sistema endocannabinoide es aún desconocido. Beta-cariofileno no se une al receptor cannabinoide de tipo-1 expresado en el centro (CB 1) y por lo tanto no ejerce efectos psicomiméticos

III. VARIABLES E HIPOTESIS

3.1 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

3.1.1 Variable dependiente

Y = Extracción y caracterización del aceite esencial de *Salvia Sagittata*.

3.1.2 Variables independientes

X₁ = Características físicas y taxonómicas de *Salvia Sagittata*.

X₂ = Parámetros para la destilación de aceite esencial de *Salvia Sagittata*.

X₃ = Características fisicoquímicas del aceite esencial de *Salvia Sagittata*.

3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

$$Y = f (X_1; X_2, X_3)$$

Con la finalidad de probar la hipótesis formulada en el presente trabajo, sometimos a las variables a un proceso de operacionalización, identificando a los indicadores claves en cada una de ellas a fin de encontrar las marchas sistemáticas y tecnológicas que nos permitieron recoger datos experimentales para modelar el proceso funcional o evaluar la curva característica de alguna función típica.

TABLA 3.1

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
Y = Extracción y caracterización del aceite esencial de la Salvia Sagittata	Parámetros físicos y químicos	y1= volumen extraído y2= Densidad y3=Índice de refracción y4= cromatografía	Procedimient o Experimental
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
X1 = Características físicas y taxonómicas de Salvia Sagittata	Parámetros físicos y biológicos	x1=Análisis Taxonómico x2=Parámetros físicos de la salvia sagittata	Análisis de Laboratorio.
X2 = Parámetros para la destilación de aceite esencial de Salvia Sagittata	Parámetros físicos	x1= tamaño de partícula x2= humedad	Análisis Experimental
X3 = Características físicoquímicas del aceite esencial de Salvia Sagittata	Parámetros físico - químicos.	x1= Densidad. x2= Índice de refracción x3= Cromatograma	Análisis de Laboratorio

3.3 Hipótesis

3.3.1 Hipótesis general.

Mediante la destilación por arrastre de vapor se obtiene el aceite esencial de la planta salvia real (*Salvia Sagittata*) y es posible su caracterización.

3.3.2 Hipótesis específicas.

a) Las características físicas de la *Salvia Sagittata* son: hojas rugosas y cubiertas con pelos blancos cortos y fuertemente veteados.

Las características taxonómicas de la *salvia sagittata* son: Orden: Lamiales; Familia: Lamiaceae; Género: *Salvia*

b) Los parámetros de destilación del Aceite de la *Salvia Sagittata* se ven influenciados por el tamaño de partícula de las hojas y la humedad de las mismas.

c) La caracterización del aceite esencial de la *Salvia Sagittata* nos revelara la presencia de los componentes volátiles principales del aceite esencial.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

La investigación propuesta corresponde:

a) Por su finalidad

La investigación realizada es del tipo aplicada, puesto que el resultado podrá ser aplicado en la práctica para posteriores trabajos de investigación relacionados con el tema.

b) Por su diseño interpretativo

La investigación realizada es del tipo experimental, ya que el estudio se realizará mediante: observación, registro y análisis de los datos obtenidos durante el proceso de extracción y caracterización del aceite esencial de salvia (*Salvia Sagittata*)

c) Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados

La investigación realizada es del tipo cualitativo por los resultados de rendimiento y calidad del aceite esencial de salvia (*Salvia Sagittata*).

d) Por el nivel de estudio

La investigación realizada es de tipo aplicada, puesto que busca establecer propuesta para aplicarlas a la práctica.

4.2 Diseño de la Investigación

FIGURA 4.1

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

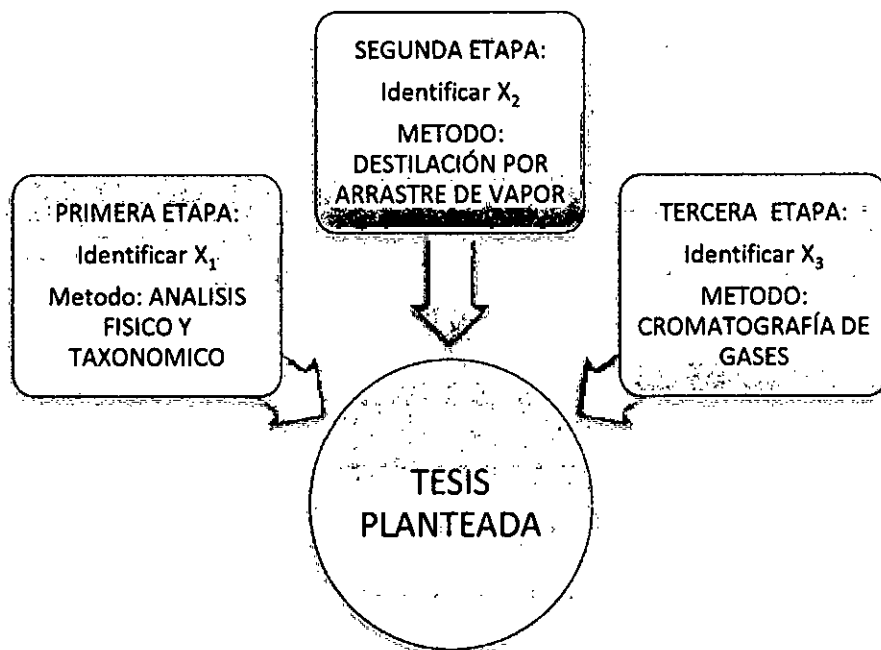
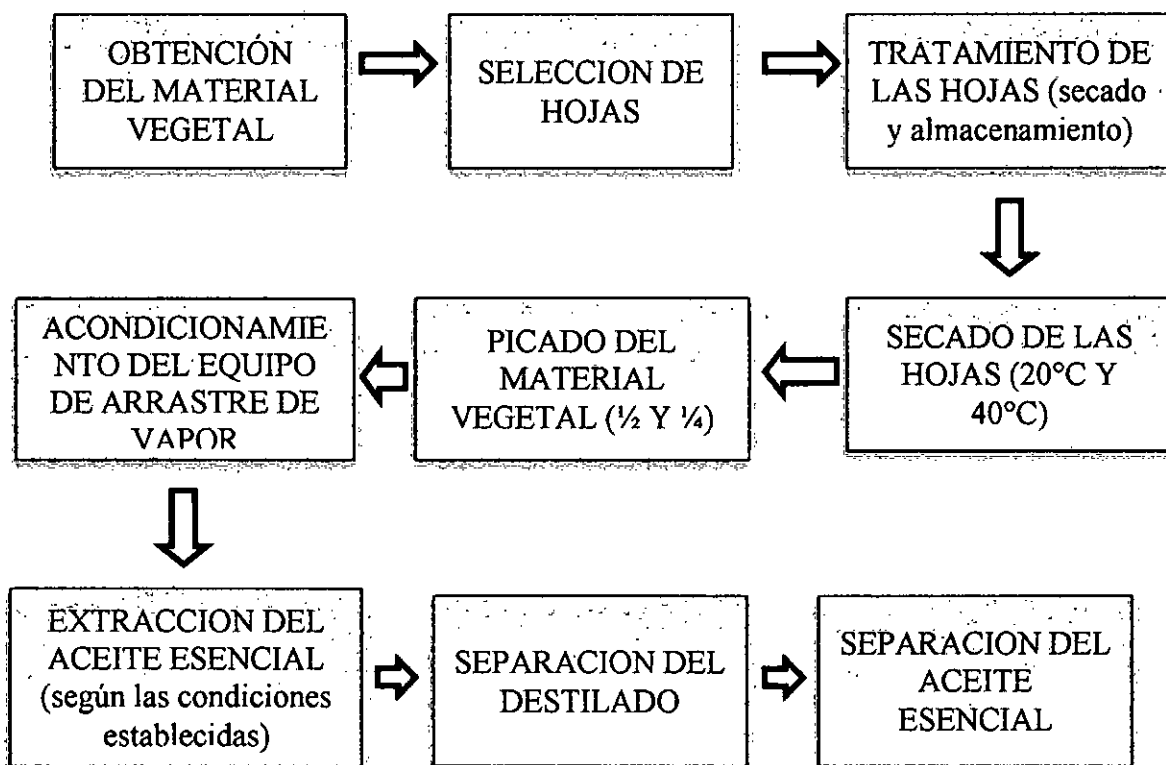


FIGURA 4.2

DISEÑO EXPERIMENTAL



a) **Determinación de las variables del diseño.**

Se consideraron las siguientes variables cuantitativas para el control, las cuales detallamos a continuación:

TABLA 4.1

**VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES
INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE DESTILACION POR
ARRASTRE DE VAPOR**

Variables Independientes	Definición	Unidades
Tiempo de extracción	El tiempo máximo para extraer el aceite esencial	Minutos
Peso de la muestra	Cantidad de hojas de salvia a utilizar	Kilos
Humedad	Porcentaje de agua en las hojas	%
Tamaño de partícula	Tamaños seleccionados a utilizar para la extracción	Fracciones de hoja
Variables dependientes	Definición	Unidades
Volumen de aceite extraído	Cantidad de aceite extraído durante el proceso	mililitros
Rendimiento	Volumen de aceite por cantidad de salvia	%

b) Diseño Factorial de la experimentación

Para obtener el número de corridas experimentales y la combinación de variables utilizamos el método estadístico Taguchi, en el consideramos 2 factores con 3 niveles cada uno, dándonos un total de 9 corridas experimentales.

