

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA
(*Mentha Spicata* L.) OBTENIDO POR EL MÉTODO DE ARRASTRE
CON VAPOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

ARLENE CLARA ORELLANA SALAZAR

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arlene Orellana Salazar', written over the printed name.

ASESOR: Ing. CARLOS ERNESTO ÁNGELES QUEIROLO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Ángeles Queirolo', written over the printed name.

CALLAO – 2017

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Expuesto por la Bachiller **ORELLANA SALAZAR ARLENE CLARA** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Ing. Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO	PRESIDENTE
Ing. Dr. CALDERÓN CRUZ JULIO CÉSAR	SECRETARIO
Lic. Mg. REYNA SEGURA ANA MARÍA	VOCAL
Ing. ÁNGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro N° 1 Folio N° 20 y Acta N° 019 de Sustentación por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de fecha **09 DE SETIEMBRE 2017**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril de 2011 y Resolución N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre de 2012.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, gracias a él he tenido la fortaleza de llegar hasta acá.

A mi familia, por estar a mi lado, por creer y confiar en mí y a todas aquellas personas que estuvieron ahí cuando las necesité y que de alguna manera contribuyeron para el logro de mi objetivo.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por la fuerza y templanza para poder llegar a culminar mi proyecto, gracias a mi madre el roble de la familia, a mis hijos que son mi motivación, a mis hermanos por no dejarme sola, a mis amigos que me apoyaron y a mis maestros por sus consejos y apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.1 Identificación del problema.....	10
1.2 Formulación del problema.....	11
1.2.1 Problema General.....	11
1.2.2 Problemas específicos.....	11
1.3 Objetivos de la Investigación.....	11
1.3.1 Objetivo General.....	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.4.1 Teórica.....	12
1.4.2 Práctica.....	12
1.4.3 Económica.....	13
1.5 Importancia.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Antecedentes del estudio.....	14
2.2 Bases teóricas.....	17
2.2.1 Hierbabuena (<i>Mentha Spicata L</i>).....	17
2.2.2 Aceites esenciales.....	19

2.2.3 Métodos de Obtención.....	23
2.3 Aceite esencial de hierbabuena.....	24
2.3.1 Análisis de la clasificación de los aceites esenciales.....	25
2.4 Definición de términos básicos.....	28
a) Aceite esencial.....	28
b) Destilación con arrastre de vapor.....	28
c) Componentes activos del aceite esencial de hierbabuena.....	28
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	30
3.1 Variables de la investigación.....	30
3.1.1 Variable dependiente.....	30
3.1.2 Variables independientes.....	30
3.2 Operacionalización de variables.....	31
3.3 Hipótesis de la investigación.....	32
3.3.1 Hipótesis general.....	32
3.3.2 Hipótesis específicas.....	32
IV. METODOLOGÍA.....	33
4.1 Tipo de investigación.....	33
4.2 Diseño de la investigación.....	33
4.2.1 Primera etapa de la investigación.....	33
4.2.2 Segunda etapa de la investigación.....	33
4.2.3 Tercera etapa de la investigación.....	33
4.3 Población y muestra.....	37

4.3.1 Población.....	37
4.3.2 Muestra.....	38
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
4.5 Procedimiento de recolección de datos.....	38
4.5.1 Método de arrastre con vapor de agua.....	39
4.5.2 Métodos de análisis.....	41
4.5.3 Materiales y equipos usados.....	42
4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	43
4.6.1 Análisis de varianza de rendimiento para hojas de hierbabuena.....	44
4.6.2 Análisis de varianza de rendimiento para tallos con hojas de hierbabuena.....	44
V. RESULTADOS.....	47
5.1 Resultados experimentales.....	47
5.2 Resultados de la caracterización del aceite esencial de hierbabuena.....	48
5.3 Análisis estadístico de resultados.....	55
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
6.1 Contratación de hipótesis con los resultados.....	57
6.1.1 Hipótesis general.....	57
6.1.2 Hipótesis específica (1).....	57

6.1.3 Hipótesis específica (2).....	58
6.1.4 Hipótesis específica (3).....	58
6.2 Contrastación con otros estudios similares.....	59
VII. CONCLUSIONES.....	61
VIII. RECOMENDACIONES.....	63
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	69
➤ Matriz de consistencia	
➤ Análisis taxonómico de la hierbabuena	
➤ Análisis fisicoquímico del aceite esencial de hierbabuena	
➤ Análisis cromatográfico del aceite esencial de hojas de hierbabuena	
➤ Componentes químicos presentes en el aceite esencial de hojas de hierbabuena	
➤ Análisis cromatográfico del aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena	
➤ Componentes químicos presentes en el aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena	
➤ Datos de obtención del aceite esencial de hojas de hierbabuena	
➤ Datos de obtención del aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena	

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 2.1	Componentes de los aceites esenciales.....	21
FIGURA Nº 4.1	Diagrama de flujo para la obtención del aceite esencial de hierbabuena.....	34
FIGURA Nº 4.2	Planta de hierbabuena en estado fresco.....	39
FIGURA Nº 4.3	Armado del equipo y desarrollo del proceso de destilación del aceite esencial de hierbabuena.....	40
FIGURA Nº 4.4	Obtención del aceite esencial de hierbabuena.....	41
FIGURA Nº 5.1	Resultado de la composición cromatográfica del aceite esencial de hojas hierbabuena.....	53
FIGURA Nº 5.2	Resultado de la composición cromatográfica del aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena.....	54
FIGURA Nº 5.3	Análisis de varianza del rendimiento versus Tratamiento.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 4.1	Diseño factorial de $2^2 = 4$ corridas para la extracción con vapor de agua de aceite esencial en hojas.....	35
TABLA Nº 4.2	Diseño factorial de $2^3 = 8$ corridas para la extracción con vapor de agua de aceite esencial en tallos y hojas.....	37
TABLA Nº 4.3	Cuadro de tratamiento para evaluar el rendimiento de las varianzas para hojas de hierbabuena.....	44
TABLA Nº 4.4	Cuadro de tratamiento para evaluar el rendimiento de las varianzas para tallos con hojas de hierbabuena.....	45
TABLA Nº 5.1	Resultados de la obtención del aceite esencial en hojas de hierbabuena.....	47
TABLA Nº 5.2	Resultados de la obtención del aceite esencial en tallos y hojas de hierbabuena.....	48
TABLA Nº 5.3	Resultados de los análisis físicos del aceite esencial de hierbabuena.....	49
TABLA Nº 5.4	Resultados de los análisis químicos del aceite esencial de hierbabuena.....	50
TABLA Nº 5.5	Determinación de la densidad relativa del aceite esencial de hierbabuena.....	52
TABLA Nº 5.6	Determinación del índice de yodo del aceite esencial de hierbabuena.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 5.1	Gráfica de intervalos de rendimiento de hojas de hierbabuena versus tratamiento	55
GRÁFICO N° 5.2	Gráfica de intervalos de rendimiento de tallos con hojas de hierbabuena versus tratamiento.....	56

RESUMEN

La hierbabuena (*Mentha Spicata* L.), es una planta aromática de la cual obtendremos su aceite esencial a partir de las hojas y de los tallos con hojas por el método de arrastre con vapor, con el propósito de conocer mejor los beneficios de esta planta y contribuir de esta manera al estudio experimental de aceite esencial y mejorar la calidad de vida como se hace en países desarrollados.

Los experimentos se realizaron a nivel de planta piloto, donde se evaluó el rendimiento de aceite esencial, que fue de 0.142 % para el caso de hojas y 0.209 % para el caso de tallos con hojas. El análisis sensorial que se realizó, nos permitió identificar las características del aceite esencial de hierbabuena el cual presenta un color amarillo pálido, un olor herbáceo fresco a mentol, un aspecto líquido aceitoso.

La caracterización cromatográfica realizada al aceite esencial de hierbabuena obtenido de las hojas y del tallo con hojas de la planta en mención, identificó 60 componentes volátiles para el caso de hojas de hierbabuena y para el caso del aceite de tallos con hojas se identificaron 57 componentes volátiles, siendo los componentes mayoritarios para ambos casos el D-Limoneno, alpha-pineno y Bicyclo (3.1.1) heptane, 6,6-dimethyl-2methylene-(1S).

Palabras claves: Aceite esencial, análisis sensorial, componentes volátiles, caracterización, cromatografía.

ABSTRACT

Peppermint (*Mentha Spicata L.*) is an aromatic plant from which we will obtain its essential oil from the leaves and stems with leaves by the method of steam trawl, in order to better understand the benefits of this plant and thus contribute to the experimental study of essential oil and improve the quality of life as it is done in developed countries.

The experiments were carried out at pilot plant level, where the yield of essential oil was evaluated, which was 0.142% for leaves and 0.209% for stems with leaves. The sensorial analysis that was carried out allowed us to identify the characteristics of the essential oil of peppermint, which presents a pale yellow color, a herbaceous smell fresh to menthol, an oily liquid appearance.

The chromatographic characterization of peppermint essential oil obtained from the leaves and stem with leaves of the plant in question, identified 60 volatile components for the case of peppermint leaves and for the case of leaf stems oil 57 volatile components were identified, the major components of which are D-Limonene, alpha-pinene and Bicyclo (3.1.1) heptane, 6,6-dimethyl-2-methyl- (1S).

Key words: Essential oil, sensory analysis, volatile components, characterization, chromatography.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

La hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) es una especie del género *Mentha*, una hierba aromática muy empleada en gastronomía y perfumería por su aroma intenso y fresco, además de ser usada como medicina para calmar algunos tipos de dolores, es una planta de raíces extensas e invasivas porque pueden crecer fácilmente entre otras plantas. (cuidados de la hierbabuena-Jardinería On)

No obstante, el desconocimiento de otros productos procedentes de la especie, motivó la investigación la determinación de las características de un aceite esencial natural para su uso en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica.

En la actualidad se busca mejorar y elevar la calidad del nivel de vida, como se viene trabajando en los países desarrollados, los cuales en los últimos años han incrementado sustancialmente el consumo de artículos de perfumería, de cosmética, de la industria alimentaria y farmacéutica, donde están presentes los aceites esenciales, incrementándose así la demanda de este producto. Por ello se busca contribuir al estudio experimental de la obtención de aceites esenciales en este caso particular de la hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) determinando sus condiciones más adecuadas y su posterior caracterización.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema General

¿Cuáles son las características que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*) obtenido por el método de arrastre con vapor?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*) por el método de arrastre con vapor?
- b. ¿Qué características físicas y químicas debe tener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*)?
- c. ¿Cuáles son los requisitos de calidad que debe cumplir el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*)?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar las características que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*) obtenido por el método de arrastre con vapor.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) por el método de arrastre con vapor.
- b. Determinar las características físicas y químicas que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.).
- c. Determinar los requisitos de calidad que debe cumplir el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.).

1.4 Justificación

1.4.1 Teórica:

Se aplicaron los conocimientos de la destilación por arrastre con vapor de agua para la obtención del aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.), se llevó a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros componentes no volátiles.

1.4.2 Práctica:

Para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata*), se utilizó el método de destilación por arrastre con vapor de agua, por ser un método muy utilizado para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles de otras no volátiles

presentes en la mezcla, para su aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

1.4.3 Económica:

La hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) es una planta aromática de uso popular que tiene muchas propiedades beneficiosas para la salud, fácil de cultivar y de crecimiento rápido. La obtención de su aceite esencial para su uso en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética, etc; abre nuevas oportunidades de investigación generando mayor demanda del producto, lo cual genera oportunidades de trabajo.

1.5 Importancia

La caracterización del aceite esencial de esta planta contribuirá a la industrialización de la misma por sus propiedades, que son beneficiosas para la salud, siendo factible su aplicación en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética.

II. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del estudio

Mendoza (2016), en su proyecto de tesis sobre la “Determinación de la concentración óptima de aceite esencial *mentha spicata* L. (hierbabuena) en la inhibición del *fusarium* sp y *alternaria* sp presentes en dos variedades de *lycopersicon esculentum* m. (tomate) en Quevedo”, busca determinar la concentración óptima de aceite esencial *mentha spicata* L, en la inhibición de dos tipos de hongos que son la causa principal de descomposición del tomate en la pos cosecha que se da no sólo en la parte superficial al tener varios días expuestos al medio sin ningún tratamiento de conservación.

En esta investigación, Mendoza extrae el aceite esencial de hojas de *mentha spicata* L, por hidrodestilación donde utilizó 500 gr de hojas de hierbabuena durante 3 a 4 horas obteniendo 1.2 mL de aceite esencial, el cual arrojó una densidad medida con el picnómetro de 0.8731 g/mL y con un rendimiento de 0.209544% de extracción total.

