



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO  
(PLECTRANTHUS AMBOINICUS) PROVENIENTE DE TRES SECTORES  
DE LA PROVINCIA DE EL ORO**

**AVECILLAS ABAD GABRIELA LEONOR  
INGENIERA QUIMICA**

**MALDONADO CHAMBA JORDY ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ACEITE ESENCIAL DE  
ORÉGANO (PLECTRANTHUS AMBOINICUS) PROVENIENTE  
DE TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE EL ORO**

**AVECILLAS ABAD GABRIELA LEONOR  
INGENIERA QUIMICA**

**MALDONADO CHAMBA JORDY ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ACEITE ESENCIAL DE  
ORÉGANO (PLECTRANTHUS AMBOINICUS) PROVENIENTE  
DE TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE EL ORO**

**AVECILLAS ABAD GABRIELA LEONOR  
INGENIERA QUIMICA**

**MALDONADO CHAMBA JORDY ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**BLACIO TORO SUSANA ELIZABETH**

**MACHALA  
2022**

# Estudio comparativo del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) provenientes de tres sectores de la Provincia de El Oro

*por* Jordy Alexander Maldonado Chamba

---

Fecha de entrega: 13-mar-2023 08:47a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2036163126

Nombre del archivo: TESIS\_3.0\_-\_Avecillas\_Maldonado\_FINAL.docx (1.33M)

Total de palabras: 8606

Total de caracteres: 47843

# Estudio comparativo del aceite esencial de orégano (Plectranthus amboinicus) provenientes de tres sectores de la Provincia de El Oro

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 5%



## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

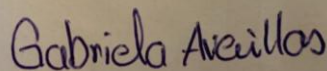
Los que suscriben, AVECILLAS ABAD GABRIELA LEONOR y MALDONADO CHAMBA JORDY ALEXANDER, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO COMPARATIVO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (PLECTRANTHUS AMBOINICUS) PROVENIENTE DE TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE EL ORO, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



---

AVECILLAS ABAD GABRIELA LEONOR  
0704229251



---

MALDONADO CHAMBA JORDY ALEXANDER  
0706428885

## **DEDICATORIA**

La vida me ha permitido llenarme de personas que me han alentado, motivado e impulsado en mi carrera universitaria es por ello que este trabajo se lo dedico en primer lugar, a ellos que han cuidado de mí, Raúl y Gina, ya que sin su esfuerzo y responsabilidad que tienen como padres no estaría realizando este trabajo de titulación. A mis hermanos Estefanía y Eduardo que son parte de mi vida diaria, los cuales siempre han celebrado mis triunfos y me han levantado en mis fracasos.

A Roberto por guiarme en cada paso que he dado para convertirme una profesional capaz, empática y responsable. A mis perritas Bombón y Sea quienes llenan mis días de alegría y luz con solo verlas. Finalmente, a mis amigos de esta vida universitaria que me estrecharon su mano e intelecto cada vez que lo necesitaba.

**Avecillas Abad Gabriela Leonor**

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis Padres. Por su amor y apoyo incondicional durante mi carrera universitaria a mi madre Raquel Chamba que me demostró que con trabajo y sacrificio se puede cumplir todas las metas que nos proponemos. Sin su ayuda, este logro no hubiera sido posible. A mi hermana Génesis Maldonado y mi Abuela María Gonza, de la misma forma a Kimberly García, por sus ánimos y motivación en los momentos más difíciles de este camino. Gracias por creer en mí y por ser parte de mi vida. A mis profesores de la UTMACH, por compartir su conocimiento y experiencia conmigo. Agradezco su paciencia y dedicación para guiarme en mi formación académica. A Dios, por su gracia y bendición en cada paso de mi vida. Sin su amor y protección, nada de esto sería posible.

**Maldonado Chamba Jordy Alexander**



## **AGRADECIMIENTO**

Por su dedicación, esfuerzo y paciencia agradezco a la Dra. Susana Blacio Toro quien fue parte del proceso de mi trabajo de Titulación, al ingeniero James Calva por su forma desinteresada de brindarnos su ayuda y conocimientos, sin ellos dos esto no sería una realidad. A mis padres y hermanos; a mis amigos y docentes de mi querida Universidad Técnica de Machala que me brindaron un poco de sus conocimientos en estos años de carrera.