Las variables independientes a controlar son:

A: Tamaño de partícula [hoja entera, 1/2 hoja, 1/4 hoja]

B: Humedad de la materia prima [Húmedo, Semiseco y Seco]

Total de experiencias= 9 experiencias

TABLA 4.2

DISEÑO FACTORIAL DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN

#Experimentos	Humedad	Tamaño de partícula	Volumen del aceite esencial (ml)
1	Húmedo	1	✓
2	Húmedo	1/2	✓
3	Húmedo	1/4	✓
4	Semi seco	1	✓
5	Semi seco	1/2	✓
6	Semi seco	1/4	✓
7	Seco	1	✓
8	Seco	1/2	✓
9	Seco	1/4	✓

4.3 Población y Muestra

Población

En este caso no se utilizó el concepto de población y muestra, lo que si se aplicó fue el criterio de muestra experimental, La cual está conformada por atados de Salvia Sagittata cultivadas en el distrito de Cochac, provincia de Huaraz, las cuales son sembradas y cosechadas hasta el momento de su germinación para su respectivo uso. Cada atado es de 1kg cada uno los cuales fueron lavados y limpiados para su procesamiento de acuerdo a las condiciones establecidas.

Para la extracción y medición de la cantidad de aceite por el método de destilación por arrastre de vapor de agua se utilizó hojas de salvia tratadas a 3 tipos de humedad: hojas frescas, hojas semi secas (secadas bajo sombra a 20°C) y hojas secas (secadas en una estufa a 50°C).

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas

- Análisis documental: Realización de la investigación bibliográfica.
- Pruebas experimentales: Desarrollo del método de destilación por arrastre de vapor para la obtención del aceite esencial.
- Análisis fisicoquímico y evaluación sensorial del aceite esencial.

4.4.2 Instrumentos

- Equipo diseñado para la extracción por arrastre con vapor.

- Estufa.
- Balanza analítica al 0,0001g.
- Refractómetro.
- Hojas de Salvia (Salvia Sagittata L.)
- Pipeta graduada.
- Agua destilada.
- Regla graduada.
- Tijera.
- Teflón.
- Navaja.
- Vaso de precipitado de 500 mL.
- Probeta florentino de 25 mL.
- Pera decantadora
- Termómetro.

4.4.3 Lugar de ejecución.

El desarrollo de esta investigación fue realizado en el Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOPU) y en el laboratorio de desarrollo e investigación, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao.

4.4.4 Método de experimentación

a) Identificación de la materia prima

La materia prima utilizada fueron hojas de salvia (Salvia Sagittata) Las

cuales fueron obtenidas de Huaraz – Ancash de las cuales se tomaron muestras de 1Kg de muestra a las condiciones establecidas.

b) Acondicionamiento de la materia prima

- **Lavado:** Una vez recepcionada la materia prima, se procedió a lavar con agua potable para eliminar las cantidades de tierra y suciedad que puedan contener, tratando las hojas con cuidado para no alterar las concentraciones del aceite.

- **Secado:** se procedió a utilizar las hojas en 3 condiciones de humedad:

- ✓ Hojas frescas: hojas lavadas sin alteraciones.

- ✓ Hojas semisecas: hojas secadas en un ambiente cerrado a 20°C con un flujo de aire a 0.5 m/s durante 1 día.

- ✓ Hojas secas: hojas secadas en una estufa a 50°C por 2 horas

c) **Picado:** Después del secado, el material vegetal paso por un proceso de picado a mano, dicho proceso se realizó con tijeras de plástico para evitar utilizar instrumentos metálicos (tijeras, cuchillos, picadora) debido a que la fricción puede provocar la liberación de componentes volátiles que pueden disminuir el rendimiento del principio de interés por volatilización descomposición

4.4.5 Procesamiento de la materia prima

- a) **Destilación:** Para la destilación se utilizaron 1 Kg de material vegetal (hojas) picado de salvia, la destilación se llevó a cabo empleando el método por arrastre de vapor de agua. Procedimiento por el cual la muestra vegetal es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa.
- b) **Separación:** Al finalizar el tiempo establecido para cada experimento se apagó el generador de vapor y se esperó que finalizara el goteo del condensador, logrando finalmente obtener el aceite contenido en el florentino, y se midió la cantidad obtenida en una bureta.
- c) **Almacenamiento:** Se almacenó en un envase color ámbar y fue llevado a un espacio cerrado para su mayor conservación.
- d) **Separación con solventes:** el destilado pasa por una pera de decantación y es separado del residuo del destilado. Se procedió a separar el aceite del destilado utilizando una jeringa milimetrada

4.4.6 Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de salvia

a) Análisis organoléptico

Este análisis constituye una disciplina científica para evaluar, medir, analizar e interpretar las características organolépticas del aceite esencial

(color, sabor, aroma y aspecto) mediante uno o más órganos de los sentidos humanos.

b) Análisis fisicoquímicos

• **Determinación de la densidad**

La Norma Técnica Peruana NTP ISO 279:2011 Rv. 2016 nos reportará el valor de la densidad en g/CC.

• **Determinación del Índice de Refracción**

La Norma Técnica Peruana NTP ISO 280:2011 nos reportará el índice de refracción del aceite esencial de la salvia sagittata. El índice de refracción de un aceite esencial es la relación del seno del ángulo de incidencia al del ángulo de refracción, de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa del aire al aceite esencial, manteniendo una temperatura constante.

c) Identificación y Cuantificación de los Componentes Volátiles del Aceite Esencial de Salvia (Salvia Sagittata) por Cromatografía de Gases – Espectrometría de Masas.

Esta técnica acoplada, permite obtener el espectro de masas de cada componente del aceite esencial con el cual se obtiene el peso molecular e información estructural. Esta se llevó a cabo en un Cromatógrafo de gases con detector de masas marca SHIMADZU, modelo GCMS-QP210 Ultra.

4.5 Procedimiento de Recolección de Datos.

a) **Fuente primaria:** La recolección de datos para la tesis emanaron de las mediciones y los análisis respectivos tanto para el acondicionamiento de la salvia como para la destilación y caracterización del aceite esencial.

b) **Fuente secundaria:** A partir de fuentes externas a través de artículos relacionados y otras tesis revisadas, que contienen información relacionada y nos dan un amplio conocimiento con el tema de interés.

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Después de hacer el diseño experimental y realizar los análisis en laboratorio, nos arroja un número importante de datos y vectores de respuesta. Estos datos se analizan mediante el software MINITAB 17, el cual nos ayuda a identificar si los resultados obtenidos cumplen con la hipótesis planteada, identifica si se cumplieron los objetivos, si los resultados obtenidos son significativos, nos brinda gráficos y tablas que nos ayudan a resumir los datos e interpretar los resultados estadísticos. La optimización del proceso de extracción se direccionó a encontrar una ecuación que rijan el comportamiento del volumen extraído del aceite esencial de la *Salvia Sagittata* mediante destilación por arrastre de vapor versus tamaño de partícula y humedad, de tal manera que maximice el rendimiento de extracción.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados Parciales

a) Las características taxonómicas de la salvia sagittata fueron determinadas y realizadas en el Museo de Historia Natural de la UNMSM.

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIACEAE

GENERO: SALVIA

ESPECIE: SALVIA SAGITTATA Ruiz & Pavón

b) Se hicieron 9 corridas con vapor de agua y se obtuvieron los resultados:

TABLA 5.1
VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCION DE ACEITE
ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA POR ARRASTRE DE VAPOR.

N° corridas	Masa de salvia (kg)	Volumen de agua(L)	Tamaño de partícula	Humedad	Vector respuesta	
					Volumen Obtenido (ml)	% rendimiento
1	1000.18	8	entero	Húmedo	1.8	0.13464
2	1000.09	8	1/2	Húmedo	2.2	0.16456
3	1000.29	8	1/4	Húmedo	3.4	0.25432
4	1000.31	8	entero	Semiseco	3	0.2244
5	1000.37	8	1/2	Semiseco	4.4	0.32912
6	1000.41	8	1/4	Semiseco	4.9	0.36652
7	1000.19	8	entero	Seco	4.2	0.31416
8	1000.28	8	1/2	Seco	4.6	0.34408
9	1000.4	8	1/4	Seco	5.4	0.40392

TABLA 5.2
HUMEDAD DE LAS HOJAS DE SALVIA SAGITTATA.

Nº	MASA DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (w_1)	MASA DE LA MUESTRA DESPUES DEL SECADO (w_2)	HUMEDAD
1	24.05 g	23.75	1.24%(húmedo)
2	24.05g	20.01	16.80%(semiseco)
3	24.07g	16.21	32.65 %(seco)

De esta forma, se comprueba que la extracción por arrastre con vapor de la salvia sagittata seca 1000 Kg con tamaño de partícula 1/4 hoja fue el que obtuvo mayor cantidad de aceite esencial (4.6ml) y mayor rendimiento 0.344% de extracción.