Para esto se planteó una investigación en la que intervinieron 12 tratamientos y 3 repeticiones con concentraciones de aceites esenciales de 0,5%, 1,5% y 2,5%. De lo cual se determinó el crecimiento radial y evaluación del porcentaje de inhibición de esporas, dando como resultado un alto potencial antifúngico en todas las concentraciones inhibitoria mínima prolongando la vida útil de la materia prima. En la evaluación de los tratamientos para el crecimiento radial no existió diferencia

significativa dando como resultado 100% de inhibición. Con respecto a la evaluación de inhibición de crecimiento de esporas, al igual que el crecimiento radial en todos los factores no se encontró diferencia significativa inhibiendo al 100%.

Mamani (2013), en su investigación sobre la "Actividad antibacteriana de aceite esencial de *Mentha Spicata* L. sobre flora mixta salival" con el objetivo de obtener aceite esencial de las hojas frescas de *Mentha Spicata* L. proveniente de la Provincia de Concepción, Departamento de Junín, Perú. Por el método de hidrodestilación, se obtuvo un rendimiento del 0,128 % v/p, que estaría sujeto a factores como variedad de la especie, medio ecológico y zonas geográficas. Lo que se sustenta en trabajos realizados en aceites esenciales obtenidos en otras especies; tales como *Origanum vulgare* L. (orégano), (0,22 %). 54, *Mintostachys mollis* (muña) (0,19%). 53, *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán" (1,25 %). 55, *Zingiber officinalis* "Jengibre" (0,8%). 56, *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron, var. *Truxillense* (Rugby) Plowman "coca"; con un rendimiento del 0,06 % v/p. 57 Percy D. Aronés Castro. (MIMDES) Reporta que las hojas *Mentha Piperita* L. Según el análisis realizado en la Comunidad de Tranca (Ayacucho) reporta 2.5 % de aceite esencial. Por encima de estándares europeos que contiene de 0.5 % a 1 % de aceite esencial.

El aceite esencial de *Mentha Spicata* L. al 25% no presenta actividad antibacteriana, comportándose de la misma forma que el control negativo. Por otro lado, el aceite esencial de *Mentha Spicata* L. al 50% no presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto al aceite esencial de *Mentha Spicata* L. al 100%, ($p=0,368$), pero su actividad antibacteriana es significativamente mayor al control negativo. El control positivo presenta mayor actividad antibacteriana con diferencias estadísticamente significativas con respecto a todos los demás grupos estudiados.

Campodónico (1996), en su estudio sobre la "Extracción de aceite esencial de huacatay (*Tagetes Minuta*) por destilación (arrastre de vapor de agua)" estudia los parámetros de destilación, las condiciones de la materia prima y analiza sus principales propiedades físicas, químicas y sensoriales; utilizando materia prima tanto verde como madura. Utilizando diferentes tamaños de huacatay y a diferentes contenidos de humedad, obtuvo un rendimiento más alto cuando la humedad fue del 40%, tanto para el material verde como para el maduro. Estas operaciones de destilación las realizó manteniendo constante el tiempo y la presión, siendo los parámetros óptimos 14,5 lb/plg² para un tiempo de 45 minutos. Con estas condiciones óptimas los rendimientos de aceite esencial fueron de 1,05% y 1.68% tanto para la materia prima verde y madura respectivamente. Entonces al comparar rendimientos, se obtuvo que los

mejores resultados los obtuvo el aceite esencial de la materia prima madura.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Hierbabuena (*Mentha Spicata L.*)

a) Hábitat

Al parecer su origen es del sureste de Europa arrastrando a Asia y el Norte de África, la hierbabuena crece casi por todas partes. (Hierbabuena. 2012.blogspot.com/)

En el Perú, las mejores condiciones ambientales para su crecimiento se desarrollan en climas templado-fríos (donde las temperaturas mínimas son de 15°C y las máximas de 20°C.) Un exceso de calor produce la floración excesiva, reduciendo la calidad aromática de las hojas.(Ecosiembra.blogspot.com)

b) Descripción General

Es una planta herbácea que posee un tallo alargado que crece arrastrado sobre el suelo (rastrero) del cual emergen tallos laterales de la base de cada hoja; la planta puede alcanzar un tamaño variable según la frecuencia de cosecha; si esto no sucede se desarrollarán más tallos que cubrirán todo el suelo impidiendo el crecimiento de otros cultivos asociados. Las hojas son de forma redondeada, estas despiden un aroma

característico, lo que las convierte en un insumo para dar sabor a las comidas. Las flores son de tamaño pequeño y de color blanquecino que se forman en grupos sobre un tallo que se origina de la base de las hojas (Núñez Diego, 1991)

c) Clasificación Taxonómica

La muestra vegetal estudiada se clasifica como *Mentha Spicata* L. y presenta la siguiente posición taxonómica, según el sistema de clasificación de Cronquist (1988), de conformidad con el reporte del Jefe del Herbario del Museo Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como se hace constar en el certificado N° 0155-UNMSM-2017, emitido por dicha entidad. (Anexo, pag 71):

- ❖ División : Magnoliophyta
- ❖ Clase : Magnoliopsida
- ❖ Subclase: Asteridae
- ❖ Orden : Lamiales
- ❖ Familia : Lamiaceae
- ❖ Género : *Mentha*
- ❖ Especie : *Mentha Spicata* L.

d) Propiedades y aplicaciones

La hierbabuena ha sido empleada milenariamente por sus propiedades curativas, entre los usos medicinales y farmacéuticos se encuentra su

capacidad analgésica y espasmolítico, carminativa y antiséptica. Siendo comúnmente empleada en tratamientos contra enfermedades como la bronquitis, sinusitis, neuralgia, resfrío, reumas y entre otros trastornos del sistema digestivo, principalmente tratados mediante la infusión de sus hojas; su aceite esencial ha sido usado domésticamente como repelente de mosquitos. Las hojas hacen parte de un sin número de recetas como condimento, aromatizante de comidas y bebidas como en cócteles (Núñez Diego, 1991)

2.2.2 Aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas de sustancias obtenidas de plantas que presentan una compleja composición química y un carácter fuertemente aromático.

Estas plantas aromáticas son las que concentran una gran cantidad de esencias siendo la materia prima para la obtención de estos aceites esenciales, los cuales son volátiles por naturaleza (Ortuño, 2006).

La acumulación de aceite esencial y su composición en plantas aromáticas depende de varios factores tales como estructura genética, los factores ambientales y las prácticas agronómicas.

a) Composición química de los aceites esenciales

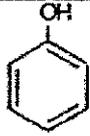
Los aceites esenciales están constituidos por centenares de sustancias distintas como los hidrocarburos terpénicos, aldehídos, ácidos, alcoholes, fenoles, ésteres, cetonas entre otros. Otros componentes del aceite

esencial no están relacionados con su aroma (ceras, ácidos, etc.) pero si pueden tener su importancia para determinadas aplicaciones y pueden actuar como conservantes, antibióticos o fijadores del aroma del aceite esencial. El perfil aromático del aceite esencial puede variar según condiciones climáticas, origen geográfico, variedad de la planta, edad, etc.; observándose diferencias considerables entre aceites de distintos orígenes (Ortuño, 2006).

Se ha mostrado que los diferentes factores ambientales afectan cuantitativamente la composición del aceite; el estudio reveló que los hidrocarburos monoterpenos tales como D limoneno y el β -phellandrene fueron mayores en clima templado que en clima frío. Por otra parte, trans- β -caryophyllene y el germacrene D, los principales hidrocarburos de los sesquiterpenos del aceite, fueron mayores en climas cálidos. La Pulegona componente principal, la piperitona y otros monoterpenos como 1,8-cineol también mostraron una variación significativa entre los diferentes climas (Telci, et al 2010).

En la figura N° 2.1, se muestran los principales componentes de los aceites esenciales.

**FIGURA N° 2.1
COMPONENTES DE LOS ACEITES ESENCIALES**

Compuesto	Grupo funcional	Ejemplo	Propiedades
Alcohol	$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$	Mentol, geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico
Aldehído	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-H \end{array}$	Cítral, citronelal	Espasmolítico, sedante, antiviral
Cetona	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R^2 \end{array}$	Alcanfor, tuyona	Mucolítico, regenerador celular, neurotóxico
Éster	$\begin{array}{c} O \\ \\ R^1-C-O-R^2 \end{array}$	Metil salicilato	Espasmolítico, sedativo, antifúngico
Éteres	$-C-O-C-$	Cineol, ascardol	Expectorante, estimulante
Éter fenólico	Anillo - O - C	Safrol, anetol, miristicina	diurético, carminativo, estomacal, expectorante
Fenol		Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano irritante Estimulante inmunológico
Hidrocarburo	Sólo contiene C y H	Pineno, limoneno	Estimulante descongestionante antivirico, antitumoral

Fuente: Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes (Ortuño 2006)

b) Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se clasifican en base a diferentes criterios:

➤ Por su consistencia

Pueden ser esencias fluidas, que son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos, son de consistencia más espesa, poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización; y las

oleorresinas que tienen el aroma de las plantas, en forma concentrada son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (Martínez, 2001)

➤ **Por su origen**

Pueden ser *naturales*, ya que se obtienen directamente de las plantas sin sufrir modificaciones físicas ni químicas, tienen un bajo rendimiento.

Los aceites esenciales *artificiales*, se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes como la esencia de anís enriquecida con anetol.

Los aceites esenciales *sintéticos*, son producidos por la combinación de sus componentes producidas en su mayoría por procesos de síntesis química. Son mucho más económicos y por ello más usados como aromatizantes y saborizantes (Martínez, 2001)

➤ **Punto de vista químico**

Los aceites esenciales se clasifican de acuerdo a sus componentes mayoritarios como:

- **Aceites esenciales Monoterpenoides:** como la hierbabuena, salvia, albahaca, etc.
- **Aceites esenciales Sesquiterpenoides:** como el pino, copaiba, junípero, etc.
- **Aceites esenciales Fenilpropanoides:** como el clavo, canela, anís, etc.

(Martínez, 2001)

2.2.3 Métodos de obtención

a) Hidrodestilación

La hidrodestilación es un método de extracción de aceites esenciales en el cual el material está sumergido en agua en ebullición, la característica principal de este proceso es el contacto directo del agua y el material del cual se extraerá el aceite esencial. La corriente de vapor saturado, que se genera hace que el aceite esencial de las flores, frutos, hojas, tallos y demás partes del vegetal se vaporiza hacia la superficie del extractor donde se ubica el condensador, donde el aceite condensado es recuperado en un recipiente (Ulla-Maija, 2001).

b) Obtención por arrastre con vapor

En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, 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. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada, (Martínez,2001).

c) Extracción con solventes

La extracción sólido-líquido como operación unitaria consiste en disolver un componente, grupo de componentes que forman parte de un sólido con un solvente adecuado en el que es insoluble el resto del sólido conocido como inerte, para dicha extracción es necesario que el disolvente esté en contacto con el sólido a tratar para disolver el componente soluble o soluto. Además, es necesario la separación de la solución del resto del sólido que contiene el resto del soluto y un poco de la solución que se halla en la superficie de las partículas (Ullauri, 2010).

En el método de extracción con solventes volátiles, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles (Martínez, 2001).

2.3 Aceite esencial de hierbabuena

El destilado con vapor de las hojas y tallos, el aceite esencial de hierbabuena, tiene una esencia aguda refrescante que se reconoce por su

contenido de mentol. El aceite esencial de hierbabuena resulta perfecto para aliviar distintos tipos de dolores, tanto de cabeza como de estómago. No en vano históricamente la hierbabuena ha sido considerada una de las mejores hierbas medicinales. Se mezcla bien con otros aceites en tratamientos para catarrros y gripe, además de que proporciona sus propiedades sudoríficas y su capacidad de atacar el malestar. La hierbabuena es parasiticida y repelente de insectos y tiene fuertes efectos como inhalante además de ser un ingrediente adicional en saunas o baños de vapor.

Igualmente es muy utilizado en cremas y jabones gracias a sus grandes capacidades cosméticas, que incluyen desde propiedades antiinflamatorias y la eliminación de la grasa y el acné hasta el cuidado de nuestra dentadura, la mejora de nuestras uñas y la hidratación total de las pieles más apagadas (Damian, 1997)

Los componentes químicos presentes en el aceite esencial de hierbabuena son: Carvona, Cineol, Felandreno, Piperitona, Mentona y limoneno (Sellar, 2009)

2.3.1 Análisis de la clasificación de los aceites esenciales

a) Cromatografía de gases – Espectrofotometría de masas (GS-MS)

La cromatografía de gases (GC) es tal vez el método más importante para análisis de aceites esenciales, por su rapidez y confiabilidad; es una técnica de separación que se basa principalmente en fenómenos

de partición entre una fase móvil gaseosa (helio, argón, hidrogeno, nitrógeno) y una fase estacionaria constituida por un líquido muy viscoso retenido en el interior de una columna de cromatografía [Montoya, 2010].