Mi agradecimiento de forma especial a mi amigo Jordy Maldonado quien no solo ha contribuido en esta tesis, también a lo largo de mi vida como estudiante. Finalmente, a mí misma por todo el camino que he recorrido para llegar hasta este momento y poder poner en práctica todos mis conocimientos adquiridos.

**Avecillas Abad Gabriela Leonor**

Agradezco a mi director de tesis Dra. Susana Blacio Toro por su paciencia, orientación y dedicación en el proceso de mi trabajo de Titulación, y por brindarme la oportunidad de trabajar en este proyecto de investigación. A mi cotutor de Tesis el Ingeniero James Calva por su colaboración con esta investigación. Deseo agradecer a mis padres, familiares y amigos por su apoyo incondicional, amor y aliento durante toda mi carrera universitaria, y por ser una fuente de inspiración y motivación para mí. Me gustaría agradecer a mi amiga tesista Gabriela Avecillas que fue un aporte fundamental contribuyendo con su tiempo y conocimiento. Agradezco a mis profesores por su orientación, conocimiento y experiencia, y por ayudarme a desarrollar las habilidades necesarias para completar este proyecto de investigación. Sin su colaboración, este trabajo no hubiera sido posible. Quiero expresar mi gratitud a los miembros del comité de tesis por su valioso tiempo, comentarios y sugerencias constructivas que me ayudaron a mejorar esta investigación.

**Maldonado Chamba Jordy Alexander**

## RESUMEN

La presente investigación tuvo el propósito de determinar el rendimiento además de caracterizar al aceite esencial de orégano de la especie (*Plectranthus Amboinicus*) de tres localidades recolectados en la provincia de El Oro. Estudios han demostrado que el orégano actúa como una alternativa natural a los antioxidantes químicos. El orégano se ha demostrado tener propiedades antimicrobianas y antifúngicas debido a cuatro grupos principales de compuestos: fenoles, terpenos, linalool y borneol. Se recolectaron muestras de orégano de tres cantones diferentes: El Guabo, Arenillas y Paccha. La preparación de la planta se realizó en sacos de yute para para no ahogarla lograr conservarla intacta en condiciones óptimas y evitar la contaminación con el ambiente. El aceite esencial se pudo extraer mediante el método destilación por arrastre de vapor y se obtuvieron 3.64 ml, 1.87 ml y 2.5 ml de aceite esencial de las muestras. Los valores de porcentajes de rendimiento del aceite esencial de orégano fueron de 0,04918%, 0,02253% y 0,03649% respectivamente para los tres cantones. La caracterización química del aceite esencial del orégano se la identificó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Se identificó una mezcla de componentes monoterpénicos y sesquiterpénicos, siendo los compuestos mayoritarios diferentes en función de las diferentes localidades donde se recolectó el orégano. Los compuestos químicos encontrados incluyen Terpinene <γ->, Dermacrene D, Terpinene <α->, Caryophyllene <(E)->, Cymene <o->, Guaiacol <p-vinyl-> y Nonane <n->. La densidad del aceite esencial se midió en 0,92 g/ml y el índice de refracción fue de 1,4873. En general, este estudio demuestra el potencial del orégano como una alternativa natural y efectiva a los conservantes químicos en la industria alimentaria.

**Palabras Claves:** Orégano (*Plectranthus Amboinicus*), aceite esencial, destilación por arrastre de vapor, cromatografía de gases, compuestos orgánicos volátiles

## ABSTRACT

This research had the purpose of determining the yield and characterizing the essential oil of oregano of the species (*Plectranthus Amboinicus*) from three localities collected in the province of El Oro. Studies have shown that oregano acts as a natural alternative to chemical antioxidants. Oregano has been shown to have antimicrobial and antifungal properties due to four main groups of compounds: phenols, terpenes, linalool, and borneol. Oregano samples were collected from three different cantons: El Guabo, Arenillas and Paccha. The preparation of the plant was carried out in jute bags so as not to drown it, to keep it intact in optimal conditions and avoid contamination with the environment. The essential oil was extracted by the steam distillation method and 3.64 ml, 1.87 ml and 2.5 ml of essential oil were obtained from each sample. The yield percentages of oregano essential oil were 0.04918%, 0.02253% and 0.03649% respectively for the three cantons. The chemical characterization of the oregano essential oil was carried out by means of gas chromatography coupled with mass spectrometry. A mixture of monoterpene and sesquiterpene components was identified, the main compounds being different depending on the location where the oregano was collected. Chemical compounds found include Terpinene <γ->, Dermacrene D, Terpinene <α->, Caryophyllene <(E)->, Cymene <o->, Guaiacol <p-vinyl->, and Nonane <n->. The density of the essential oil was measured at 0.92 g/mL and the refractive index was 1.4873. Overall, this study demonstrates the potential of oregano as a natural and effective alternative to chemical preservatives in the food industry.