- **Análisis estadístico de los datos obtenidos**

Para determinar el parámetro que tiene mayor influencia en el rendimiento obtenido, se utilizó el método estadístico ANOVA partiendo de los siguientes datos:

TABLA 5.3
DATOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS ESTADISTICO

Nº corridas	Tamaño de partícula	Humedad	Vector respuesta
			% rendimiento
1	Entero=1	Húmedo=1	0.13464
2	½=0.5	Húmedo=1	0.16456
3	¼=0.25	Húmedo=1	0.25432
4	Entero=1	Semiseco=0.5	0.2244
5	½=0.5	Semiseco=0.5	0.32912
6	¼=0.25	Semiseco=0.5	0.36652
7	Entero=1	Seco=0.25	0.31416
8	½=0.5	Seco=0.25	0.34408
9	¼=0.25	Seco=0.25	0.40392

GRAFICO 5.1

ANALISIS ANOVA DE UN SOLO FACTOR (RENDIMIENTO VS TAMAÑO DE PARTICULA)

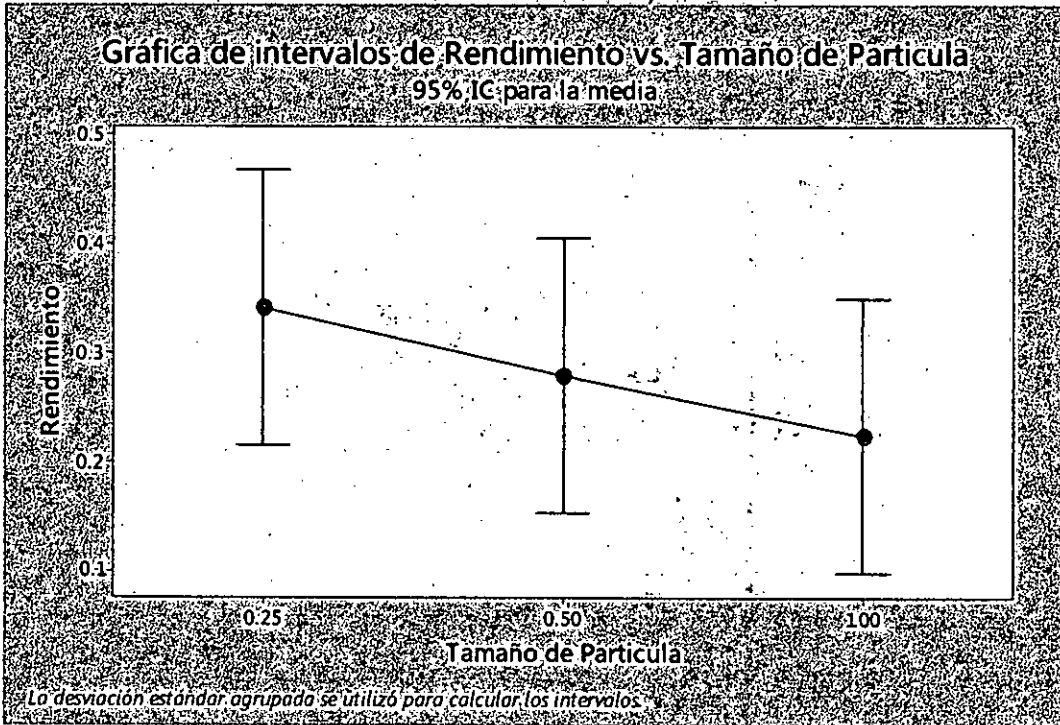


GRAFICO 5.2

ANALISIS ANOVA DE UN SOLO FACTOR (RENDIMIENTO VS HUMEDAD)

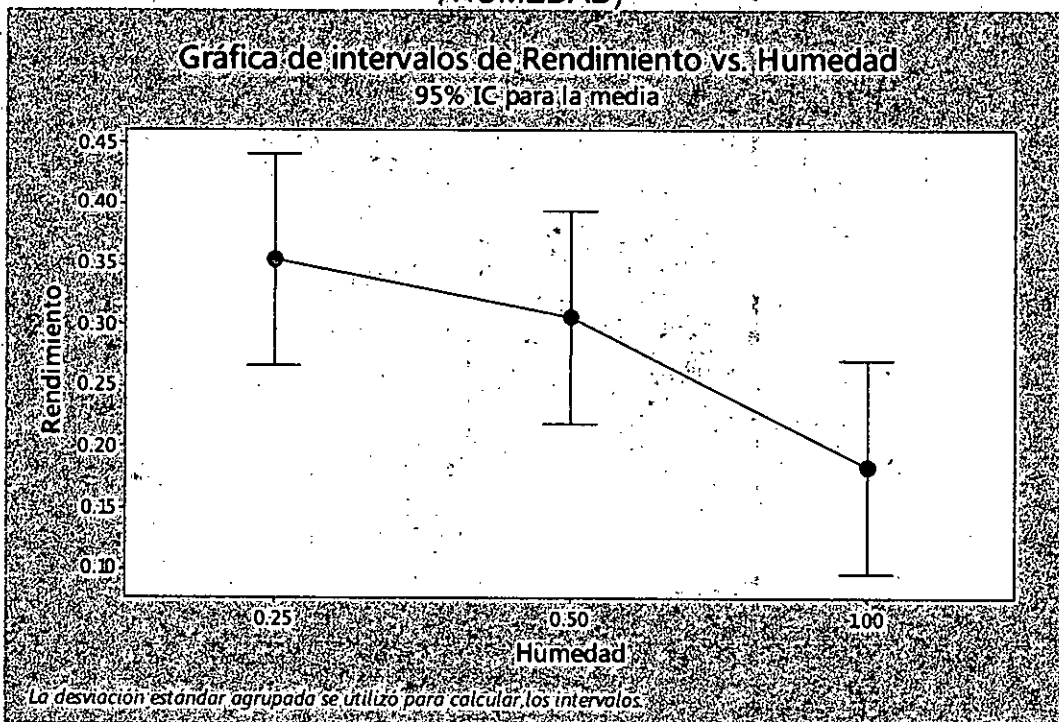


GRAFICO 5.3

GRAFICA DE CONTORNO (RENDIMIENTO VS HUMEDAD VS TAMAÑO DE PARTICULA)

Gráfica de contorno de rendimiento vs. tamaño de partícula, humedad

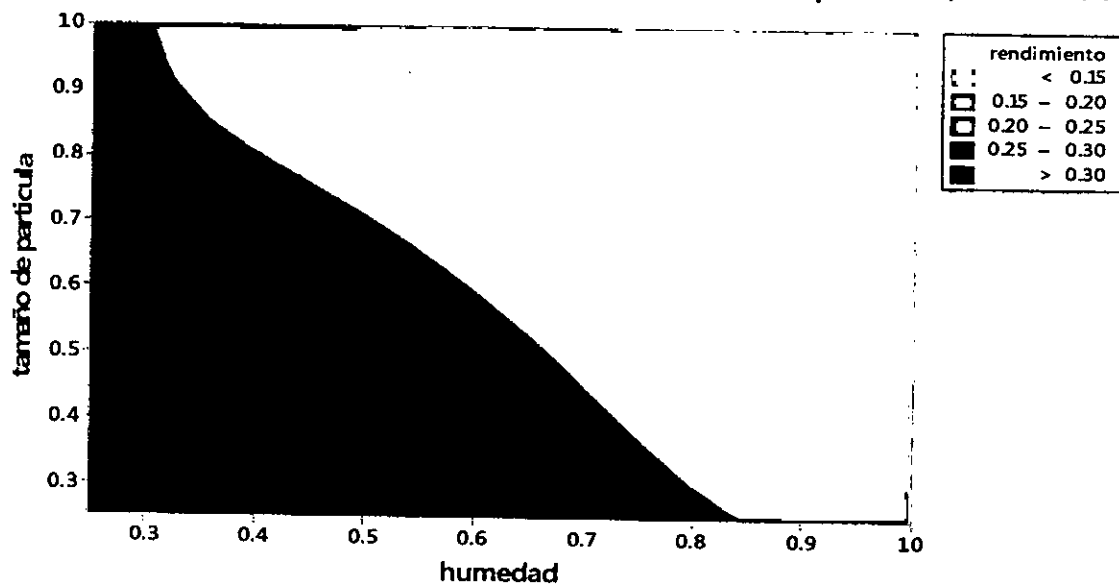
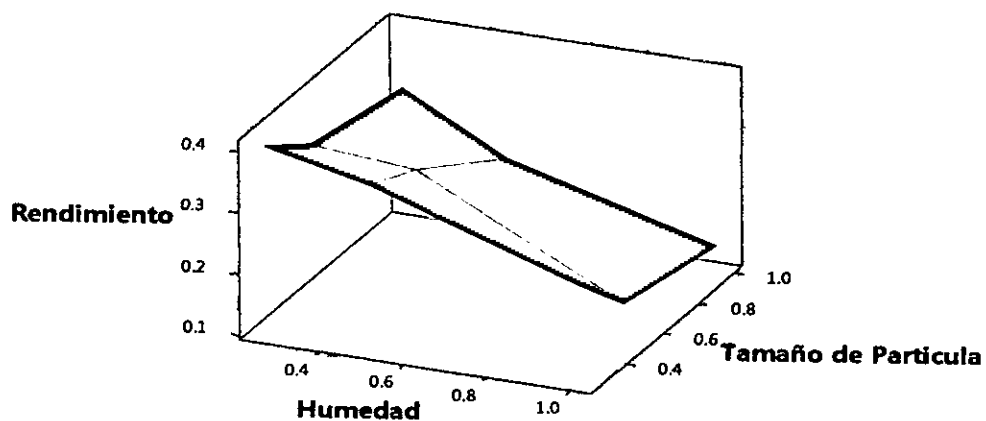


GRAFICO 5.4

GRAFICA DE SUPERFICIE (RENDIMIENTO VS HUMEDAD VS TAMAÑO DE PARTICULA)

Gráfica de superficie de Rendimiento vs. Tamaño de Partícula, Humedad



En el diseño experimental se definió que las variables a controlar serían la humedad y el tamaño de partícula. Los datos experimentales obtenidos para las distintas combinaciones se muestran en la tabla 6.2. A partir de los mismos el software MINITAB calculó una superficie de respuesta que se muestra a continuación:

- Para el análisis ANOVA de un solo factor, el nivel de significancia es $\alpha = 0.05$.
- En el caso Rendimiento VS Tamaño de partícula se determinó que $p = 0.343 > 0.05$, lo que significa que el tamaño de muestra no tiene incidencia sobre el rendimiento mientras que en el caso Rendimiento VS Humedad se determinó que $p = 0.036 < 0.05$, por lo tanto la humedad es relevante en los resultados de rendimiento.
- De manera similar, los resultados en la gráfica de contorno nos mostraron que la mayor superficie respuesta está entre 0,15 a 0,25 para la humedad, lo que significa que el mayor rendimiento se obtiene con la condición seca.

c) El análisis fisicoquímico del aceite de la salvia sagittata fue realizado en los laboratorios LABICER, ubicados en la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyos resultados fueron:

TABLA 5.4
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE ESENCIAL
DE SALVIA SAGITTATA

DENSIDAD(20°C)	0.748g/ml
INDICE DE REFRACCION (20°C)	1.49

Para la caracterización, el método propuesto para el análisis de los componentes volátiles del aceite esencial de salvia (*Salvia Sagittata*) es la cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, para ello el aceite esencial a utilizar no tiene que ser sometido a ningún tratamiento.