En el cromatógrafo, los componentes de la esencia se separan, tras lo cual penetran en el espectrómetro de masas, que permite registrar el correspondiente espectro de cada una de las sustancias separadas. Los constituyentes del aceite esencial se identifican gracias a los diferentes patrones de fragmentación que se observan en sus espectros de masas. La CG-EM permite realizar en una sola operación, para una muestra del orden de 1 μL , un análisis cualitativo junto con una indicación de las proporciones en las que se encuentran componentes. Cuando se dispone de sustancia patrón, la calibración del equipo permite un análisis cuantitativo exacto de la muestra. Es posible determinar índices de retención en el CG-EM, pero estos pueden no ser comparables con los bibliográficos, que generalmente se han obtenido con cromatógrafos no acoplados a un espectrómetro (Albarracín, 2003)

b) Determinaciones Físicas

• Determinación del Índice de Refracción

El índice de refracción se rige por la ley de Snell, por la cual, esta propiedad corresponde a la división entre los senos de los ángulos de incidencia (el ángulo entre el rayo en el primer medio y la perpendicular

en la superficie divisoria) y de refracción (ángulo correspondiente al segundo medio).

- **Determinación de la densidad relativa**

La densidad relativa, relaciona la densidad de la sustancia (aceite esencial) con la densidad del agua, ambas a la misma temperatura.

c) Características Químicas

- **Índice de éster**

Se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar los ésteres libres por gramo de aceite esencial.

- **Índice de acidez**

Se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar la acidez libre por gramo de aceite esencial.

- **Índice de saponificación**

Es la cantidad de miligramos de un álcali, específicamente de hidróxido de potasio, que se necesita para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa. Es la suma del índice de acidez con el índice de éster.

d) Características Organolépticas

Son todas aquellas descripciones de las características físicas que posee el aceite esencial como el olor, sabor, color. Este estudio es importante

porque es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin ayuda de instrumentos de medición.

2.4 Definición de términos básicos

a) Aceite esencial

Son mezclas de sustancias obtenidas de plantas y que presentan como característica principal su compleja composición química y su carácter fuertemente aromático.

b) Destilación con arrastre de vapor

Aplicación de vapor saturado a cierta cantidad de material vegetal, con el objetivo de volatilizar y condensar en un refrigerante, los componentes son recogidos y luego separados por diferencia de densidad.

c) Componentes activos del aceite esencial de hierbabuena

Los aceites esenciales se caracterizan por su olor pronunciado y penetrante, generalmente agradable, que siempre nos recuerda el olor del vegetal del que proviene, pero generalmente menos suave. Son sustancias de aspecto oleoso poco solubles o insolubles en el agua, a la que le comunican su aroma característico. Si los aceites esenciales se dejan en contacto con el aire, se oxidan, solidifican y resinifican, perdiendo su olor característico, al igual que se alteran fácilmente bajo la acción de la luz, volviéndose amarillos y oscuros, modificándose asimismo

su perfume. Entre los componentes activos del aceite esencial de hierbabuena tenemos:

- ✓ Carvona
- ✓ Limoneno
- ✓ Mentona
- ✓ Cineol

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la Investigación

Para el presente trabajo de investigación se han definido las siguientes variables de operación:

3.1.1 Variable dependiente

Y = Proceso de extracción de aceite esencial de hierbabuena
(*Mentha Spicata* L.).

3.1.2 Variables independientes

X₁ = Condiciones de operación para la obtención del aceite esencial de hierbabuena.

X₂ = Características fisicoquímicas y sensorial del aceite esencial de hierbabuena.

X₃ = Requisitos de calidad del aceite esencial de hierbabuena.

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

3.2 Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
Y = Proceso de extracción de aceite esencial de hierbabuena (<i>Mentha Spicata</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> • Volúmen obtenido del aceite esencial de hierbabuena. • Composición del aceite esencial de hierbabuena. 	<ul style="list-style-type: none"> • ml/kg 	Cromatografía de gases
VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODO
X ₁ =condiciones para la obtención del aceite esencial de hierbabuena (<i>Mentha Spicata</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo del proceso • Flujo de entrada del vapor 	<ul style="list-style-type: none"> • min • ml/min 	Experimental
X ₂ = características fisicoquímicas y sensorial del aceite esencial de hierbabuena (<i>Mentha Spicata</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sensorial • Análisis químico 	<ul style="list-style-type: none"> • % de composición • Olor • Color 	<ul style="list-style-type: none"> • Cromatografía de gases • Análisis sensorial
X ₃ = Requisitos de calidad del aceite esencial de hierbabuena (<i>Mentha Spicata</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Carvona • Pineno • Limoneno • Cineol • Felandreno • Mentona 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación de análisis

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis General

El aceite esencial de hierbabuena obtenido por el método de arrastre con vapor tiene un aspecto líquido aceitoso, presenta un color amarillo pálido, olor herbáceo o mentolado fresco con un ligero sabor picoso.

3.3.2 Hipótesis Específicas

- Las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) obtenido por el método de arrastre con vapor se obtendrán de las hojas y del tallo con hojas de hierbabuena, respectivamente.
- Las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) se determinarán por la densidad, determinación del índice de refracción, determinación del índice de yodo, determinación del índice de éster, determinación del índice de acidez y determinación del índice de saponificación.
- El aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) debe presentar los siguientes compuestos químicos para que cumpla con los requisitos de calidad: Carvona, Mentona, Limoneno, Cineol, Felandreno, Pineno.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de Investigación

Se aplicó un estudio de tipo descriptivo, experimental y cuantitativo, ya que el trabajo de tesis tiene como aplicación importante la observación, registro y análisis de las variables intervinientes para su posterior análisis y cuantificación.

4.2 Diseño de la Investigación

El trabajo de investigación se diseñó en tres etapas: en la primera etapa se procedió a la recopilación bibliográfica mientras que en las etapas segunda y tercera se procedió a la parte experimental.

4.2.1 Primera etapa de la investigación

- Búsqueda y análisis de la información bibliográfica.

4.2.2 Segunda etapa de la investigación

- Acondicionamiento de la materia prima, se prepararon las hojas y hojas con tallos para realizar los experimentos.
- Instalación del equipo de destilación por arrastre con vapor.
- Destilación del aceite esencial de hierbabuena en el laboratorio de Operaciones Unitarias (LOPU).

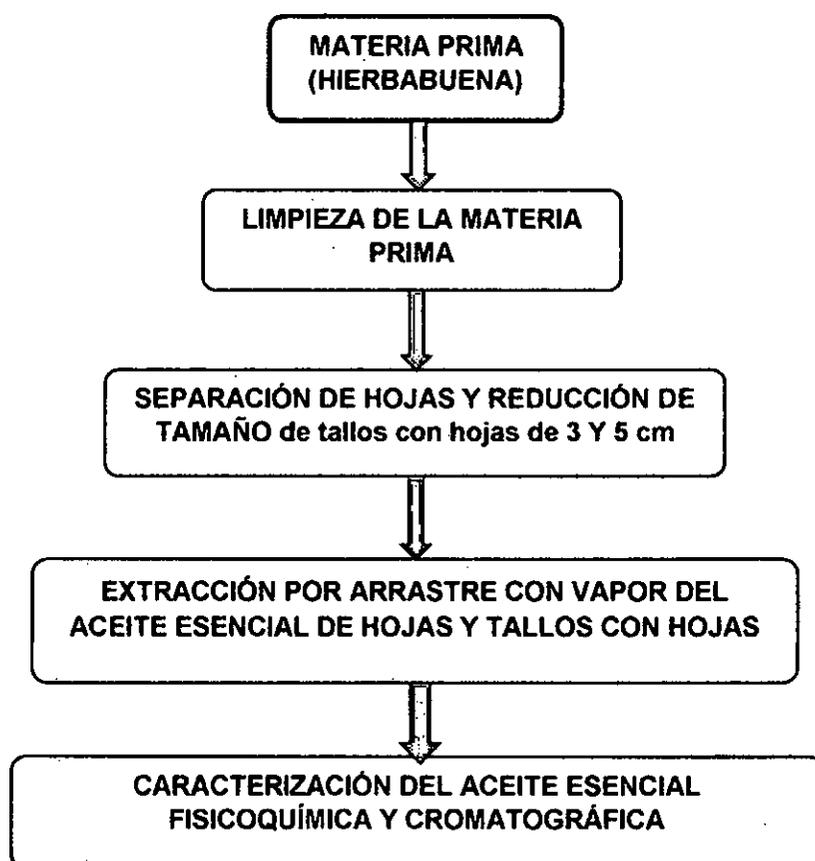
4.2.3 Tercera etapa de la investigación

- Se realizaron los análisis químicos del aceite esencial de hierbabuena.

- Evaluación de la influencia de las variables sobre el rendimiento de la destilación del aceite esencial de hierbabuena.

En la figura N° 4.1 se presenta el esquema general del desarrollo experimental para la extracción del aceite esencial de hierbabuena y su caracterización.

FIGURA N° 4.1
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL ACEITE
ESENCIAL DE HIERBABUENA



Fuente: Elaboración propia

a) Obtención del aceite esencial de hojas

Para evaluar el rendimiento en la destilación, se consideraron las siguientes variables de control, siendo el vector de respuesta a evaluar el rendimiento de la destilación. En la tabla N° 4.1. se muestra el resultado de la aplicación de un diseño factorial.

- **Variable 1:** Cantidad de hojas de hierbabuena (gr)
 - **Nivel 1:** 1500 gr de alimentación
 - **Nivel 2:** 2000 gr de alimentación

- **Variable 2:** Cantidad de vapor de agua (ml)
 - **Nivel 1:** 3000ml
 - **Nivel 2:** 4000 ml

TABLA N° 4.1
DISEÑO FACTORIAL DE $2^2 = 4$ CORRIDAS, PARA LA OBTENCIÓN
CON VAPOR DE AGUA DEL ACEITE ESENCIAL EN HOJAS DE
HIERBABUENA

N° DE EXPERIENCIAS	COMBINACIÓN DE VARIABLES		VECTOR DE RESPUESTA		
	CANTIDAD (gr)	CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA (mL)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (mL)	RENDIMIENTO (%)
1	1500	3000	t1	V1	R1
2	1500	4000	t2	V2	R2
3	2000	3000	t3	V3	R3
4	2000	4000	t4	V4	R4

Fuente: Elaboración propia

b) Obtención del aceite esencial de tallos y hojas

Para evaluar el rendimiento de la destilación del aceite esencial presente en los tallos y hojas, se evaluó variables como la cantidad de materia prima, el tamaño de partícula y la cantidad de vapor de agua utilizada en la obtención del aceite.

- **Variable 1:** Cantidad de tallos y hojas de hierbabuena (g)
 - **Nivel 1:** 1500 g de alimentación
 - **Nivel 2:** 2000 g de alimentación

- **Variable 2:** Cantidad de vapor de agua (ml)
 - **Nivel 1:** 3000 ml
 - **Nivel 2:** 4000 ml

- **Variable 3:** Tamaño de la partícula (cm)
 - **Nivel 1:** 3 cm
 - **Nivel 2:** 5 cm

En la tabla N° 4.2.se muestra el resultado de la aplicación de un diseño factorial de tres variables y dos niveles para cada una de ellas.

TABLA N° 4.2
DISEÑO FACTORIAL DE 2³ = 8 CORRIDAS, PARA LA OBTENCIÓN
CON VAPOR DE AGUA DEL ACEITE ESENCIAL EN TALLOS CON
HOJAS DE HIERBABUENA

N° DE EXPERIENCIAS	VARIABLES			VECTOR DE RESPUESTA		
	CANTIDAD (gr)	TAMAÑO DE PARTICULA (cm)	CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA (mL)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (mL)	RENDIMIENTO (%)
1	1500	3	3000	t1	V1	R1
2	1500	5	3000	t2	V2	R2
3	1500	3	4000	t3	V3	R3
4	1500	5	4000	t4	V4	R4
5	2000	3	3000	t5	V5	R5
6	2000	5	3000	t6	V6	R6
7	2000	3	4000	t7	V7	R7
8	2000	5	4000	t8	V8	R8

Fuente: Elaboración propia

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La planta de hierbabuena proviene de las chacras ubicadas en la zona de Trapiche, en el distrito de Carabaylo, departamento de Lima.

4.3.2 Muestra

Para el desarrollo experimental de la obtención del aceite esencial de hierbabuena se tomó una parte representativa cuantitativamente de un todo, teniendo en cuenta la capacidad y características del equipo. En nuestro caso se utilizaron 12 kg de hojas de hierbabuena y para el caso de tallos con hojas se utilizaron 30 kg.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de investigación utilizadas fueron inicialmente con una investigación bibliográfica para recopilar datos de trabajos experimentales anteriores que sirvieron como antecedentes para su evaluación.

Después se llevó a cabo la investigación experimental, realizando ensayos para la obtención del aceite esencial de hierbabuena tomando en cuenta el tiempo, la temperatura, el volumen del agua y la cantidad de material vegetal.