**Keywords:** Oregano (*Plectranthus Amboinicus*), essential oil, steam distillation, gas chromatography, volatile organic compounds.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	IX
INDICE DE ECUACIONES.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos:.....	3
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Antecedentes de plantas aromáticas.....	4
1.2 Qué son las plantas aromáticas.....	5
1.3 Orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ).....	5
1.3.1 Cultivo.....	6
1.3.2 Clasificación Taxonómica.....	6
1.3.2. Componentes químicos del orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ). .....	7
1.3.3 Beneficios del orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ).....	7
1.4 Aceites esenciales.....	7
1.4.1 Terpenos.....	8

1.4.2 Terpenoides.....	9
1.5 Aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ). .....	9
1.6. Métodos de extracción de aceites esenciales .....	10
1.6.1.Prensado .....	10
1.6.2.Destilación con vapor de agua .....	10
1.6.3.Extracción con solventes volátiles.....	10
1.6.4.Hidrodestilación (HD).....	11
1.6.5.Extracción con fluidos supercríticos (EFS) .....	11
1.6.6.Método Destilación por arrastre de vapor.....	11
CAPITULO II .....	16
2. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Sujetos de análisis.....	16
2.1.1.Recolección de la muestra.....	16
2.1.2.Ubicación geográfica .....	16
2.2. Materiales y métodos.....	16
2.2.1.Reactivos, materiales y equipos.....	16
2.2.2.Métodos.....	17
2.2.2.1. Extracción de aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ).....	17
2.2.3.Determinación del porcentaje de rendimiento .....	18
2.2.4.Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas .....	18
2.2.7.Índice de refracción. ....	21
2.2.8.Análisis estadístico .....	21
2.3. Proceso de recolección y análisis de datos.....	22
2.3.1.Técnicas de procesamiento de datos.....	22
2.3.2.Análisis de Datos .....	22
CAPITULO III .....	23
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23

3.1. Recolección de muestras.....	23
3.2. Extracción del aceite esencial de " <i>Plectranthus amboinicus</i> ".....	24
3.2.1. Propiedades físicas .....	25
3.2.2. Determinación del porcentaje de rendimiento del Aceite esencial.....	25
3.2.3. Densidad Relativa.....	26
3.2.4. Índice de Refracción .....	27
3.3. Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ).....	28
3.3.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus Amboinicus</i> ).....	28
3.3.2. Composición química los aceites esenciales de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ) de los sectores de estudio .....	33
3.3.3. Análisis de componentes principales mediante programa estadístico SPSS	43
3.3.4. Compuestos mayoritarios del aceite esencia de orégano de los tres cantones de la provincia de El Oro.....	45
CAPITULO IV .....	47
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
4.1. CONCLUSIONES .....	47
4.2. RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍAS .....	50
ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Taxonomía <i>Plecthranthus amboinicus</i> .....	6
Tabla 2 Materiales, Equipos y Reactivos .....	16
Tabla 3 Esquema de los parámetros de la columna cromatográfica .....	19
Tabla 4 Coordenadas UTM WGS84 .....	24
Tabla 5 Datos de la muestra de aceites esenciales de los 3 sectores .....	24
Tabla 6 Datos del rendimiento de la muestra .....	25
Tabla 7 Valores de la densidad de aceite esencial de orégano. ....	26
Tabla 8 Valores de índice de refracción del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus Amboinicus</i> ). ....	27
Tabla 9 Clasificación de los compuestos químicos del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus Amboinicus</i> ).....	28
Tabla 10 Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus Amboinicus</i> ), muestra recolectada en el cantón El Guabo.....	33
Tabla 11 Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ), muestra recolectada en el cantón Arenillas. ....	36
Tabla 12 Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ), muestra recolectada en Paccha. ....	40
Tabla 13 Índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett.....	44
Tabla 14 Comparación de los metabolitos mayoritarios en los tres distintos sectores de la provincia de El Oro. ....	45
Tabla 15 ANOVA para IR por ubicación .....	58
Tabla 16 Pruebas de Múltiple Rangos para IR por ubicación .....	58
Tabla 17 ANOVA para densidad por ubicación .....	59

## ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1 Estructura de los terpenos .....	8
Gráfico 2 Estructura de los Terpenoides .....	9
Gráfico 3 Sección de un detector de ionización de llama .....	13
Gráfico 4 Esquema de una sección transversal de la columna DB-5MS. ....	14
Gráfico 7 Ubicación geográfica de los puntos de recolección en 3 cantones de la provincia el Oro. ....	23
Gráfico 8 Análisis de componentes principales (PCA) que involucra las composiciones relativas (%) de los aceites esenciales de orégano por cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) de diferentes regiones de la provincia de El Oro. ....	44
Gráfico 9 Compuestos mayoritarios en la columna BD-5MS de las tres muestras provenientes de los cantones de: El Guabo, Arenillas y Paccha. ....	46
Gráfico 10 Perfil Cromatográfico Del Aceite Esencial Orégano (Plectranthus Amboinicus) muestra 1 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS. ....	60
Gráfico 11 Perfil cromatográfico del aceite esencial orégano (Plectranthus Amboinicus) muestra 2 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS. ....	61
Gráfico 12 Perfil cromatográfico del aceite esencial orégano (Plectranthus Amboinicus) muestra 2 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS. ....	62



## INDICE DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1 porcentaje de rendimiento.....	18
Ecuación 2 Índice de retención de Kovats.....	20
Ecuación 3 densidad por picnómetro .....	21
Ecuación 4 Densidad relativa .....	55
Ecuación 5 Índice de refracción.....	57

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA A 20 GRADOS CENTIGRADOS.....	54
ANEXO 2: DETERMINACION DEL INDICE DE REFRACCIÓN.....	56
ANEXO 3: EL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LA DENSIDAD Y EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN .....	58
ANEXO 4 Perfiles cromatógrafos del aceite esencial de orégano (plectranthus amboinicus).....	60
ANEXO 5: PESO DE LAS MUESTRAS DE OREGANO EN HOJA .....	63
ANEXO 6 MUESTRAS DE ACEITE ESENCIAL.....	64
ANEXO 7 RECOLECCION DE MUESTRA 1 CANTON EL GUABO .....	65
ANEXO 8 RECOLECCION DE MUESTRA 2 CANTON ARENILLAS.....	66
ANEXO 9 RECOLECCION DE MUESTRA 3 CANTON ATAHUALPA – PARROQUIA ..	67

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AR:** Área relativa

**ERN:** Especies reactivas de nitrógeno

**ERO:** Especies reactivas de oxígeno

**GC-SM:** Cromatografía de Gases- Espectrometría de Masas

**HM:** Hidrocarburo monoterpénico

**HS:** Hidrocarburo sesquiterpénico

**MO:** Monoterpeno oxigenado

**RL:** Radicales libres

**SO:** Sesquiterpeno oxigenado

**%RAE:** rendimiento del aceite esencial

**PAE:** peso del aceite esencial extraído

**PMI:** peso de la muestra inicial

**TR:** Tiempo de retención

**IR:** Índice de retención de Kovats;

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

**TRX:** Tiempo de retención del compuesto analizado, que eluye en el centro de los n-alcanos

**TRn:** Tiempo de retención n-alcano que eluye antes del compuesto analizado;

**TRn:** Tiempo de retención de n-alcano que eluye después del compuesto analizado

**mA:** Masa del picnómetro con solución conocida.

**mB:** Masa picnómetro con solución problema.

**dA:** Densidad de la solución conocida.

**dB:** Densidad de la solución problema

## INTRODUCCIÓN

La especie del orégano (*Plectranthus amboinicus*) se la considera como una hierba aromática muy utilizada en la gastronomía y en la medicina natural para tratar dolores. En Ecuador, esta planta forma parte de las 500 especies de plantas medicinales que se cultivan en el país, donde aproximadamente 288 de estas plantas son las más utilizadas y 125 se comercializan con regularidad. Aunque el orégano se cultiva en abundancia a nivel doméstico en zonas rurales y urbanas, hay una escasez de información sobre el cultivo y hábitat de esta planta en el país, especialmente en la provincia de El Oro.