FIGURA 5.1

ESPECTRO DE IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES VOLÁTILES DEL ACEITE ESENCIAL DE SALVIA (*Salvia Sagittata*.)

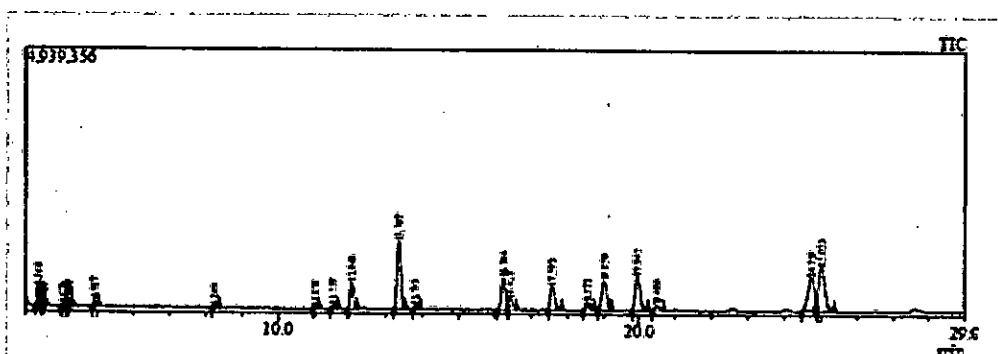


FIGURA Nº1: PRIMERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 3 A 29 MINUTOS

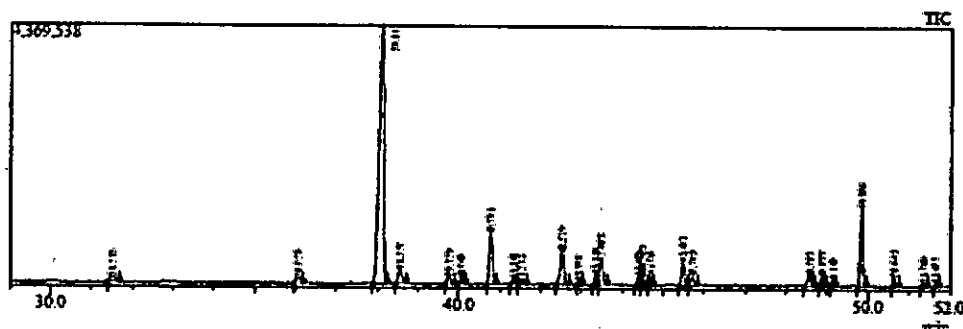


FIGURA Nº2: SEGUNDA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 29 A 52 MINUTOS

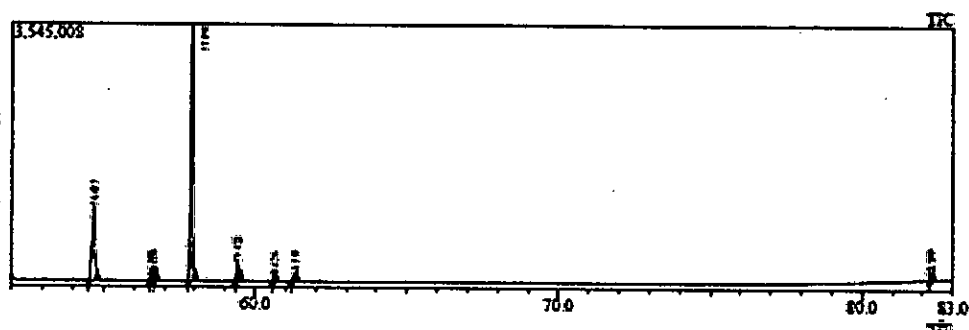


FIGURA Nº3: TERCERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 52 A 83 MINUTOS

Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería.

FIGURA 5.2

COMPONENTES VOLATILES ENCONTRADOS EN EL ACEITE
ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	3.368	978517	0.70	365619	1.69	Cyclohexane, methyl-
2	3.480	34908	0.02	10447	0.05	Hexane, 2,4-dimethyl-
3	3.545	31902	0.02	10703	0.05	Cyclopentane, ethyl-
4	4.070	133263	0.09	37722	0.17	Nonane, 4-methyl-
5	4.180	139339	0.10	46059	0.21	Toluene
6	4.247	184584	0.13	63189	0.29	Heptane, 3-methyl-
7	4.927	507931	0.36	138192	0.64	Hexane, 2,4-dimethyl-
8	8.249	198017	0.14	42247	0.20	1,3-Cyclooctadiene
9	11.038	193286	0.14	37688	0.17	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-
10	11.537	348959	0.25	64336	0.30	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-
11	12.048	3089960	2.20	505481	2.34	.alpha.-Pinene
12	13.347	8664129	6.16	1276164	5.90	Camphene
13	13.793	346210	0.25	59555	0.28	3-Methoxyhex-1-ene
14	16.244	4788934	3.40	600037	2.78	.beta.-Phellandrene
15	16.428	1622916	1.15	216014	1.00	.beta.-Pinene
16	17.592	3783987	2.69	446749	2.07	1-Octen-3-ol
17	18.572	815030	0.58	76185	0.35	Cyclohexanol, 3,3,5-trimethyl-
18	19.030	5075107	3.61	559819	2.59	.beta.-Myrcene
19	19.945	6180759	4.39	656568	3.04	3-Octanol
20	20.486	700379	0.50	77803	0.36	.alpha.-Phellandrene
21	24.755	8010324	5.69	641203	2.97	D-Limonene
22	25.033	10348251	7.35	856258	3.96	Eucalyptol
23	31.515	667142	0.47	71973	0.33	.gamma.-Terpinene
24	36.058	658379	0.47	91356	0.42	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-
25	38.111	32665902	23.22	4301890	19.90	Linalool
26	38.557	1492795	1.06	235497	1.09	Nonanal
27	39.759	743294	0.53	127814	0.59	trans-Farnesol
28	40.043	306518	0.22	55347	0.26	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl-
29	40.781	4496464	3.20	825184	3.82	3-Octanol, acetate
30	41.341	404707	0.29	87295	0.40	1,3-Dimethyl-1-cyclohexene
31	41.522	208028	0.15	38353	0.18	(+)-2-Bornanone
32	42.529	3360609	2.39	523270	2.42	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis)-
33	42.938	282205	0.20	55274	0.26	Citronellal
34	43.358	873495	0.62	174812	0.81	l-Menthone
35	43.482	2270275	1.61	392459	1.82	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-
36	44.406	743841	0.53	150746	0.70	Terpinen-4-ol
37	44.503	1074010	0.76	225149	1.04	Bicyclobutylidene
38	44.690	447959	0.32	94770	0.44	1,9-Decadiyne
39	45.482	1851751	1.32	378973	1.75	.alpha.-Terpineol
40	45.703	681444	0.48	133606	0.62	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-
41	48.583	950523	0.68	127772	0.59	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethylidene)-
42	48.877	614747	0.44	139543	0.65	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-
43	49.143	114628	0.08	31005	0.14	Cyclohexane, bromo-
44	49.846	5311341	3.77	1281174	5.93	Linalyl acetate
45	50.645	667076	0.47	158194	0.73	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-
46	51.360	263207	0.19	61919	0.29	Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester
47	51.655	231594	0.16	56370	0.26	2H-1-Benzopyran, 3,4,4a,5,6,8a-hexahydro-2,5,5,8a-tetra-
48	54.685	5775858	4.11	997194	4.61	.alpha.-Terpinyl acetate
49	56.578	212298	0.15	54425	0.25	Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methyl-
50	56.674	183730	0.13	48523	0.22	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-
51	57.899	15180108	10.79	3481298	16.11	Caryophyllene
52	59.422	1059426	0.75	249948	1.16	Humulene
53	60.636	136469	0.10	37656	0.17	Germaacrene D
54	61.318	472293	0.34	78013	0.36	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-
55	82.290	122693	0.09	59565	0.28	Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester
		140701501	100.00	21614405	100.00	

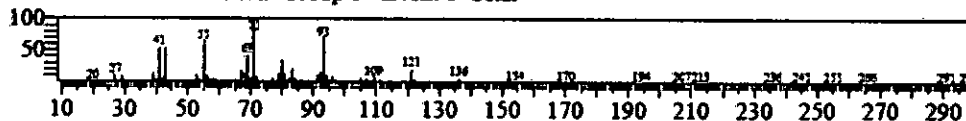
Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional de Ingeniería.