Posteriormente con el aceite obtenido se realizaron los análisis químicos y físicos para determinar las características del aceite esencial de hierbabuena.

4.5 Procedimiento de recolección de datos

Con la finalidad de evaluar el tiempo de la destilación, así como su rendimiento, se recolectaron datos de los volúmenes de aceite esencial

que se obtuvieron durante cada ensayo, así como el volumen del condensado en función al tiempo.

4.5.1 Método de arrastre con vapor de agua

- Se procedió a pesar el material vegetal y colocarlo en el lecho del equipo, después se midió la cantidad de agua necesaria utilizando la probeta y se vació en el tanque generador de vapor. Se tomó el tiempo desde el encendido del equipo, el cuál demoró 20 minutos aproximadamente hasta empezar a generar vapor y se inició el proceso de obtención de aceite esencial.

FIGURA N° 4.2

PLANTA DE HIERBABUENA EN ESTADO FRESCO

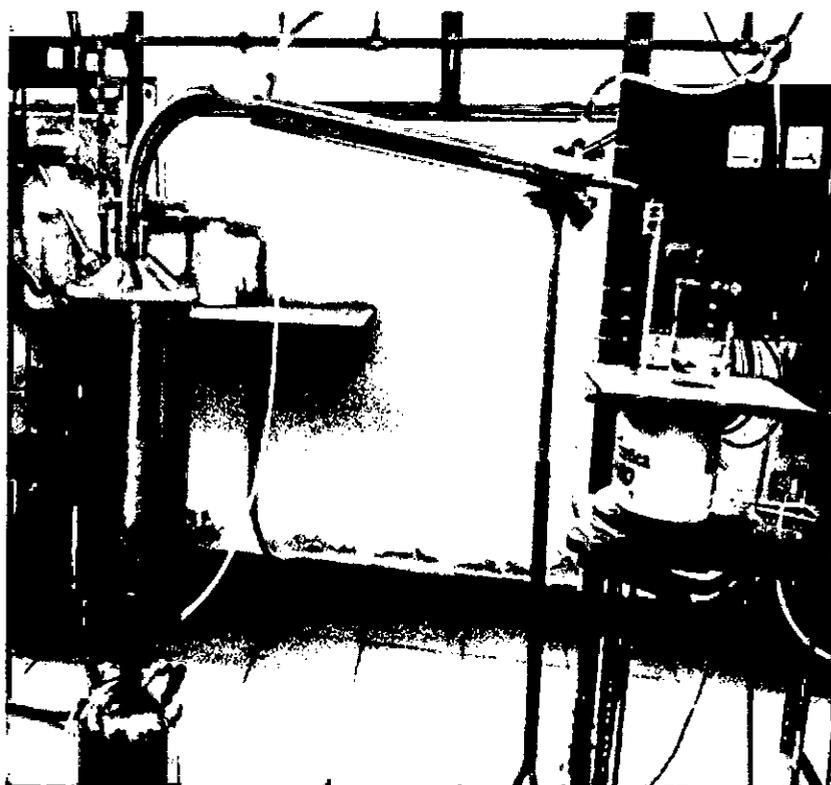


Fuente: Elaboración propia

- Se estuvo tomando el tiempo cada cinco minutos desde el momento que cayó la primera gota del destilado obteniéndose aceite esencial de hierbabuena, hasta que la medida de aceite esencial de hierbabuena en el florentino sea constante.

FIGURA N° 4.3

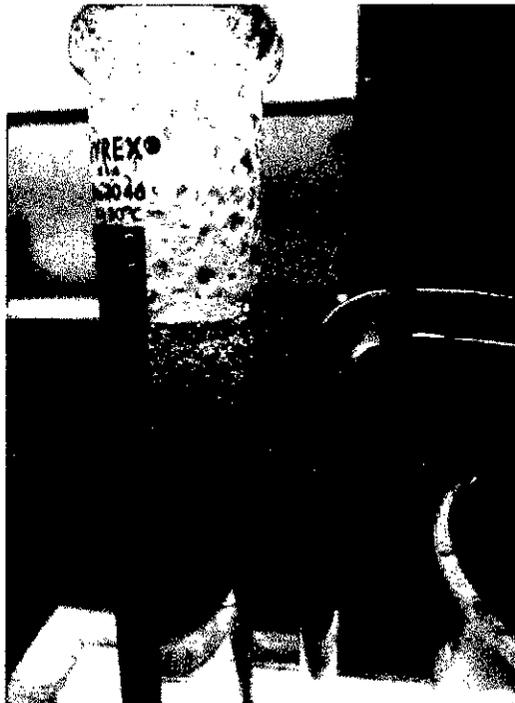
**ARMADO DEL EQUIPO Y DESARROLLO DEL PROCESO DE
DESTILACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA**



Fuente: Elaboración propia

- Durante este tiempo se estuvo controlando la cantidad del agua floral que se producía y se medía el volumen de esta.
- Finalmente se procedió a apagar el equipo una vez que ya vemos que el volumen de aceite esencial obtenido es constante.

FIGURA N° 4.4
OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA



Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Métodos de análisis

- **Análisis físicos**

Para analizar las muestras de aceite esencial de hierbabuena obtenidos se determinaron los siguientes análisis físicos:

- ✓ Determinación del índice de refracción NTP 319.075
- ✓ Determinación de la densidad relativa NTP 319.081
- ✓ Identificación de los componentes del aceite esencial de la hierbabuena por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

- **Análisis químicos**

Se determinaron los siguientes análisis químicos para las muestras de aceite esencial obtenido de la planta e hierbabuena:

- ✓ Determinación del índice de éster NTP 319.085
- ✓ Determinación del índice de acidez NTP 319.085
- ✓ Determinación del índice de iodo INEN 37
- ✓ Determinación del índice de saponificación INEN 40

- **Análisis Organoléptico**

Se trabajó con un grupo de 10 personas para realizar el análisis sensorial u organoléptico del aceite esencial de hierbabuena obtenido de hojas y a su vez del aceite esencial obtenido de tallos y hojas de hierbabuena, tomándose todos los recaudos para obtener una respuesta objetiva.

4.5.3 Materiales y equipos usados

- Se emplearon los siguientes equipos:

- ✓ Balanza analítica, marca T. WINER, 10Kg de capacidad, sensibilidad de 0.1 gr
 - ✓ Equipo destilador a nivel de planta piloto
-
- Se emplearon los siguientes materiales e insumos:
 - ✓ Probeta de 1000 ml
 - ✓ Vaso de precipitado de 250 y 500 ml
 - ✓ Termómetro graduado
 - ✓ Vaso florentino de 100ml
 - ✓ Cronómetro
 - ✓ Agua destilada
 - ✓ Alcohol al 95%
 - ✓ Rojo fenol 5 gotas
 - ✓ Hidróxido de potasio (KOH)
 - ✓ Ácido clorhídrico

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Se toma medidas de tendencia central y de dispersión para evaluar los resultados, así como técnicas de regresión lineal.

4.6.1 Análisis de varianza de Rendimiento para hojas de hierbabuena

En la tabla N° 4.3 se muestra el tratamiento para evaluar las varianzas del rendimiento del aceite esencial obtenido de las hojas de hierbabuena.

TABLA N° 4.3
CUADRO DE TRATAMIENTO PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DE
LAS VARIANZAS

TRATAMIENTO	TIEMPO (min)	VOLUMEN (ml)	Rendimiento (%)
AT	60	2.1	0.129
AC	65	2.3	0.142
BT	70	2.6	0.120
BC	85	3.0	0.139

Fuente: Elaboración propia

Donde:

A= 1500 g

B= 2000 g

T= 3000 ml

C= 4000ml

4.6.2 Análisis de varianza de rendimiento para tallos con hojas de hierbabuena

Para analizar las varianzas de las muestras de aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena se asumió lo siguiente:

H₁: Los promedios de rendimiento para los diversos tratamientos o fórmulas son iguales.

H₀: Los promedios de rendimiento para los diversos tratamientos o fórmulas son diferentes.

Además, $\alpha = 10\%$ (α es el nivel de significancia, es el riesgo de probabilidad de tomar la decisión de rechazar una hipótesis nula. Es decir, el error máximo tolerable en probabilidad de tomar la decisión es $\alpha\%$).

En la tabla N° 4.4 se muestra las varianzas del rendimiento del aceite esencial obtenido de hojas con tallos versus tamaño de partícula, cantidad de vapor de agua y cantidad de masa vegetal.

TABLA N° 4.4
CUADRO DE TRATAMIENTO PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DE
LAS VARIANZAS

TRATAMIENTO	TIEMPO (min)	VOLUMEN (ml)	RENDIMIENTO (%)
AT3	75	2.8	0.172
AC3	55	2.3	0.123
AT4	80	3.4	0.209
AC4	70	1.8	0.136
BT3	65	3.3	0.143
BC3	70	2.8	0.129
BT4	85	4.2	0.194
BC4	65	2.9	0.134

Fuente: Elaboración propia

Para:

A= 1500 g

B= 2000 g

T= 3 cm

C= 5 cm

V. RESULTADOS

5.1 Resultados experimentales

Con el objeto de obtener las condiciones de operaciones favorables del proceso de extracción de la hierbabuena al variar las variables independientes tales como, tamaño de partícula, cantidad de masa de la hierbabuena usando vapor de agua como solvente extractor, se ha diseñado el programa experimental diseñado en la tabla N° 4.1 y en la tabla N° 4.2.

En base al diseño factorial de 2^2 y 2^3 , se hicieron 4 y 8 corridas con agua destilada respectivamente y se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas N° 5.1 y la tabla N° 5.2.

TABLA N° 5.1
RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL EN
HOJAS DE HIERBABUENA

N° DE EXPERIENCIAS	VARIABLE		VECTOR DE RESPUESTAS		
	CANTIDAD (gr)	CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA (ml)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)	RENDIMIENTO (%)
1	1500	3000	60	2.1	0.129
2	1500	4000	65	2.3	0.142
3	2000	3000	70	2.6	0.120
4	2000	4000	85	3.0	0.139

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 5.2**RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL EN
TALLOS Y HOJAS DE HIERBABUENA**

N° DE EXPERIENCIAS	VARIABLE			VECTOR DE RESPUESTAS		
	CANTIDAD (gr)	TAMAÑO DE PARTÍCULA (cm)	CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA (ml)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)	RENDIMIENTO (%)
1	1500	3	3000	75	2.8	0.172
2	1500	5	3000	55	2.3	0.142
3	1500	3	4000	80	3.4	0.209
4	1500	5	4000	70	1.8	0.111
5	2000	3	3000	65	3.3	0.152
6	2000	5	3000	70	2.8	0.129
7	2000	3	4000	85	4.2	0.194
8	2000	5	4000	65	2.9	0.134

Fuente: Elaboración propia

5.2 Resultados de la caracterización del aceite esencial de hierbabuena

- En la tabla N° 5.3 se muestran los resultados de los análisis físicos realizados tanto al aceite esencial obtenido de las hojas de hierbabuena como al aceite esencial obtenido de los tallos con hojas de la hierbabuena.

TABLA N° 5.3

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA

ANÁLISIS FÍSICOS	RESULTADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA	RESULTADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA
Determinación del índice de Refracción	1.49	1.48
Determinación de la densidad	0.922 g/ml	0.920 g/ml
Determinación de la densidad relativa	0.925 g/ml	0.923 g/ml

Fuente: Elaboración propia

- La siguiente tabla N° 5.4 muestra los resultados de los análisis químicos que se llevaron a cabo al aceite esencial obtenido de hojas de hierbabuena y al aceite esencial obtenido de tallos con hojas de hierbabuena.

TABLA N° 5.4
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL
DE HIERBABUENA

ANÁLISIS QUÍMICOS	RESULTADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA	RESULTADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA
Determinación del índice de éster	9.99 mgKOH/g aceite	9.95 mgKOH/g aceite
Determinación del índice de acidez	17.95 mgKOH/g aceite	17.92 mgKOH/g aceite
Determinación del índice de yodo	9.023 g de yodo absorbido/100g de muestra	9.021 g de yodo absorbido/100g de muestra
Determinación del índice de saponificación	27.94 mgKOH/g aceite	27.87 mgKOH/g aceite

Fuente: Elaboración propia

- La tabla N° 5.5 se muestra la determinación de la densidad relativa que se obtuvo de tres muestras diferentes de aceite esencial de hojas como para tallos con hojas de hierbabuena sacando el promedio de las densidades.

TABLA N° 5.5**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL ACEITE
ESENCIAL DE HIERBABUENA**

MUESTRAS	DENSIDAD RELATIVA DE HOJAS DE HIERBABUENA	DENSIDAD RELATIVA DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA	DENSIDAD RELATIVA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA (lab. Labicer U.N.I)
1	0.920	0.923	---
2	0.920	0.922	---
3	0.922	0.924	---
promedio	0.920	0.923	0.925

Fuente: Elaboración propia

- En la siguiente tabla N° 5.6, se muestra el resultado del análisis de la determinación del índice de yodo que se practicó a tres muestras de aceite esencial de hojas y de tallos con hojas.