La importancia de este estudio radica en las propiedades antifúngicas y antimicrobianas que se le han atribuido al orégano, gracias a los cuatro grupos principales que lo componen: fenoles, terpenos, linalool y borneol. Estas propiedades son de gran relevancia en el campo alimentario, ya que permiten sustituir los conservadores químicos por aceites esenciales, colaborando así en futuras investigaciones para la estabilidad y conservación de alimentos contra patógenos gracias a su actividad antioxidante y antimicrobiana.

Por lo tanto, se propone la extracción de muestras de orégano de tres sectores estratégicos de la provincia El Oro, utilizando el método de arrastre de vapor para la obtención de aceite esencial. Posteriormente, se evaluará y caracterizará la composición y el rendimiento del aceite esencial de orégano a través de Cromatografía de gases acoplada a masas.

Es importante destacar al obtener la muestra del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) de diferentes zonas permitirá comprobar si existe similitud en su composición química y rendimiento del aceite en cada uno de los cantones de acuerdo a sus variables climáticas y tipos de suelos. Basándonos en diferentes artículos relacionados con el tema, podemos afirmar que existe una variación considerable en la composición del aceite esencial, dependiendo del clima en el que se cultive.

Este estudio tiene el potencial de generar información relevante sobre el cultivo del orégano en la provincia El Oro, permitiendo su aprovechamiento en la industria

alimentaria y medicinal. Además, puede servir como base para futuras investigaciones relacionadas con el cultivo de plantas medicinales en Ecuador y en otros países.

Esta propuesta de titulación se enfoca en la necesidad de realizar un estudio comparativo en la composición del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) provenientes de tres sectores de la provincia El Oro, con el propósito de evaluar el rendimiento porcentual de aceite esencial que se obtiene en cada muestra recolectada. La justificación de este estudio radica en la caracterización de las propiedades químicas y físicas que posee el Orégano. Además, conocer sus beneficios, así como su potencial para ser utilizado.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Realizar un estudio comparativo del rendimiento y química del aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*) proveniente de tres sectores de la provincia de Oro.

### **Objetivos Específicos:**

- Extraer el aceite esencial de Orégano (*Plectranthus Amboinicus*) mediante destilación por arrastre de vapor.
- Caracterizar el aceite esencial mediante cromatografía gaseosa acoplada a masas.
- Comparar la composición del aceite esencial de Orégano de los 3 sectores de la provincia de El Oro.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Antecedentes de plantas aromáticas

Desde los tiempos prehistóricos el ser humano cultivaba y cosechaba plantas para producir alimentos. Unos de los primeros usos de las plantas aromáticas se registran cuando se creó el fuego. Se las utilizaba para cocinar los distintos alimentos en los años 2200 hacia 750 a.C.

Diversas investigaciones sostienen que los seres humanos al principio su alimentación se basaba en plantas y semillas. Además, distintas propiedades de las plantas aromáticas habrían sido descubiertas a través de la prueba-error y mediante el conocimiento instintivo de los animales acerca de cuáles plantas debían comer cuando estaban enfermos.

Todo este conocimiento ha pasado a las generaciones como parte de la tradición cultural estas prácticas se han convertido en la medicina herbal la cual hoy se la conoce como aromaterapia.<sup>1</sup>

En el Ecuador han sido varios los intentos para lograr identificar y caracterizar todos los ecosistemas terrestres sobre todo con gran relevancia en características de la cubierta vegetal. En consecuencia, el sistema de clasificación con mayor aceptación y popular del país logró identificar más de 71 clases de plantas aromáticas.

Gracias a la inmensa diversidad de flora y fauna proporciona distintos estilos de vida en sus habitantes, particularmente en la producción, alimentación, costumbres y religión a nivel Nacional. Además, se conservan por cada región diversos saberes milenarios culturales que son transmitidos de generación en generación mediante la sincronización de sus antepasados.