FIGURA 5.3

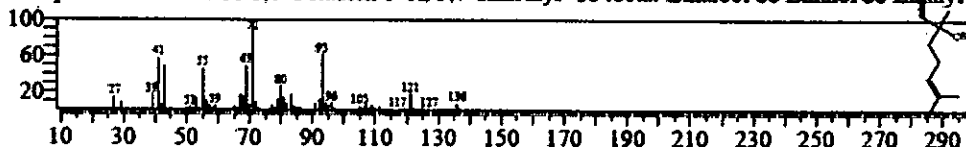
COMPONENTES PRINCIPALES DEL ACEITE ESENCIAL DE SALVIA
(SALVIA SAGITTATA)

<< Target >>

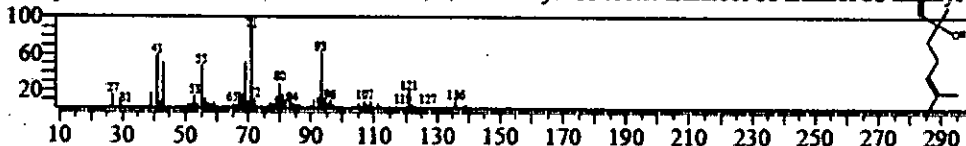
Line#:25 R.Time:38.110(Scan#:7023) MassPeaks:206
RawMode:Averaged 38.105-38.115(7022-7024) BasePeak:71.05(602499)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



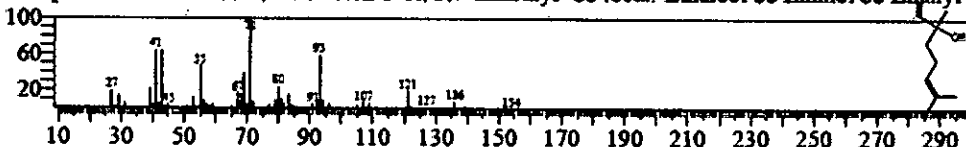
Hit#:1 Entry:10359 Library:NIST14s.lib
SI:95 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082
CompName:Linalool \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- \$\$.beta.-Linalool \$\$ Linalol \$\$ Linalyl a



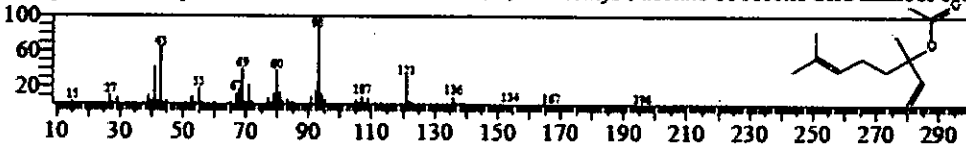
Hit#:2 Entry:10360 Library:NIST14s.lib
SI:95 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082
CompName:Linalool \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- \$\$.beta.-Linalool \$\$ Linalol \$\$ Linalyl a



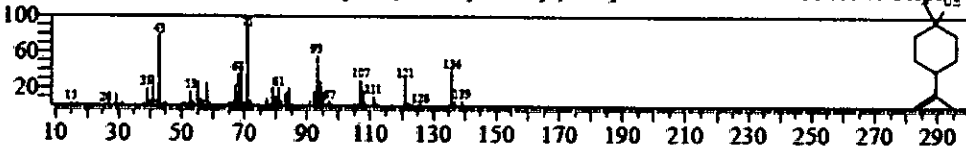
Hit#:3 Entry:10353 Library:NIST14s.lib
SI:95 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082
CompName:Linalool \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- \$\$.beta.-Linalool \$\$ Linalol \$\$ Linalyl a



Hit#:4 Entry:17804 Library:NIST14s.lib
SI:87 Formula:C12H20O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:1272
CompName:Linalyl acetate \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate \$\$ Acetic acid linalool est



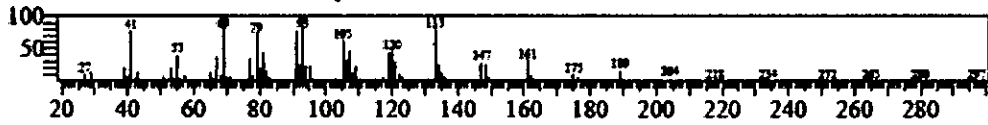
Hit#:5 Entry:10356 Library:NIST14s.lib
SI:86 Formula:C10H18O CAS:138-87-4 MolWeight:154 RetIndex:1158
CompName:Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- \$\$ p-Menth-8-en-1-ol \$\$.beta.-Terpineol



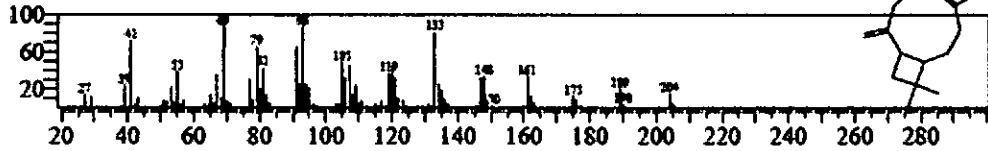
Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Ingeniería.

<< Target >>

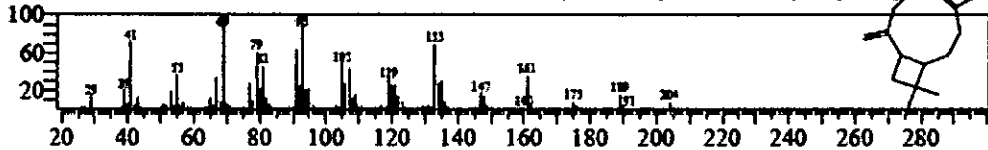
Line#:51 R.Time:57.900(Scan#:10981) MassPeaks:197
Raw:Mode:Averaged 57.895-57.905(10980-10982) BasePeak:93.05(237027)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



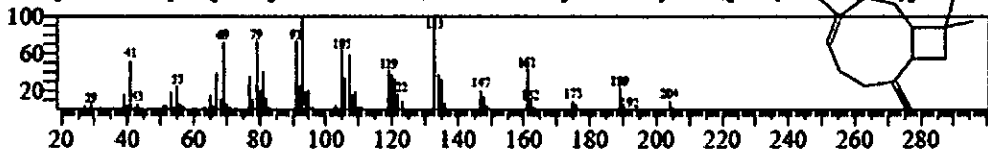
Hit#:1 Entry:19087 Library:NIST14s.lib
SI:96 Formula:C15H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:1494
CompName:Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- [(1R)-(1R



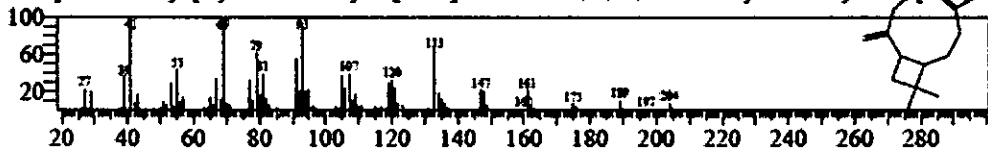
Hit#:2 Entry:19086 Library:NIST14s.lib
SI:94 Formula:C15H24 CAS:13877-93-5 MolWeight:204 RetIndex:1494
CompName:Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-



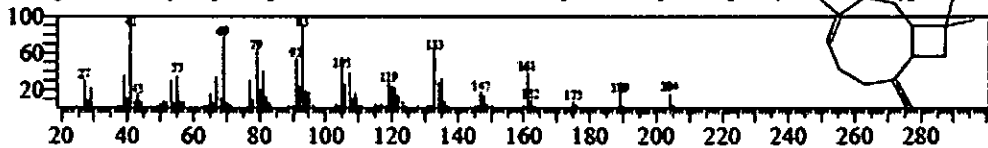
Hit#:3 Entry:19094 Library:NIST14s.lib
SI:94 Formula:C15H24 CAS:118-65-0 MolWeight:204 RetIndex:1494
CompName:Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- [(1R)-(1R*,4Z,9S*)]- \$\$ Iso



Hit#:4 Entry:19033 Library:NIST14s.lib
SI:92 Formula:C15H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:1494
CompName:Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- [(1R)-(1R



Hit#:5 Entry:19044 Library:NIST14s.lib
SI:90 Formula:C15H24 CAS:118-65-0 MolWeight:204 RetIndex:1494
CompName:Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- [(1R)-(1R*,4Z,9S*)]- \$\$ Iso



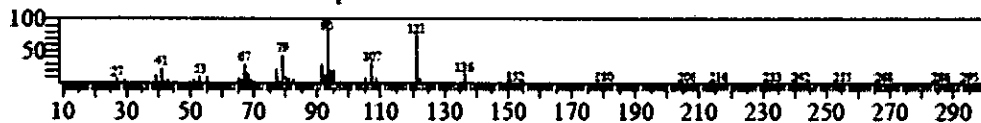
Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Ingeniería.

<< Target >>

Line#:12 R.Time:13.345(Scan#:2070) MassPeaks:157

RawMode:Averaged 13.340-13.350(2069-2071) BasePeak:93.05(215487)

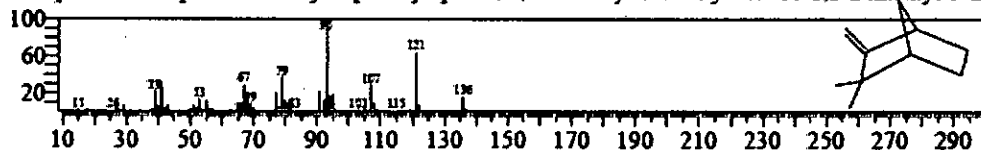
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:6853 Library:NIST14s.lib

SI:96 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943

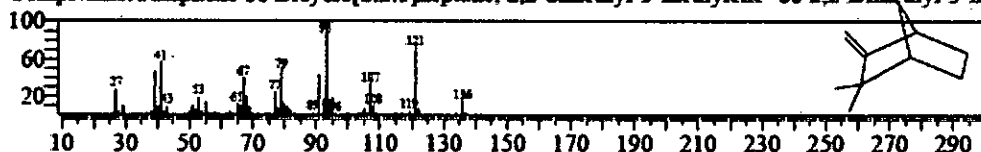
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



Hit#:2 Entry:6852 Library:NIST14s.lib

SI:93 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943

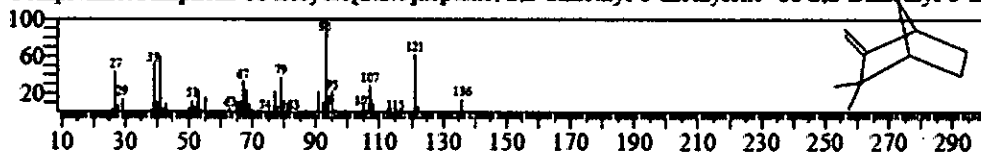
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