TABLA N° 5.6**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE YODO DEL ACEITE ESENCIAL DE
HIERBABUENA**

MUESTRAS	ÍNDICE DE YODO DE HOJAS DE HIERBABUENA (g yodo abs/100 g muestra)	ÍNDICE DE YODO DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA (g yodo abs/100 g muestra)	ÍNDICE DE YODO DE HOJAS DE HIERBABUENA (lab. Labicer U.N.I) (g yodo abs/100 g muestra)
1	9.020	9.022	----
2	9.018	9.020	----
3	9.022	9.022	----
Promedio	9.020	9.021	9.023

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.1

**RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN CROMATOGRÁFICA DEL
ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA**

Num	R. Time	Area	Area %	Height	Height %	Name
1	2.655	451867	0.04	128320	0.12	Butanal,3methyl
2	2.699	518145	0.04	160837	0.15	2-Butanane,3methyl
3	2.855	733237	0.06	96304	0.09	3-Buten-2-one,3-methyl
4	3.118	996947	0.08	175624	0.16	Heptane
5	3.483	444123	0.04	78876	0.07	Cyclohexane,methyl-
6	3.660	2203731	0.18	323257	0.30	1-Butanol,3-methyl
7	4.191	345419	0.03	63531	0.06	Heptane,2-methyl
8	4.270	210961	0.02	76015	0.07	Toluene
9	4.327	538123	0.04	104817	0.10	Heptane,3-methyl-
10	4.337	1078380	0.09	183348	0.17	Butanoic acid,2-methyl- methyl ester
11	5.060	1456926	0.12	244663	0.22	Hexane 2,4-dimethyl
12	6.028	209909	0.02	36524	0.03	Heptane 2,6- dimethyl
13	7.010	747036	0.06	134741	0.12	Butanoic acid, 2-methyl- ethyl ester
14	7.152	898948	0.07	151401	0.14	2-Hexenal (E)
15	7.273	2258691	0.18	330758	0.30	3-Hexen-1-ol,(Z)
16	7.589	1102587	0.09	143163	0.13	Octane, 2-methyl
17	7.966	2033888	0.16	241297	0.22	Heptane, 2-chloro-
18	9.521	1814862	1.47	2620857	2.40	Hexane,2,4-dimethyl
19	9.705	1614104	0.13	270385	0.25	Beta-pinene

FIGURA N° 5.2

**RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN CROMATOGRÁFICA DEL
ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA**

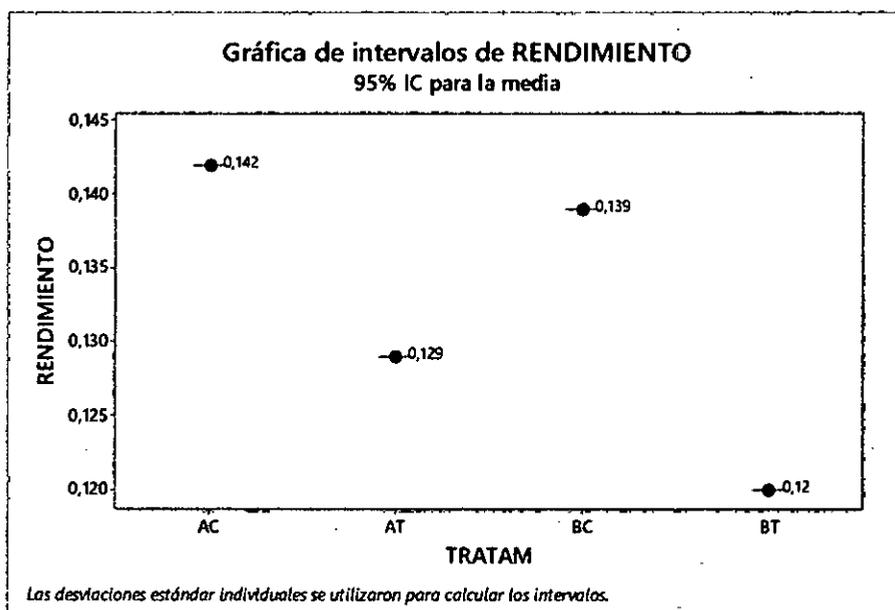
Num	R. Time	Area	Area %	Height	Height %	Name
1	2.649	661336	0.09	143904	0.22	Butanal,3-methyl
2	2.739	387159	0.06	94508	0.15	Butanal,2-methyl
3	2.835	430067	0.06	95502	0.15	3-Buten-2-one,3-methyl
4	2.962	199415	0.03	37711	0.06	Cyclopentane,1,2-dimethyl-,cis-
5	3.105	908597	0.13	173300	0.27	Heptane
6	3.471	378397	0.05	83117	0.13	Cyclohexane,methyl-
7	3.645	146241	0.21	202889	0.32	1-Butanol,3-methyl-
8	4.200	266603	0.04	61608	0.10	Heptane,2-methyl-
9	4.33	580772	0.08	89827	0.14	Toluene
10	4.535	812495	0.12	168435	0.26	Butanoic acid,2-methyl-methyl ester
11	5.076	106147	0.15	219609	0.34	Hexane 2,4-dimethyl
12	6.036	158519	0.02	34529	0.05	Heptane 2,6- dimethyl
13	6.287	281117	0.04	57448	0.09	Ciclohexane,ethyl-
14	6.399	188584	0.03	40491	0.06	Ciclohexane,1,1,3-trimethyl-
15	7.040	546521	0.08	116106	0.18	Butanoic acid,2-methyl-ethyl ester
16	7.201	661566	0.09	120187	0.19	2-Nonenal,(E)-
17	7.374	128965	0.18	238017	0.37	3-Hexen-1-ol,(Z)-
18	7.640	767600	0.11	106484	0.17	Undecane,5-methyl-
19	8.000	624626	0.09	112081	0.17	p-Xylene

5.3 Análisis estadístico de resultados

El método de análisis estadístico utilizado es el análisis de varianza ANOVA, cuya finalidad es evaluar y comparar diversos valores medios para determinar si existe alguna diferencia significativa que varíe con el resto.

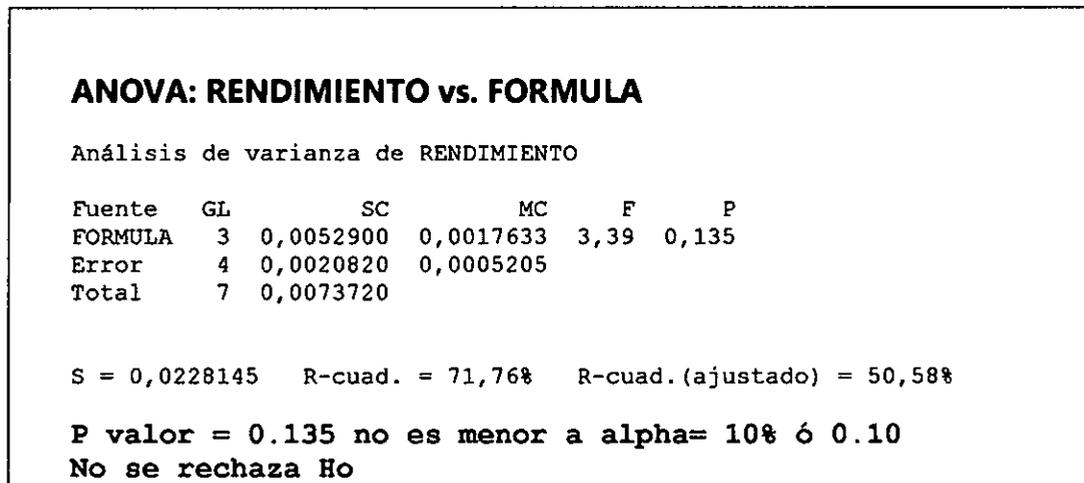
Se efectuaron los análisis de varianza para los rendimientos que se obtuvieron del aceite esencial de hojas de hierbabuena, la cual se puede observar en la gráfica N° 5.1, en este caso no se puede realizar ANOVA porque esta experiencia tiene muy pocos datos. Para el aceite esencial que se obtuvo de los tallos con hojas, se utilizó ANOVA como se registra en la figura N° 5.2 y en la gráfica N° 5.2.

GRÁFICA N° 5.1
GRÁFICA DE INTERVALOS DE RENDIMIENTO DE HOJAS DE
HIERBABUENA VERSUS TRATAMIENTO



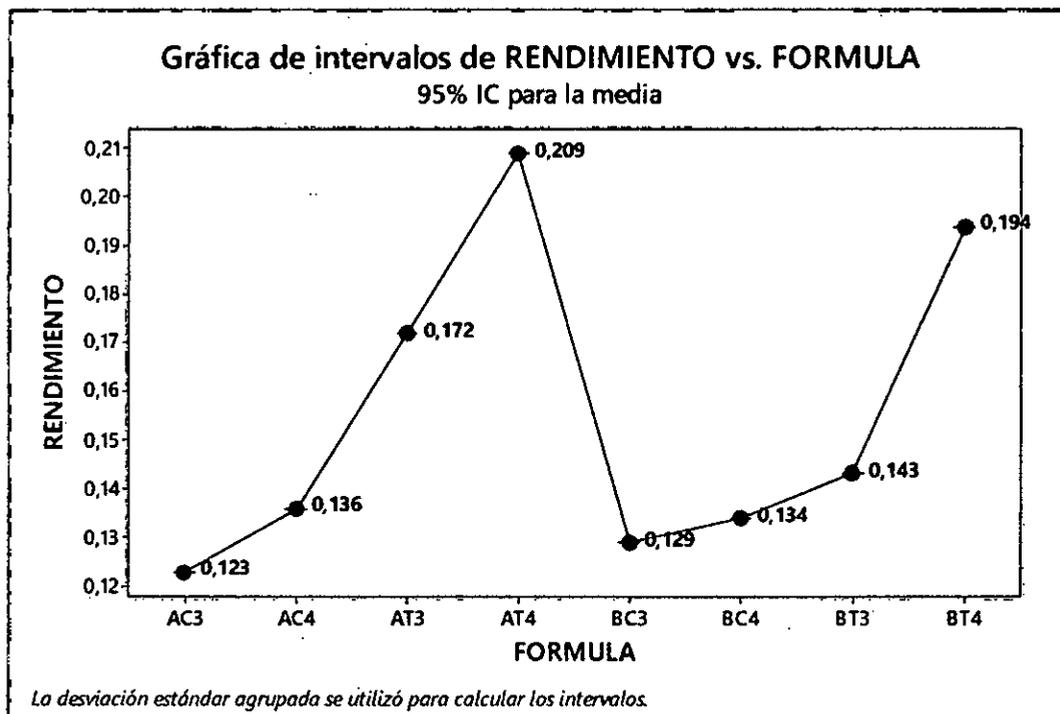
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.3
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO VERSUS
TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 5.2
GRÁFICA DE INTERVALOS DEL RENDIMIENTO DE TALLOS CON
HOJAS DE HIERBABUENA VERSUS TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados

6.1.1 Hipótesis general

Ho: El aceite esencial de hierbabuena obtenido por el método de arrastre con vapor tiene un aspecto líquido aceitoso, presenta color amarillo pálido, olor herbáceo o mentolado fresco con un ligero sabor picoso.

H1: El aceite esencial de hierbabuena obtenido por el método de arrastre con vapor presenta características propias del aceite esencial, el cual se determinó con un análisis sensorial utilizando un panel de 10 personas.

6.1.2 Hipótesis específica (1)

Ho: Las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) obtenido por el método de arrastre con vapor se obtendrán de las hojas y del tallo con hojas de hierbabuena, respectivamente.

H1: Las condiciones requeridas para la obtención del aceite esencial de hojas de hierbabuena fueron para una cantidad de 1500 g de material vegetal con 4000 ml de agua destilada y un tiempo de destilación de 65 minutos se obtuvo 2.3 ml de aceite esencial dando un rendimiento de 0.142% y la mejor condición para el caso de tallos con hojas fue para una cantidad de 1500 g de hierbabuena con un tamaño de partícula de 3 cm y

4000 ml de agua destilada se obtuvo en 80 minutos 3.4 ml de aceite con un rendimiento de 0.209%.

6.1.3 Hipótesis específica (2)

Ho: Las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) se determinarán por la densidad, determinación del índice de refracción, determinación del índice de yodo, determinación del índice de éster, determinación del índice de acidez y determinación del índice de saponificación.

H1: Se realizaron los análisis fisicoquímicos del aceite esencial de hojas de hierbabuena y del aceite esencial de tallos con hojas de hierbabuena, los cuales son imprescindibles para determinar sus requisitos mínimos de calidad, asegurar su eficacia y la inocuidad de su uso. Éstos parámetros requeridos pueden variar dependiendo el genotipo de la planta, condición agronómica y prácticas del cultivo y extracción.