De tal forma, estas prácticas ancestrales están directamente amenazadas por el fenómeno de la globalización. Ya que estas prácticas culturales se han vuelto de poca aplicación frente a los nuevos procesos de producción. Sin embargo, la devaluación de estas riquezas culturales está en peligro por la adopción de costumbres de otras culturas.<sup>2</sup>

## 1.2 Qué son las plantas aromáticas

Podemos definir como plantas aromáticas aquellas especies vegetales que se caracterizan por tener un aroma o sabor que las hace útiles en diversas aplicaciones. Estas propiedades se deben a la presencia de compuestos volátiles conocidos como aceites esenciales, que son producidos por la planta de manera natural.

Las plantas sintetizan complejos naturales y volátiles como metabolitos para producir líquidos aromáticos que se encuentran situados en diferentes tramos de la planta, como las flores, raíces, hojas, tallos, frutos y las semillas. Estos compuestos cumplen un trabajo fundamental en la protección de la planta contra bacterias, virus, hongos e insectos, ya que poseen propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas e insecticidas en la naturaleza.

Se han logrado clasificar en tres grupos: Aromatizantes (todo tipo de perfumes o inciensos), Alimenticias (utilizadas como condimentos y preparación de alimentos) y Medicinales (utilizadas en la industria de la medicina). Debido a la acumulación de aceites esenciales en sus hojas y flores estas logran producir distintos aromas.

Con el pasar del tiempo, se ha incrementado el interés por estudiar las propiedades biológicas de los extractos de plantas aromáticas, principalmente por su alta disponibilidad y pocos efectos secundarios. Entre sus principales características reportadas se encuentra su capacidad para atacar la proliferación de células cancerosas e inducir apoptosis, una de las características más importantes de la quimio-prevención del cáncer.<sup>3</sup>

## 1.3 Orégano (*Plectranthus amboinicus*)

El orégano es una planta tipo herbácea que forma parte de la familia Lamiaceae proveniente de Asia Oriental y África. Sin embargo, se encuentra distribuida por todo el mundo, dependiendo del país en el que se encuentre obtendrá diferentes denominaciones. Además, las plantas de orégano más reconocidas se encuentran las siguientes : orégano francés, orégano indio, menta mexicana, orégano brujo.<sup>4</sup>

Normalmente se logra identificarlo con el nombre de oreganón, es una planta tipo perenne con unas características particulares en sus hojas que son: robustas, carnosas y olorosas. Además, posee diversas propiedades nutricionales y terapéuticas proveniente de sus componentes fotoquímicos naturales.<sup>5</sup>



### 1.3.1 Cultivo

*Plectranthus amboinicus* es una planta de crecimiento rápido que se propaga mediante esquejes de tallo, la hierba crece fácilmente en un lugar bien drenado y semi sombreado. Se sabe que se desarrolla bien en zonas tropicales y subtropicales, también se encontró que se adapta bien en climas más fríos si se cultiva en una maceta y se la lleva al interior, donde sea cálido y pueda ser protegida durante el invierno, esta especie debe regarse con moderación.

*P. amboinicus* crece mejor en suelo rico en compost con pH neutro y alta humedad, pero si hay exceso de agua en el suelo, sus raíces podrían comenzar a pudrirse. Por otro lado, soporta bien las sequías severas, ya que tiene mucha agua almacenada en su carne suculenta.

También sobrevive bien con calor severo y abrasador sol, así como debajo de sombra, pero crece mejor bajo sombra parcial. Por todas esas razones, es muy fácil crecer en interiores y es por eso que se está volviendo cada vez más popular como planta de interior. *P. amboinicus* no puede soportar temperaturas inferiores a 0 °C y se estresa incluso cuando está a 10 °C.<sup>6</sup>

### 1.3.2 Clasificación Taxonómica.

En la tabla 1 se describe la clasificación taxonómica del orégano (*Plecthranthus amboinicus*).