Hit#:3 Entry:6851 Library:NIST14s.lib

SI:90 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943

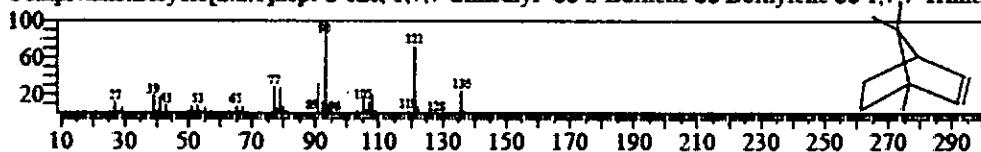
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



Hit#:4 Entry:6855 Library:NIST14s.lib

SI:89 Formula:C10H16 CAS:464-17-5 MolWeight:136 RetIndex:932

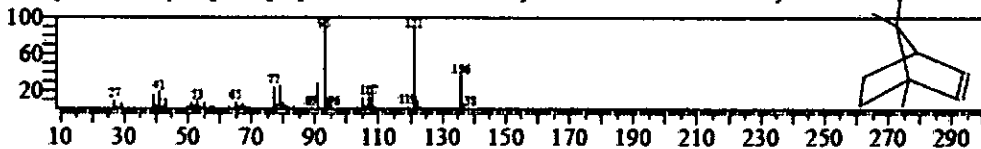
CompName:Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl- \$\$ 2-Bornene \$\$ Bornylene \$\$ 1,7,7-Trimet



Hit#:5 Entry:6858 Library:NIST14s.lib

SI:88 Formula:C10H16 CAS:464-17-5 MolWeight:136 RetIndex:932

CompName:Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl- \$\$ 2-Bornene \$\$ Bornylene \$\$ 1,7,7-Trimet



Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Ingeniería.

5.2 Caracterización del aceite esencial de la Salvia Sagittata

Se llevó a cabo la extracción de la salvia (salvia sagittata) empleando el método de arrastre de vapor; utilizando la salvia a las condiciones de tamaño de particular y humedad, y como solvente el agua. Las condiciones de extracción por arrastre de vapor fueron uniformes para lograr resultados precisos. El tiempo utilizado en la extracción se consideró desde que cayera la primera gota hasta que el nivel del aceite en el florentino no varíe y la separación de fases sea uniforme, tomando 1 hora como tiempo óptimo. Se consideró 1kg de muestra para cada experimento para uniformizar los datos.

La cantidad óptima de aceite se determinó luego de varios ensayos a diferentes condiciones de tamaño de particular y secado.

TABLA 5.5

EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR DEL MATERIAL VEGETAL

Nº corridas	Masa de salvia (Kg)	Volumen de agua(L)	Tamaño de partícula	Humedad	Vector respuesta	
					Volumen Obtenido (ml)	% rendimiento
9	1000.4	8	1/4	Seco	5.4	0.40392

VI DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de resultados con otros estudios similares

Según la investigación hecha por O. Santana, R. Cabrera, C. Giménez, A. González-Coloma, R. Sánchez-Vioquea, M. de los Mozos-Pascual, M.F. Rodríguez-Conde, I. Laserna-Ruiz, J. Usano-Aleman y D. Herraiz en el 2012 determinaron un análisis de aceites esenciales *Salvia officinalis* L., *Salvia lavandulifolia* Vahl., *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel., *Lavandula latifolia* Medik., *Lavandula angustifolia* Mill. y *Thymus vulgaris* L. por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de los aceites esenciales, lo que permitió la identificación de 61 compuestos, de los cuales 23 presentaron un porcentaje mayor o igual al 1.

Teniendo en cuenta este antecedente como muestra estándar, se analizó los componentes similares de la *Salvia Sagittata* en correlación a los datos extraídos de la investigación tomada como antecedente. Estos resultados se muestran en la tabla 6.1

TABLA 6.1

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (%) DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE ACEITE ESENCIAL

Clase química	Aceites Esenciales					
	Salvia Sagittata	Salvia Officinalis	Salvia Lavandulifolia	Lavandula Latifolia	Lavandula angustifolia	Thymus vulgaris
M.H.						
Canfeno	6,16	1,77	2,46	1,00	-	-
Limoneno	5,69	2,42	4,01	2,64	4,13	1,41
M.O.						
Linalol	23,22	7,72	10,96	33,51	32,36	7,93
Terpinen-4-ol	0,53	-	-	-	1,36	1,38
E.M.						
Acetato de linalilo	3,77	3,49	2,13	9,30	17,31	3,06
S.E.						
Trans-cariofileno	10,79	3,84	5,75	2,31	6,06	3,28

M.H. = Monoterpenos hidrocarbonados; M.O. = Monoterpenos oxigenados; E.M. = Esteres monoterpenicos; S.E. = Sesquiterpenos

Haciendo una comparación entre los componentes principales de las salvias, se obtuvieron las conclusiones:

- La Salvia Sagittata posee un porcentaje mayor de monoterpenos como el canfeno y el limoneno y de sesquiterpenos como el cariofileno.
- El porcentaje de concentración de Linalol en la Salvia Sagittata es superior a 3 salvias (Salvia Officinalis, Salvia Lavandulifolia y Thymus Vulgaris) e inferior a 2 salvias (Lavandula Latifolia y Lavandula Angustifolia).
- Con respecto al acetato de linalilo, el porcentaje de concentración es similar a la Salvia Officinalis.

VI CONCLUSIONES

1. Se determinó que mediante el método de destilación por arrastre de vapor se pudo extraer el aceite esencial de Salvia (*Salvia Sagittata*), utilizando como solvente extractor el agua desionizada, el cual nos dio un rendimiento de 0.4039 %.
2. Se determinó la característica taxonómica de la *Salvia Sagittata* que son: División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Sub Clase: Asteridae; Familia: Lamiaceae; Género: *Salvia*; Especie: *Salvia Sagittata* Ruiz & Pavón
3. Se determinó mediante el análisis estadístico ANOVA que el parámetro que más influye en la extracción del aceite esencial de *Salvia Sagittata* mediante el método por arrastre con vapor es la Humedad.
4. Se determinó las características fisicoquímicas del aceite esencial de *Salvia (Salvia Sagittata)* obtenido y fueron: Densidad (20°C): 1.748 g/cc y Índice de Refracción (20°C): 1.49. de igual manera, se determinó los principales componentes del aceite esencial de *Salvia Sagittata* son el Linalool con el 23.22 %, seguido por Cariofileno con el 10.79 %, y el Canfeno con 6.16 %. En contrastación con el estudio similar mostrado se determinó que posee mayor cantidad de Canfeno y Cariofileno, mientras que el porcentaje de Linalool es superior a la *S. Officinalis* y la *S. Lavandulifolia*

VII RECOMENDACIONES

- a) Para obtener mejores resultados en el rendimiento de destilación, se debe optar por estudiar otros métodos de destilación.

- b) Extender el estudio de la extracción de aceites esenciales a plantas que sean nativas del país y de las cuales no se tenga mucha información bibliográfica.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) BAŞER, K., & BUCHBAUER, G. **Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications**. New York: CRC Press. (2010).
- 2) BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., & IDAOMAR, M. **Biological effects of essential oils- A review**. *Food and Chemical Toxicology*, 46, (2008).
- 3) BLANCO, J.; RUIZ, T.; VÁZQUEZ, F. M.; CASES, M. A. & GERVASINI, **Composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de Salvia sclarea L. (LAMIACEAE) en Extremadura**, Universidad de Extremadura (2013)
- 4) BRUNETON, J. **Farmacognosia: fitoquímica plantas medicinales (2a Ed.)**. España (2001).
- 5) CAÑIZARES ISABEL-TACO ERIKA **Plantas Medicinales del Mercado de la Magdalena ubicado a Sur de Quito- Universidad Central del Ecuador,2013**
- 6) CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE. **Manual para la producción orgánica de Salvia (Salvia Officinalis)**. Disponible en:
http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual_salvia.pdf

- 7) CERPA, M, 2007, Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y caracterización', Presentado en Abril, Universidad de Valladolid, 2007**

- 8) FARREL KENNET. Spices, condiments and seasonings. The Avi Publising Company. USA. 1985.**

- 9) FERNÁNDEZ-ALONSO JOSÉ LUIS Y RIVERA-DÍAZ ORLANDO LIBRO ROJO- LAS LABIADAS Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia. 2006**

- 10) GALINDO ROMAN, Clara V., Secado de Hojas de Salvia (Salvia Officinalis) y su Influencia en el Color y Propiedades Sensoriales, Universidad Nacional José María Arguedas(2016)**

- 11) GARCIA ARAEZ H. "Esencias Naturales", Ediciones Aguilar S.A. España. 1953.**

- 12) GRACE, U, Aromaterapia para practicantes, Grupo Editorial Tomo 1, México. 2001**

- 13) GEORGE T. AUSTIN. "Manual de los Procesos Químicos en la Industria". Sexta Edición. Ed. Me Graw Hill. 1990.**

- 14) GILG ENGLER & SHURHOFF. "Botánica Aplicada a la**

Farmacia". 3ra. Edición. (1950) pág. 945.

15) GUENTHER E. The Essential Oils. D. Van Nostrand Company. 1958.

16) IXTAINA V. Caracterización de la semilla y el aceite de chía (Salvia hispánica L.) obtenido mediante distintos procesos. Tesis doctoral aplicada en tecnología de alimentos. La Plata, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. 2010..

17) KIRK-OTHMER. "Encyclopedia of Chemical Technology Essential Oils", 4ta Edición. Wiley & Sons. New York, USA, Vol.17.pag 1-60 1993.

18) LEON MORAN TANNIA MAGALY DE. (2005) Extracción de aceite esencial crudo de hierbabuena (Mentha citrata Ehrh) con la aplicación del método de extracción por arrastre con vapor variando los tamaños de muestra y humedad a partir de pruebas a nivel laboratorio. Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniera Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005.

19) MARTÍNEZ A. Aceites esenciales. Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia. Medellín. 2003.