6.1.4 Hipótesis específica (3)

Ho: El aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) debe presentar los siguientes compuestos químicos para que cumpla con los requisitos de calidad: Carvona, Mentona, Limoneno, Cineol, Felandreno, Pineno.

H1: Los requisitos de calidad fueron determinados a través de un análisis cromatográfico dando como resultado 60 componentes volátiles presentes

en el aceite esencial de hierbabuena, siendo los componentes mayoritarios:

- D-Limonene..... 31.89%
- Alpha Pinene..... 23.11%
- Bicyclo (3.1.1) heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-(1s)..... 16.31%

Esto explica que no existe una fórmula exacta de composición química para los aceites esenciales porque cada componente puede variar en función de las condiciones de cultivo y recolección de la planta, así también como la condición en el proceso de destilación.

➤ Para los datos estadísticos se observa que como p-valor es mayor a 0.10, no se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que no hay diferencias significativas para los diversos tratamientos o fórmulas para modificar el rendimiento con una significación del 10%.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

Contrastando resultados con Mendoza (2016) donde se obtuvo un rendimiento de aceite esencial con tan solo 500 gr de hojas, en cambio en el presente trabajo de investigación de aceite esencial de hojas y tallos, se obtuvo un rendimiento de 0.209% utilizando 1500 gr, lo cual se puede entender que el material vegetal trabajado por Mendoza tiene bastante concentración de componentes volátiles.

Si comparamos el rendimiento promedio del aceite esencial de hierbabuena obtenido de hojas frescas de hierbabuena (0.1285%), con lo señalado por (Mamani, 2013), quien obtuvo un rendimiento del 0.128% en su experimento de obtención de aceite esencial para ver su actividad antibacteriana sobre la flora mixta salival, esto puede ser debido a factores climáticos, zona geográfica, lo cual influye en la variedad de la especie.

Campodónico, obtuvo aceite esencial del huacatay (*Tagetes Minuta*) por destilación, utiliza diferentes tamaños de partículas y utiliza materia prima verde y madura. Obtuvo rendimientos bajos de aceite esencial pero el mejor rendimiento lo obtuvo de la materia prima madura, en cambio se distingue que el aceite esencial de hierbabuena obtenido en el presente trabajo presenta un rendimiento mayor, el cual se puede deber a la clase de planta aromática con que se trabajó.

VII. CONCLUSIONES

1. Las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (*Mentha Spicata L.*), por el método de arrastre con vapor fueron determinadas por el flujo de entrada del vapor y el tiempo que duró el proceso.
2. Las características físico-química del aceite esencial obtenido de hojas de hierbabuena son: densidad 0.922 g/ml, índice de refracción 1.49, índice de éster 9.99 mg KOH/g aceite, índice de acidez 17.95 mg KOH/g aceite, índice de saponificación 27.94 mg KOH/g aceite, índice de yodo 9.023 g de yodo absorbido/100g de muestra. Y las características físico-químicas del aceite esencial obtenido de tallos con hojas de hierbabuena son: densidad 0.920 g/ml, índice de refracción 1.48, índice de éster 9.95 mg KOH/g aceite, índice de acidez 17.92 mg KOH/g aceite, índice de saponificación 27.87 mg KOH/g aceite, índice de yodo 9.021 g de yodo absorbido/100g de muestra.
3. Los requisitos de calidad que presenta el aceite esencial de hierbabuena, se obtuvo con la determinación de sus componentes químicos, siendo el Limoneno el componente mayoritario. Debido a

que la planta se cultiva en una zona seca, no presenta Carvona ni Mentona como componentes mayoritarios.

4. Las características que debe tener el aceite esencial de hierbabuena obtenido por el método de arrastre con vapor es una apariencia líquido aceitoso, color amarillo pálido, olor herbáceo mentolado y un sabor ligeramente picoso, así como también la presencia de los componentes químicos como el Limoneno, alpha pineno y Bicyclo (3.1.1) heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-(1s).

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para posteriores estudios, realizar la obtención de aceite esencial de hierbabuena con hojas secas para comparar si el rendimiento es mayor que con hojas frescas.
- Obtener aceite esencial de hierbabuena de distintas regiones de cultivo para determinar si afecta el rendimiento y si varía su composición, es decir, si las condiciones de cultivo, así como el área geográfica influyen en el aceite esencial.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALBARRACÍN MONTOYA, G y otros “Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando PIPER ADUNCUM (Cordoncillo) procedente de la zona cafetera” Tesis Título. Universidad Nacional de Colombia. 2003.**
2. **ALLEN L. WEBSTER “ESTADÍSTICA APLICADA A LA EMPRESA Y A LA ECONOMÍA”. España, editorial IRWIN, 2da edición 1996**
3. **CAMAQUI MENDOZA “Plantas medicinales. La experiencia de Tinguipaya”. La Paz, editorial Gente Común, 2da edición. 2009**
4. **CAMPODÓNICO REÁTEGUI, Lorena “Extracción de aceite esencial de Huacatay (*Tagetes Minuta*), Tesis. Universidad Nacional del Callao. 1996**
5. **CERPA CHÁVEZ, Manuel “Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y Caracterización”, Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. 2007**
6. **COSTA José “Curso de Ingeniería Química: Introducción a los procesos de Operaciones Unitarias y los fenómenos de Transporte”. España editorial Reverte. 1998**
7. **DAMIAN, Peter “Aromaterapia el olor y la psique”. México, editorial Étaile S.A. 1997**
8. **DE LOS ÁNGELES MÁRQUEZ, Lerayne “Extracción del aceite esencial de la mandarina (*citrus reticulata*) utilizando dióxido de**

- carbono en condición supercrítica como solvente**". Tesis de grado. Caracas, Universidad Central de Venezuela. 2003
9. **Díaz-Maroto, Consuelo y otros "Análisis de los compuestos responsables del aroma de las especies"** UCLM, Ciudad Real, 2006
 10. **JORGE A. "Cultivo de hierbabuena"**, disponible en ecosiembra.blogspot.com/2012/06/cultivo-de-hierbabuena.html. Consultado el 8 de junio del 2017
 11. **LADYK AMAYA "Conozcamos la hierbabuena"**, disponible en hierbabuena2012.blogspot.com/. Consultado el 8 de junio del 2017
 12. **MAMANI CURAZI, Belden "Actividad antibacteriana de aceite esencial de Mentha Spicata L. sobre flora mixta salival"**, Tesis título. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2013
 13. **MARTÍNEZ, Alejandro "Aceites esenciales"**, Medellín Colombia. 2001
 14. **MENDOZA BARROS, enrique "Determinación de la concentración óptima de aceite esencial mentha spicata l. (hierbabuena) en la inhibición del fusarium sp y alternaria sp presentes en dos variedades de lycopersicon esculentum m. (tomate) en Quevedo"**, proyecto de investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2016.

15. **MÉRIDA REYES, Max “Estudio del rendimiento y composición del aceite esencial de diferentes poblaciones silvestres de Lippia chiapasensis Loes. Del altiplano occidental guatemalteco”.** Tesis título. Universidad de Guatemala. 2012
16. **MONTOYA CADAVID, Gildardo, “Aceites esenciales una alternativa de diversificación para el eje cafetero”.** Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. 2010
17. **NÚÑEZ, Diego “Las plantas medicinales de nuestra región”.** Editorial Regional de Murcia. 1991
18. **ORTUÑO SÁNCHEZ, Manuel “Manual práctico de aceite esencial, aromas y perfumes”.** España, editorial Aiyana (asociación). 2006
19. **ORTIZ VARGAS, Nicolás “Estudio experimental de extracción de aceite esencial de hierba luisa por arrastre de vapor a nivel planta piloto”.** Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1998
20. **QUIROGA, Raquel “Evaluación de aceites esenciales y mono terpenos como agentes conservantes de las propiedades químicas y sensoriales de los alimentos”,** Tesis doctoral, Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba. 2013
21. **SAMOJLIK, Isidora y otros “The influence of essential oil of anised (Pimpinella anisum) on drug effects on the central nervous System”.** Fitoterapia, editorial Elsevier. 2012
22. **SELLAR, Wanda “Guía de aceites esenciales”,** editorial EDAF, S.L. España, 5ta edición.2009

23. STACHENKO, Elena **“Aceites esenciales”**, Colombia. Universidad Industrial de Santander, 1ra edición. 2009
24. TELCI Isa y otros **“Environmental variation on aroma components of pulegone/ piperitone rich spearmint (Mentha Spicata L.)”**, editorial Elsevier. 2010
25. ULLA-MAIJA, Grace **“Aromaterapia para practicantes”**, México. Editorial, Grupo Editorial Tomo s.a. 2001
26. ULLAURI, Patricia **“Transporte de masa en extracción fase sólido-líquido”**, edición Recitela, Universidad Central de Ecuador. 2010

PÁGINAS WEB

27. AMAYA SANABRIA, L y otra **“Conozcamos la Hierbabuena”**, disponible en: <http://hierbabuena2012.blogspot.com>. Artículo web consultado el 20 de junio del 2017
28. PÉREZ PORTO, J y otros **“Definición de Destilación”**, disponible en: <http://definicion.de.destilacion/.pdf>. Artículo web. Consultado el 18 de mayo del 2017
29. SÁNCHEZ MÓNICA. **“Cuidados de la Hierbabuena”**, disponible en: <http://www.jardineriaon.com/cuidados-de-la-hierbabuena>. Artículo web consultado el 10 de julio del 2017
30. Jorge A. **“hábitat de la hierbabuena”**, disponible en: <http://ecosiembra.blogspot.com>. Artículo web consultado el 22 de junio del 2017

ANEXO

TITULO: "CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA (Mentha Spicata L.) OBTENIDO POR EL MÉTODO DE ARRASTRE CON VAPOR"

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuáles son las características que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.) obtenido por el método de arrastre con vapor?	Determinar las características que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.) obtenido por el método de arrastre con vapor.	El aceite esencial de hierbabuena obtenido por el método de arrastre con vapor tiene un aspecto líquido aceitoso, presenta un color amarillo pálido, olor herbáceo o mentolado fresco con un sabor picoso.	Y = Proceso de extracción de aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	<ul style="list-style-type: none"> Composición química del aceite esencial de hierbabuena. Análisis sensorial 	<ul style="list-style-type: none"> % Olor Color Apariencia 	Cromatografía de gases
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
a. ¿Cuáles son las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.) por el método de arrastre con vapor?	a. Determinar las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.) por el método de arrastre con vapor.	• Las condiciones requeridas para obtener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.) obtenido por el método de arrastre con vapor, se obtendrán de las hojas y del tallo con hojas.	X1 = Condiciones para la obtención del aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo del proceso. Flujo de entrada del vapor. 	<ul style="list-style-type: none"> min ml/min 	Experimental
b. ¿Qué características físicas y químicas debe tener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.)?	b. Determinar las características físicas y químicas que debe tener el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	• Las características físicas y químicas del aceite esencial de hierbabuena se determinarán por la densidad, índice de refracción, acidez, yodo, saponificación.	X2 = Características físicas y químicas del aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	<ul style="list-style-type: none"> Análisis químico Análisis físico 	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Índice refracción Índice éster Índice de yodo Índice de saponificación 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis físico y químico según NTP.
c. ¿Cuáles son los requisitos de calidad que debe cumplir el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.)?	c. Determinar los requisitos de calidad que debe cumplir el aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	• El aceite esencial de hierbabuena debe presentar los siguientes compuestos químicos para que cumpla los requisitos de calidad: Carvona, Mentona, Limoneno, Cineol, Pineno.	X3 = Requisitos de calidad del aceite esencial de hierbabuena (Mentha Spicata L.).	<ul style="list-style-type: none"> Porcentajes 	<ul style="list-style-type: none"> Carvona Mentona Limoneno Pineno Cineol 	<ul style="list-style-type: none"> Cromatografía de gases



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
 Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CONSTANCIA N°0155-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 (ramas estériles) recibida de **Arlene Orellana Salazar**, estudiante de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao; ha sido estudiada y clasificada como: *Mentha spicata* L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: ASTERIDAE

ORDEN: LAMIALES

FAMILIA: LAMIACEAE

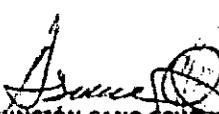
GENERO: *Mentha*

ESPECIE: *Mentha spicata* L.

Nombre vulgar: "yerbabuena"
 Determinado por: Bigo. Mario Benavente Palacios

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

Lima, 25 de julio de 2017


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



ACE



INFORME TÉCNICO N° 1096 - 17 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ARLENE CLARA ORELLANA SALAZAR
 - 1.2 DNI : 10533451
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 31 / 07 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 01 / 08 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 04 / 08 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE ACEITE ESENCIAL
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ACEITES ESENCIAL DE HIERBABUENA
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPOS UTILIZADOS :

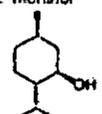
CROMATÓGRAFO DE GASES. SHIMADZU, GC-2010 Plus.
 AUTOMUESTREADOR: SHIMADZU, AOC-6000.
 Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-QP210 Ultra.
 COLUMNA GC: RESTEK. RTX-5MS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm dl. Serial: 1346249.
8. RESULTADOS
- 8.1. ANÁLISIS FISIQUÍMICOS



ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Densidad, g/ml	0.922	NTP-ISO 279:2011
Densidad relativa, g/ml	0.925	NTP-ISO 279:2011
Índice de Iodo, g de Yodo absorbido / 100 g de muestra	9.023	NTP ISO 3951:2012
Índice de acidez, mg KOH/g aceite	17.95	NTP 319.085:1974
Índice de saponificación, mg KOH/g aceite	27.94	NTP-ISO 3657:2016
Número de éster, mg KOH/g aceite	9.99	NTP 319.088:1974
Índice de refracción	1.49	NTP ISO 280:2011

RESULTADO DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA

8.2. ANÁLISIS CUALITATIVO (COMPONENTES VOLÁTILES)

MUESTRA	COMPONENTE PRINCIPAL	MÉTODO DE REFERENCIA
	<i>Análisis de Componentes Volátiles - Inyección por Headspace (HS)</i> L-Menthol  (Área relativa: 31.89%)	
Aceite esencial de hierbabuena		Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas

**Ver en Anexo (Tabla N°1) la lista de compuestos de la muestra, obtenida por el software del equipo GCMSolution de SHIMADZU utilizando la librería NIST*

9. OBSERVACIONES

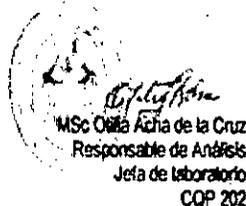
Se encontraron 60 componentes volátiles en la muestra de aceite esencial de hierbabuena, siendo los componentes mayoritarios: D-Limonene (31.89%), alpha Pinene (23.11%) y Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S) (16.31%)

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 Natalia Oulspe G.
Analista
LABICER -UMI



MSc Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
COP 202

(*) El Laboratorio no es responsable del muestreo ni de la procedencia de la muestra

ANEXOS

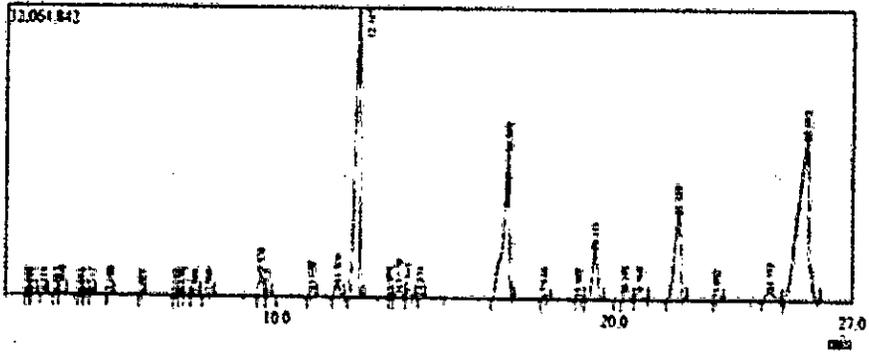


FIGURA N°1: PRIMERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 3 A 27 MINUTOS

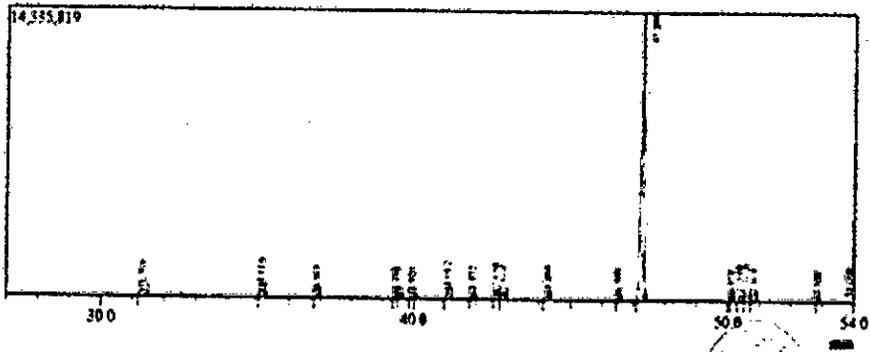


FIGURA N°2: SEGUNDA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 27 A 54 MINUTOS



FIGURA N°3: TERCERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 54 A 80 MINUTOS

COMPONENTES QUÍMICOS PRESENTES EN EL ACEITE ESENCIAL

DE HOJAS DE HIERBABUENA

Peak#	R. Time	Area	Area%	Peak Report TD		Name
				Height	Height%	
1	2.455	451827	0.04	128229	0.12	Bromoform
2	2.699	518145	0.04	166837	0.15	2-Bromopropane
3	2.855	733237	0.06	96534	0.09	1-Bromo-2-propanol
4	3.118	996447	0.08	179624	0.16	Hexane
5	3.483	444124	0.04	78876	0.07	Cyclohexane
6	3.660	225731	0.18	323297	0.31	1,4-Dioxane
7	4.191	345419	0.03	63531	0.06	Hexane-2-one
8	4.275	213561	0.02	76615	0.07	Hexane
9	4.377	538123	0.04	134817	0.13	Hexane
10	4.537	176360	0.09	185348	0.17	Bromoacetaldehyde
11	5.060	148625	0.12	244661	0.22	Hexane-2,4-dione
12	6.028	289409	0.02	36574	0.03	Hexane-2,6-dione
13	7.010	74765	0.05	134741	0.12	Bromoacetaldehyde
14	7.152	86948	0.07	151401	0.14	2-Butanol
15	7.273	225891	0.18	31788	0.03	3-Hydroxybutanal
16	7.589	113587	0.09	143161	0.13	Octane
17	7.966	234284	0.15	241297	0.22	Hexane-2-one
18	9.521	1814869	1.47	272357	2.40	Hexane-2,4-dione
19	9.765	161414	0.03	27635	0.03	Hexane-2,4-dione
20	11.637	4735157	3.8	609664	5.56	beta-Carotene
21	11.834	1199834	0.97	135431	1.27	Acetone
22	12.415	28563442	23.01	3196297	29.27	alpha-Ferrole
23	13.375	272131	0.02	1773	0.00	Cyclohexanol
24	13.635	764613	0.07	8676	0.07	Camphor
25	13.891	351414	0.09	45456	0.42	Cyclohexanone
26	14.274	26865	0.00	4319	0.04	1,4-Dioxane
27	16.840	2191872	1.73	1622942	14.65	2-Propylpropane
28	17.949	638283	0.05	63137	0.06	Cyclohexanone
29	18.942	527343	0.04	56667	0.09	1-Octanone
30	19.441	581133	0.45	513113	4.90	beta-Menthyl
31	20.331	448594	0.03	49664	0.42	1-Octanol
32	20.767	2831241	0.24	36764	0.34	1,4-Dioxane
33	21.887	11311684	9.14	971941	8.67	1-Carene
34	23.722	894213	0.07	96246	0.09	1,4-Cyclohexadiene
35	24.585	144474	0.06	86532	0.08	1-Carene
36	25.662	64070715	51.86	1781625	16.31	1-Octanone
37	31.134	2375314	0.19	26071	0.24	1,4-Dioxane
38	35.115	258344	0.09	35691	0.03	Cyclohexanone
39	36.874	35244	0.03	6464	0.06	1-Carene
40	39.864	217657	0.02	4377	0.05	1-Octanol
41	39.528	222195	0.02	44318	0.04	7-Octanone
42	39.925	277114	0.02	52884	0.05	7-Octanone
43	41.832	179665	0.14	11123	0.01	Cyclohexanone
44	41.877	664113	0.05	147277	0.03	Cyclohexanone
45	42.629	132514	0.01	27854	0.03	Cyclohexanone
46	42.859	60761	0.05	11943	0.01	1-Carene
47	44.238	103534	0.04	18947	0.07	Cyclohexanone
48	46.569	364319	0.03	8765	0.03	Cyclohexanone
49	47.284	8151856	6.54	1423166	13.03	1-Carene
50	50.157	177291	0.01	4623	0.04	Menthyl
51	50.785	124880	0.01	28971	0.03	1-Octanone
52	50.800	1375416	0.13	281857	0.03	7-Octanone
53	50.865	597825	0.05	15815	0.02	1-Octanone
54	52.828	49589	0.01	2743	0.02	alpha-Cubebene
55	54.069	796239	0.06	13540	0.08	alpha-Cubebene
56	54.481	26382	0.02	7725	0.06	beta-Bisabolene
57	55.567	13316	0.01	3663	0.01	1-Carene
58	56.050	122665	0.02	78119	0.07	Camphor
59	75.870	15267	0.01	7655	0.06	1-Octanone
60	78.465	253699	0.02	128711	0.12	1-Octanone
		123783842	100.00	10529751	100.00	

RESULTADO DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DEL ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA



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



INFORME TÉCNICO N° 1253 - 17 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ARLENE CLARA ORELLANA SALAZAR
 - 1.2 DNI : 10533451
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 / 09 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 01 / 09 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 03 / 09 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE ACEITE ESENCIAL
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22 °C; Humedad relativa: 64%
7. EQUIPOS UTILIZADOS
 CROMATOGRÁFO DE GASES: SHIMADZU, GC-2010 Plus.
 AUTOMUESTREADOR: SHIMADZU, AOC-6000.
 Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-OP210 Ultra.
 COLUMNA GC: RESTEK, RTX-SMS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df. Serial: 1346249.

8. RESULTADOS

ANÁLISIS CUALITATIVO (COMPONENTES VOLÁTILES)	COMPONENTE PRINCIPAL <i>Análisis de Componentes Volátiles - inyección por Headspace (HS)</i>	MÉTODO DE REFERENCIA
Aceite esencial de Hierbabuena	D - Limonene  (Área relativa: 30.59%)	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas

**Ver en Anexos (Tabla N° 1) la lista de compuestos de la muestra, obtenido por el software del equipo GCMSolución de SHIMADZU utilizando la librería NIST.*

9. OBSERVACIONES
 Se encontraron 57 componentes volátiles en la muestra de aceite esencial de hierbabuena, siendo los componentes mayoritarios: D-Limonene (30.59%), alpha Pinene (22.10%) y Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-metileno-, (1S) (16.99%)
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. Jesús Utano Reyes
 Analista
 LABICER - UNI



(*) El Laboratorio no es responsable del material ni de la procedencia de la muestra

ANEXOS

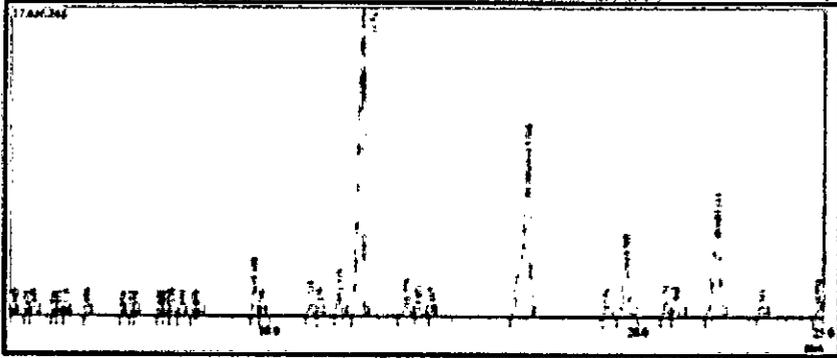


FIGURA N°1: PRIMERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 3 A 25 MINUTOS

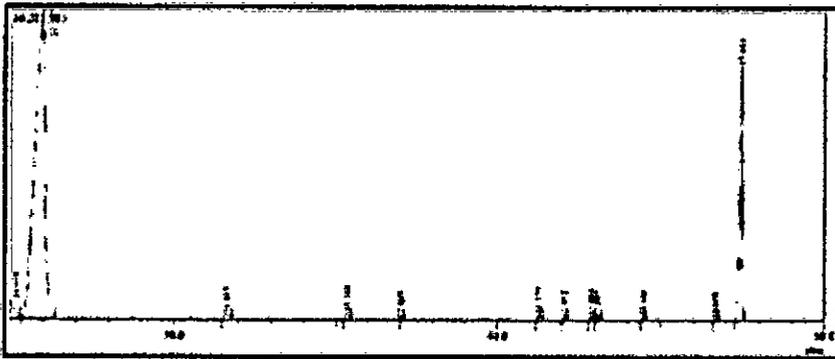


FIGURA N°2: SEGUNDA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 25 A 50 MINUTOS