20) MELLO, B. T. F ; SILVA, P. J. Y SILVA, "Avaliacao Do Efeito Das Variáveis De Processo Na Obtencao Do Óleo De Sementes De Chia Por Extracao Assistida Por Ultrassom" xx congresso brasileiro de

ingenharía química, Florianópolis/SC-Brasil, 2014

21) OCHOA P., K , PAREDES QUIROZ, L., BEJARANO LUJÁN D., SILVA PAZ R. , Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de Senecio graveolens Wedd (Wiskataya), Universidad Nacional de Trujillo (2012)

22) ORTIZ HUMBERTO. La producción de aceites esenciales en Guatemala y sus posibilidades de ensanchamiento. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos. 1959.

23) M. PAHLOW. El gran libro de las plantas medicinales. España. Editorial Everest. Quinta edición. 1958.

24) PAREDES PUNINA DIEGO ORLANDO –QUINATOA CHICAIZA FABIAN DANILO. Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2010.

25) PEREDO – LUNA, E. PALOU – GARCÍA y A. LÓPEZ – MALO. Aceites esenciales: métodos de extracción. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TsIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TsIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf) Artículo web consultado el 03 de setiembre 2017.

26) PIEDRASANTA BENJAMÍN. Extracción de aceite esencial de romero con la aplicación del método de destilación por arrastre de

vapor, variando los tamaños de batch a partir de pruebas a nivel de laboratorio y pruebas a nivel de planta piloto. Tesis de Ingeniería Química. Guatemala. Universidad de San Carlos. 1997.

27) RODRÍGUEZ J. Historia de la agricultura y de la fitopatología: con especial referencia a México. Colegio de postgraduados. Ciudad de México, D.F. México. 1992.

28) SÁNCHEZ RUBÉN A. - RESTREPO JAIME Comparación de la composición de aceites esenciales de salvia amarga (*Eupatorium odoratum*) obtenidos por hidrodestilación y dióxido de carbono supercrítico. Universidad del valle (2009)

29) SANTANA O., R. CABRERA, C. GIMÉNEC, A. GONZÁLEZ-COLOMA, R. SÁNCHEZ-VIOQUEA, M. DE LOS MOZOS-PASCUAL, M. F. RODRÍGUEZ-CONDE, I. LASERNA-RUIZ, J. USANO-ALEMANY Y D. HERRAIZ, Perfil químico y biológico de aceites esenciales de plantas aromáticas de interés agro-industrial en Castilla-La Mancha (España) (2012)

30) SMITH J.M.- VAN NESS H.C.- ABBOTT M.M. "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". 7ma. Edición. Me Graw Hill. 2008.

31) USANO ALEMANY JAIME. Estudio del efecto de los factores ambientales y agronómicos sobre la producción de los aceites

esenciales de Salvia lavandulifolia VAHL. Tesis doctoral para optar el grado de Doctor en Biología. Madrid, España. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid. 2012.

32) TREYBAL ROBERT E. "Operaciones de Transferencia de Masa". 2da. Edición. Me Graw Hill. 2007.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EXTRACCION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA MEDIANTE DESTILACION POR ARRASTRE DE VAPOR

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
a) ¿Cómo obtener y caracterizar el Aceite Esencial a partir de Salvia Sagittata?	Obtener y caracterizar el Aceite Esencial a partir de las Hojas de Salvia Sagittata.	Mediante la destilación por arrastre de vapor se obtiene el aceite esencial de la planta salvia (Salvia Sagittata) y es posible su caracterización.	Y = Extracción y caracterización del aceite esencial de Salvia Sagittata.	Parámetros físicos y químicos	y1= volumen extraído y2= Densidad y3=Índice de refracción y4=cromatografía	Procedimiento Experimental
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
a) ¿Cuáles son las características físicas y taxonómicas de Salvia Sagittata?	Determinar las características físicas y taxonómicas de la Salvia Sagittata?	a) Las características físicas de la Salvia Sagittata son: hojas rugosas y cubiertas con pelos blancos cortos y fuertemente veteados. Las características taxonómicas de la salvia Sagittata son: Orden: Lamiales; Familia: Lamiaceae; Género: Salvia	X1= Características físicas y taxonómicas de Salvia Sagittata	Parámetros físicos y biológicos	x1=Análisis Taxonómico x2=Parámetros físicos de la salvia Sagittata	Análisis Taxonómico
b) ¿Cuáles son los parámetros de extracción del aceite esencial de Salvia Sagittata?	Determinar los parámetros de extracción del aceite esencial de la Salvia Sagittata.	b) Los parámetros de destilación del Aceite de la Salvia Sagittata se ven influenciados por el tamaño de partícula de las hojas y la humedad de las mismas.	X2= Parámetros de extracción de aceite esencial de Salvia Sagittata	Parámetros físicos	x1= tamaño de partícula x2= humedad	Análisis Experimental
c)¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite esencial de Salvia Sagittata?	c) Determinar las características fisicoquímicas del aceite esencial de la Salvia Sagittata.	c) La caracterización del aceite esencial de la Salvia Sagittata nos revelara la presencia de los componentes volátiles principales del aceite esencial.	X3= Características fisicoquímicas del aceite esencial de Salvia Sagittata	Parámetros físico - químicos.	x1= Densidad. x2= Índice de refracción x3= Cromatograma	Análisis de Laboratorio

Relación de las variables: $Y = f(X_1, X_2, X_3)$

Y= Extracción y caracterización del aceite esencial de Salvia Sagittata.

X1 = Características físicas y taxonómicas de Salvia Sagittata

X2= Parámetros de extracción de aceite esencial de Salvia Sagittata.

X3= Características fisicoquímicas del aceite esencial de Salvia Sagittata

ANEXO 2
ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

A) TAMAÑO DE PARTICULA

FIGURA 10.1

TAMAÑO DE PARTÍCULA



B) HUMEDAD

Se utilizó el método gravimétrico para determinación de humedad

% de materia seca = 100 - % de humedad.

$$\% \text{Humedad de la muestra} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}$$

FIGURA 10.2

HUMEDAD DE LAS HOJAS

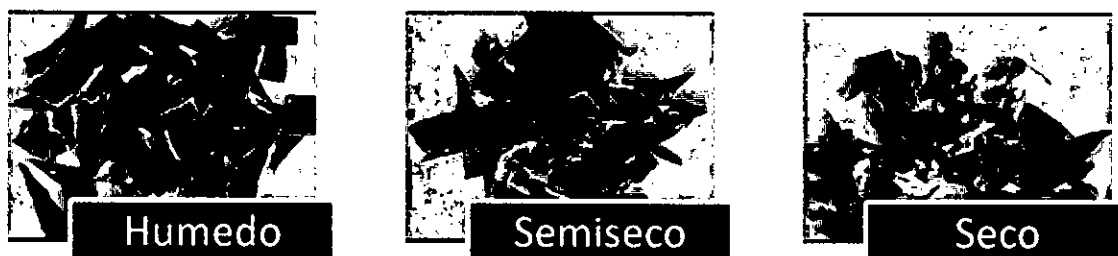


GRAFICO 10.2

HUMEDAD DE UNA MUESTRA DE HOJAS DE SALVIA

N°	MASA DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (w_1)	MASA DE LA MUESTRA DESPUES DEL SECADO (w_2)	HUMEDAD
1	24.05 g	23.75	1.24%(húmedo)
2	24.05g	20.01	16.80%(semiseco)
3	24.07g	16.21	32.65 %(seco)

ANEXO 3

ANÁLISIS TAXONÓMICO DE LA SALVIA SAGITTATA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CONSTANCIA N°299-USM-2017

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (tallo con hojas) recibida de **Carlos Alberto SANCHEZ REYES**, docente Investigador de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao; ha sido estudiada y clasificada como: *Salvia sagittata* Ruiz & Pavon y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIALES

FAMILIA: LAMIACEAE

GENERO: *Salvia*

ESPECIE: *Salvia sagittata* Ruiz & Pavon

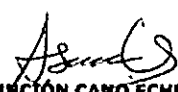
Nombre vulgar: "salvia real"

Determinado por: Mg. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 12 de diciembre de 2017

ACE:adb


Mag. ASUNCIÓN CANO ECHEVARRÍA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)



Fuente: Museo de Historia Natural - UNMSM

ANEXO 4

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN

LABICER

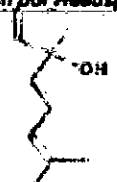
INFORME TÉCNICO N° 1788 - 17 - LAB. 12

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : CARLOS ALBERTO SANCHEZ REYES
- 1.2 DNI : 70439022
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 / 12 / 2017
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 11 / 12 / 2017
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 12 / 12 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE ACEITE ESENCIAL DE "SALVIA SAGITTATA"
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
- 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ACEITE ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5 °C; Humedad relativa: 59%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS**
CROMATOGRAFO DE GASES, SHIMADZU, GC-2010 Plus.
AUTOMUESTREADOR, SHIMADZU, AOC-6000.
Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-QP210 Ultra.
COLUMNA GC: RESTEK, RTX-SMS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df. Serial: 1346249.

8. **RESULTADOS**
8.1. **ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Densidad, g/ml	0,748	NTP-ISO 279:2011
Índice de refracción	1,49	NTP ISO 290:2011

8.2. **ANÁLISIS CUALITATIVO (COMPONENTES ORGÁNICOS VOLÁTILES DE ACEITES ESENCIALES)**

MUESTRA	COMPONENTE PRINCIPAL Análisis de Componentes Volátiles - inyección por Headspace (HS)	MÉTODO DE REFERENCIA
Aceite esencial de salvia sagittata	 Componente mayoritario: 1-octanol (23,22%)	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de

Ver en Anexo (Tabla N° 1) la lista de componentes de la muestra, obtenidos por el software del GCMS de SHIMADZU utilizando la librería NIST.



INFORME TÉCNICO N° 1788-17- LABICER

Página 1 de 4

Av. Túpac Amari 210 Lima 31, Perú. Teléfono directo LABICER: 382 0500. E-mail: labic@unsi.edu.pe


**Fuente: LABORATORIO LABICER - Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Ingeniería.**


9. OBSERVACIONES

Se encontraron 55 componentes volátiles en la muestra de aceite esencial siendo los componentes mayoritarios: Linalool (21.22%), Caryophyllene (10.79%) y Camphene (6.16%).

10. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente Informe técnico.


Bach. José Ulises Reyes
Analista
LABICER - UNI



MSc. Grilva Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefe de laboratorio
COP 262

El Laboratorio no es responsable del cuantitativo ni de la procedencia de la muestra

ANEXOS

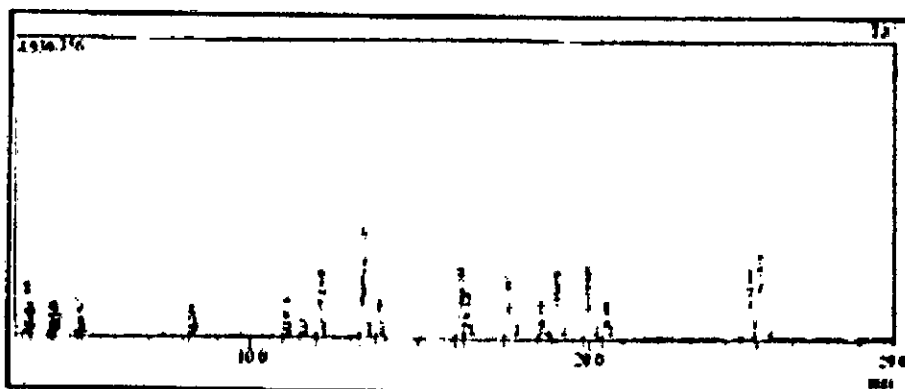


FIGURA Nº1: PRIMERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 3 A 29 MINUTOS

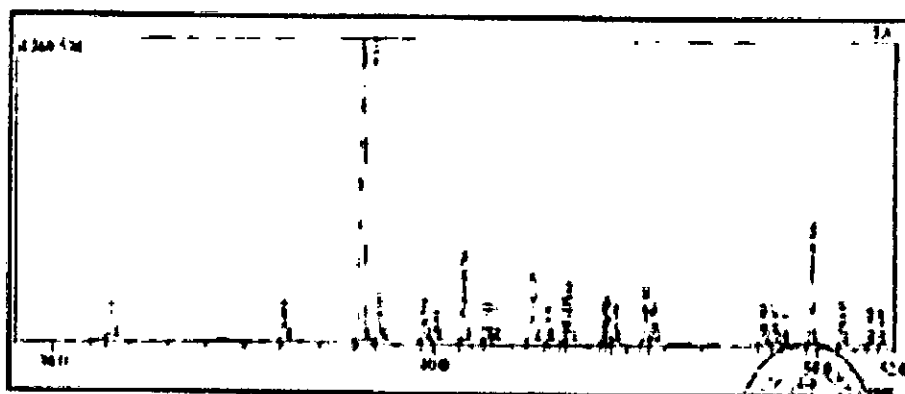


FIGURA Nº2: SEGUNDA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 29 A 52 MINUTOS

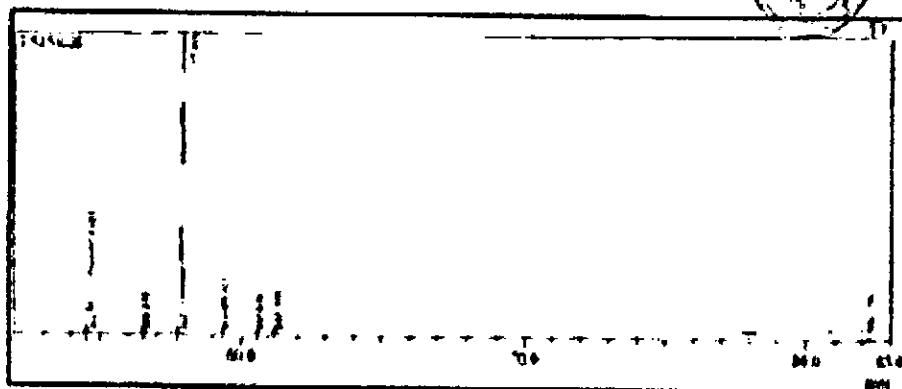


FIGURA Nº3: TERCERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 52 A 83 MINUTOS

TABLA Nº1: RESULTADOS DE COMPOSICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE SALVIA SAGITTATA

Pe. nº	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Nome
1	2.286	978517	0.20	365610	1.60	Cyclohexane, methyl-
2	3.430	24606	0.02	10447	0.03	Hexane, 2,4-dimethyl-
3	3.545	31602	0.02	10703	0.03	Carbonyl oxide, ethyl-
4	4.820	133761	0.02	37723	0.17	Neurine, dimethyl-
5	4.180	130730	0.10	46059	0.21	Toluene
6	4.247	181781	0.13	61189	0.29	Hexane, 3-methyl-
7	4.921	502931	0.36	138103	0.64	Hexane, 2,4-dimethyl-
8	5.242	100917	0.14	42217	0.20	1,2-dichloroethane
9	41.033	103266	0.13	37058	0.17	Hexyl 2,2,1,0-dialbertane, 1,5-dimethyl-
10	11.337	340259	0.35	60330	0.30	Hexyl 0,1,0-hex-2-ene, 3-methyl-5,4-dimethyl-
11	12.043	360910	0.30	60341	0.30	alpha-Pinene
12	12.347	856112	0.10	127010	0.09	Camphene
13	13.793	244210	0.25	89345	0.25	2-Ethylhexyl ether
14	16.214	478034	0.40	670017	0.25	Propylphenylene
15	16.428	1622916	1.15	216014	1.03	beta-Pinene
16	17.292	1781057	2.60	446740	2.07	1-Octen-3-ol
17	18.327	810030	0.58	70785	0.33	Cyclohexane, 3,3,5-trimethyl-
18	19.010	5075107	3.61	550810	2.60	beta-Myrcene
19	19.913	6150739	4.50	670505	3.04	3-Citronell
20	20.446	802370	0.50	77003	0.36	alpha-Phellandrene
21	24.735	8010324	5.60	641303	2.97	D-Limonene
22	25.033	10346353	7.33	876530	3.80	Eucalyptol
23	31.515	627143	0.47	71973	0.33	gamma-Terpinene
24	36.058	658129	0.47	91336	0.42	Cyclohexene, 1-methyl-3,4-dimethyl-1,4-diene
25	38.111	3765002	2.55	1101800	19.90	Linalool
26	38.557	1422705	1.00	245097	1.00	Nonanal
27	30.250	743291	0.53	157844	0.50	nano-4-ene-1-ol
28	40.043	306518	0.22	59377	0.26	Hexyl 1,1-Diprop-2-en-6-ene, 2,7,8-trimethyl-
29	40.781	4196161	3.20	824164	3.82	3-Citronell acetate
30	41.341	404707	0.29	81200	0.40	1,3-Dimethyl-1-cyclohexene
31	41.522	306920	0.19	38335	0.18	1,2-Dichloroethane
32	42.527	3760902	2.30	321270	2.31	Cyclohexene, 2-methyl-2-(1-methylbutyl)- (2R-en)
33	42.915	783309	0.30	55274	0.26	Limonene
34	43.233	377409	0.42	174812	0.61	beta-Pinene
35	43.482	2290275	1.61	302450	1.62	Hexyl 2,2-Diprop-2-ol, 1,2,3-trimethyl-, (1S-en)
36	43.905	743811	0.53	150710	0.29	Terpinolene
37	44.503	1071010	0.76	225149	1.04	Bicyclopentadiene
38	44.660	413930	0.32	94770	0.41	1,0-Dicystine
39	45.452	1851541	1.32	378073	1.79	alpha-Terpinolene
40	45.753	681414	0.48	133700	0.61	Hexyl 1,1-Diprop-2-ene, 2-cyclohexyl-6,8-dimethyl-
41	45.833	926833	0.65	127373	0.50	Cyclohexene, 1-methyl-2-(1-methylbutyl)-
42	46.877	614837	0.41	139244	0.63	2-(1-cyclohexyl-1,2-dimethyl-1,2-diene)
43	49.143	114628	0.08	31003	0.14	Cyclohexene, butyl-
44	49.846	531131	0.37	1251171	5.93	Linalyl acetate
45	50.645	667026	0.47	118193	0.23	2,6-Dichloro-1,3-dimethyl-1,4-
46	51.260	283707	0.19	61919	0.29	Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-1-hexyl(2,2,1)prop-2-yl ester
47	51.655	231974	0.16	30355	0.26	2H-1-Benzopyran, 3,4,4a,5,6,8a-hexahydro-2,5-dihydro-
48	54.665	3725856	4.11	507191	4.61	alpha-Terpinyl acetate
49	56.572	212208	0.15	51124	0.23	Hexyl 4,4-Diprop-1-ene, 2-(1-cyclohexyl-3-methyl-3-propyl)-
50	50.674	183710	0.13	48323	0.22	Cyclohexene, 1-ethyl-1-(1-methyl-2,4-dimethyl-1-methylbutyl)-
51	57.992	1310106	0.92	1181209	16.41	Caryophyllene
52	59.222	1040126	0.75	246045	1.16	Humulene
53	60.839	130169	0.10	37616	0.17	Geranylacetate D
54	61.215	472297	0.34	78013	0.36	Cyclohexene, 1-ethyl-1-(1-methyl-2,4-dimethyl-1-methylbutyl)-
55	62.200	122493	0.09	59565	0.28	Oxocetone, acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester
		140701301	100.00	21614405	100.00	