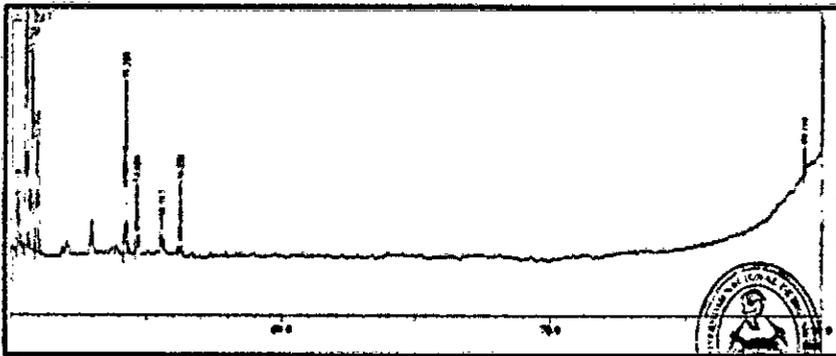


FIGURA N°3: TERCERA PARTE DEL CROMATOGRAMA DE 50 A 80 MINUTOS

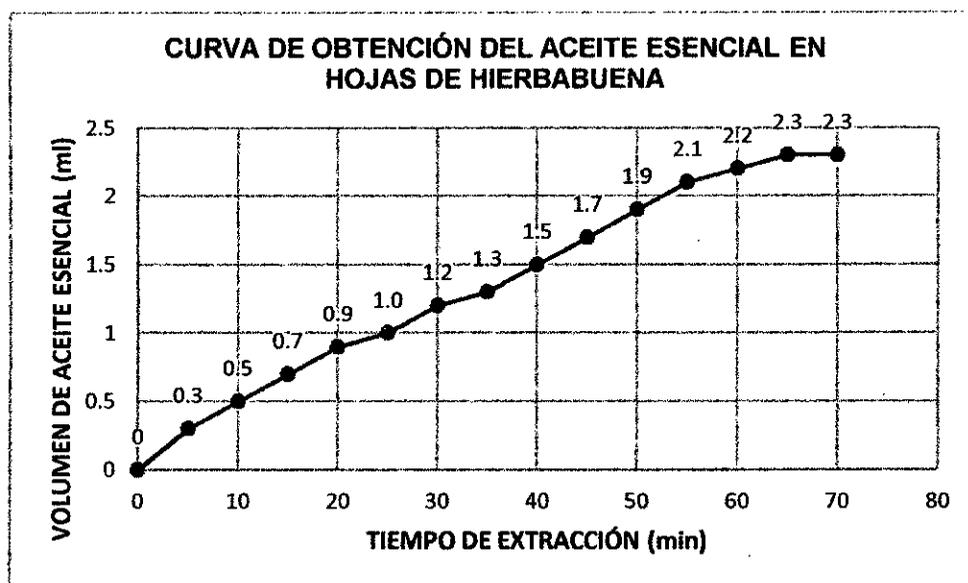
COMPONENTES QUÍMICOS PRESENTES EN EL ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	2.649	661336	0.09	147904	0.22	Butanal, 3-methyl-
2	2.739	387159	0.06	94508	0.15	Butanal, 2-methyl-
3	2.835	430667	0.06	95502	0.15	3-Buten-2-one, 3-methyl-
4	2.962	199415	0.03	37711	0.06	Cyclopentane, 1,2-dimethyl-, cis-
5	3.105	908597	0.13	173300	0.27	Heptane
6	3.471	378397	0.05	83117	0.13	Cyclohexane, methyl-
7	3.645	1462414	0.21	202889	0.32	1-Butanol, 3-methyl-
8	4.200	266603	0.04	61608	0.10	Heptane, 2-methyl-
9	4.333	580772	0.08	89827	0.14	Toluene
10	4.535	812495	0.12	168435	0.26	Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester
11	5.076	1061472	0.15	219609	0.34	Hexane, 2,4-dimethyl-
12	6.036	148519	0.02	34529	0.05	Heptane, 2,6-dimethyl-
13	6.287	281117	0.04	37448	0.09	Cyclohexane, ethyl-
14	6.399	188584	0.03	40491	0.06	Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl-
15	7.040	546521	0.08	116106	0.18	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
16	7.201	661566	0.09	120187	0.19	2-Nonenal, (E)-
17	7.374	1289654	0.18	238017	0.37	3-Hexen-1-ol, (Z)-
18	7.640	767600	0.11	108484	0.17	Undecane, 5-methyl-
19	8.000	624626	0.09	112081	0.17	p-Xylene
20	8.059	645888	0.09	124772	0.19	1-Hexanol
21	9.600	12103357	1.73	2019948	3.14	Furan, 2,5-dimethyltetrahydro-
22	9.796	1144497	0.16	195642	0.30	Nonane
23	11.138	3103064	0.44	452091	0.70	beta-Phenene
24	11.374	200969	0.03	35517	0.06	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-
25	11.916	7861357	1.12	1068283	1.66	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methyl-ethyl)-
26	12.522	1597063	2.21	1756907	27.35	alpha-Phenene
27	13.779	4714978	0.67	559920	0.87	Camphene
28	14.071	2444772	0.35	320998	0.50	Cyclohexanone, 3-methyl-
29	14.447	214533	0.03	33587	0.05	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-ene-1-(1-methyl-ethyl)-
30	17.040	11914357	16.99	9425163	14.67	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methyl-ene-, (1S)-
31	19.176	545394	0.08	60105	0.09	3-Octanone
32	19.702	31907629	4.56	3189395	4.90	beta-Mycene
33	20.771	2328220	0.33	299073	0.37	3-Octanol
34	21.022	1972673	0.28	163134	0.25	Lauryl acetate
35	22.144	65849678	9.39	5489479	8.54	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl-
36	23.341	727641	0.10	70248	0.11	1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methyl-ethyl)-
37	24.974	8349845	1.26	599232	0.93	o-Cymene
38	25.957	214563324	30.59	10216797	15.98	D-Limonene
39	31.619	1462523	0.21	167217	0.26	gamma-Terpinene
40	35.348	1475719	0.21	227682	0.35	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl-ethylidene)-
41	37.037	113356	0.02	25456	0.04	Undecane
42	41.277	1023457	0.15	201607	0.31	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methyl-ethyl)-, (2R-cis)-
43	42.052	454739	0.06	91597	0.14	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methyl-ethyl)-, (2R-cis)-
44	42.889	673589	0.10	141451	0.22	Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methyl-ethyl)-
45	43.087	411346	0.06	80978	0.13	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-ethyl)-, (R)-
46	44.461	497997	0.07	117984	0.18	Cyclohexanone, 2-methyl-5-(1-methyl-ethyl)-
47	46.675	233478	0.03	56013	0.09	Cyclohexene, 2-ethoxy-1-1,3,3-trimethyl-
48	47.454	46952083	6.69	8440879	13.14	(-)-Carvone
49	50.255	154197	0.02	36376	0.06	Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methyl-ethyl)-, acetate
50	50.537	731057	0.10	173077	0.27	7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(2-methyl-oxiranyl)-
51	50.758	753648	0.11	143474	0.22	7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(2-methyl-oxiranyl)-
52	50.956	342121	0.05	82613	0.13	7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(2-methyl-oxiranyl)-
53	54.210	532318	0.08	127584	0.20	alpha-Cubebene
54	54.626	180647	0.03	47984	0.07	(-)-beta-Bourbonene
55	55.547	54464	0.01	17603	0.03	Longifolene
56	56.223	203299	0.03	51626	0.08	Carvophenone
57	79.359	38893	0.01	21928	0.03	9-Octadecenoic acid, (11)-
		201331459	100.00	64242398	100.00	

DATOS DE OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE HIERBABUENA

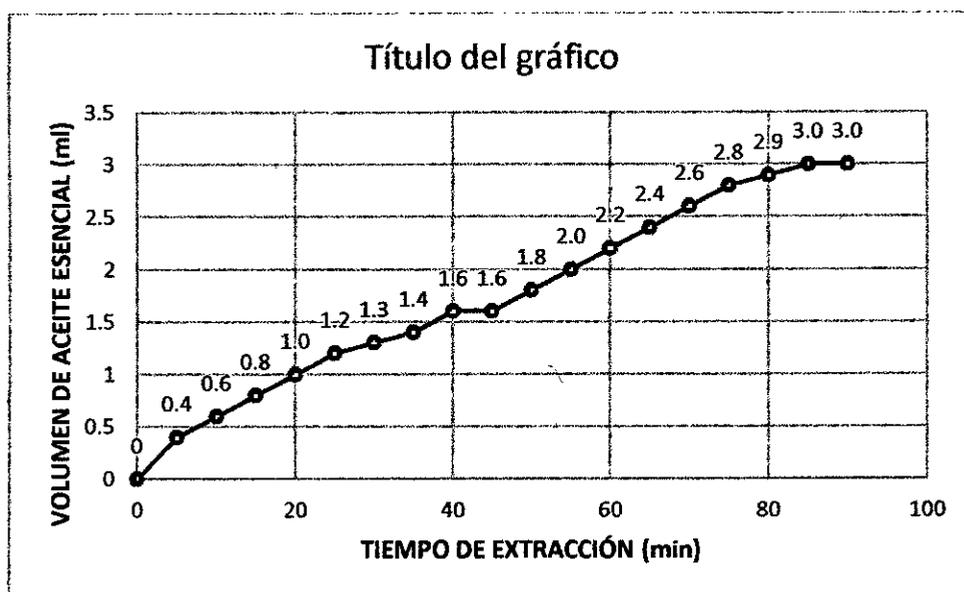
- Utilizando 1500 gr de material vegetal y 4000 ml de agua.

EXPERIENCIA 02	
TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)
0	0
5	0.3
10	0.5
15	0.7
20	0.9
25	1.0
30	1.2
35	1.3
40	1.5
45	1.7
50	1.9
55	2.1
60	2.2
65	2.3
70	2.3



- Utilizando 2000 gr de material vegetal y 4000 ml de agua.

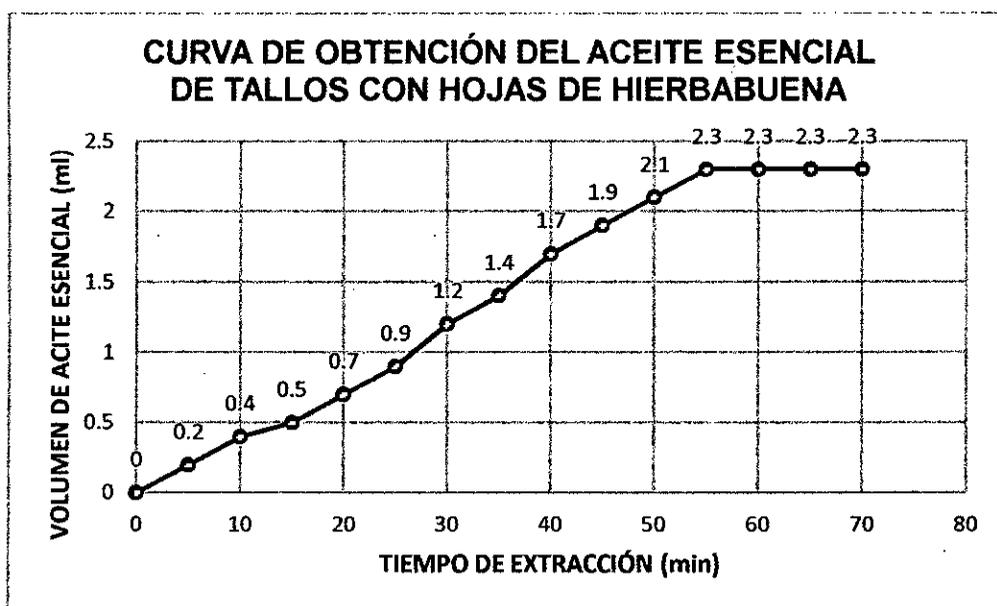
EXPERIENCIA 04	
TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)
0	0
5	0.4
10	0.6
15	0.8
20	1.0
25	1.2
30	1.3
35	1.4
40	1.6
45	1.6
50	1.8
55	2.0
60	2.2
65	2.4
70	2.6
75	2.8
80	2.9
85	3.0
90	3.0



DATOS DE OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TALLOS CON HOJAS DE HIERBABUENA

- Utilizando 1500 gr de material vegetal, 5 cm de tamaño de partícula y 3000 ml de agua

EXPERIENCIA 02	
TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)
0	0
5	0.2
10	0.4
15	0.5
20	0.7
25	0.9
30	1.2
35	1.4
40	1.7
45	1.9
50	2.1
55	2.3
60	2.3
65	2.3
70	2.3



- Utilizando 1500 gr de material vegetal, 3 cm de tamaño de partícula y 4000 ml de agua.

EXPERIENCIA 03	
TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	VOLUMEN DE ACEITE OBTENIDO (ml)
0	0
5	0.3
10	0.5
15	0.7
20	0.9
25	1.1
30	1.3
35	1.5
40	1.7
45	2.0
50	2.2
55	2.4
60	2.6
65	2.8
70	3.0
75	3.2
80	3.4
85	3.4