Tabla 1 Taxonomía *Plecthranthus amboinicus*

<b>Orégano (<i>Plecthranthus amboinicus</i>)</b>	
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyt a</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Lamiales</i>
<b>Familia</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Plecthranthus</i>
<b>Especie</b>	<i>Amboinicus</i>

Fuente: Prasad, N.et al

### **1.3.2. Componentes químicos del orégano (*Plectranthus amboinicus*).**

Se han realizado distintos estudios para examinar la estructura química del orégano, empleando tanto extractos acuosos como aceite esencial. Durante estos análisis se han identificado diversos compuestos, tales como flavonoides (como la apigenina y la luteolina), agliconas, alcoholes grasos, terpenos y derivados del fenilpropano. En el caso del trigo convencional, se pueden encontrar los ácidos cumárico, ferúlico, cafeico, r-hidroxibenzoico y vanílico. Mientras tanto, el orégano cuenta con ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido r-hidroxibenzoico y ácido vanílico.<sup>7</sup>

### **1.3.3 Beneficios del orégano (*Plectranthus amboinicus*)**

El orégano posee diversas propiedades y cualidades farmacológicas, como las que se mencionan a continuación: antibacterianos, antitumorales, antiinflamatorios, antiepilépticos, cicatrizantes, antioxidantes, analgésicos y larvicidas. Sin embargo con otras investigaciones basadas en la planta se logró determinar su eficacia contra las patologías, principalmente en enfermedades cardiovasculares, cutáneas, orales, urinarias, digestivas y respiratorias.<sup>8</sup>

Una infusión o jarabe elaborado con las hojas aromáticas de *Plectranthus amboinicus* ayuda para tratar tos, se sabe que la especie se usa en la medicina zulú, además las hojas también se pueden utilizar para dar sabor a los alimentos como ya todos conocemos.<sup>9</sup>

## **1.4 Aceites esenciales**

En aceites esenciales las mezclas son extremadamente complejas de compuestos volátiles que tienen un aroma intenso y son producidos por organismos vivos. Se obtienen a través de métodos físicos como la presión y la destilación, ya sea de la planta entera o de una parte de ella. Cabe destacar que algunos extractos de plantas con aceites no cumplen con la definición de "aceite esencial". La composición química de los aceites esenciales es una mezcla compleja que contiene una gran cantidad de terpenos, terpenoides y compuestos aromáticos. Estos componentes tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas prometedoras, lo que los convierte en aditivos naturales para alimentos. Se ha comprobado que los aceites esenciales contienen entre un 85% y un 99% de componentes volátiles y entre un 1% y un 15% de componentes no volátiles.<sup>10</sup>

Los aceites esenciales han sido muy valiosos debido a su amplia aplicación en productos de consumo básicos, como detergentes, jabones, artículos para el cuidado personal, medicamentos, alimentos, bebidas y muchos otros productos esenciales para la vida diaria.

Una de las características que se resalta de los aceites esenciales es su fluidez y transparencia, con un aroma y sabor penetrante, aromático y similar al alcanfor. La técnica más común para obtener estos aceites esenciales es el arrastre de vapor, técnica muy común de bajo costo, sencillo de utilizar y logra producir aceites de alta calidad.<sup>11</sup>

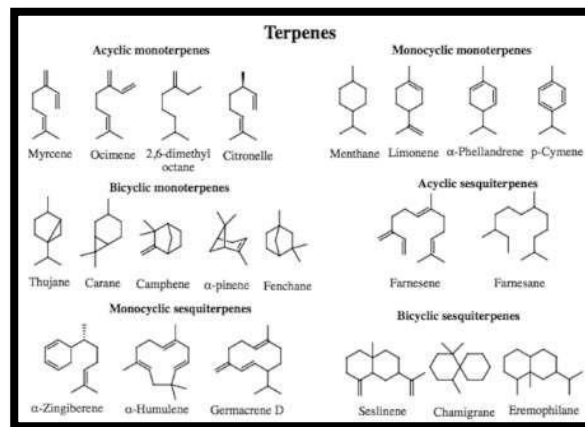
### 1.4.1 Terpenos

Los terpenos o isoprenoides es el componente principal que en los aceites esenciales que posee estructuras moleculares que contienen cadenas principales de carbono 2-metilbuta-1,3-dieno (unidades de isopreno) y se pueden re organizar en estructuras cíclicas

El número de unidades de isopreno es principalmente el responsable de la diversidad estructural de los terpenos. Los hemiterpenos son formado por una unidad de isopreno (C5), monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30) y tetraterpenos (C40). Los hemiterpenos son una parte menor de los terpenos que se encuentra en los aceites esenciales.

En los AE los monoterpenos son los componentes más predominantes (90%), seguido de los sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, y tetraterpenos con sus derivados oxigenados también se detectan en pequeñas cantidades.<sup>12</sup>

Gráfico 1 Estructura de los terpenos

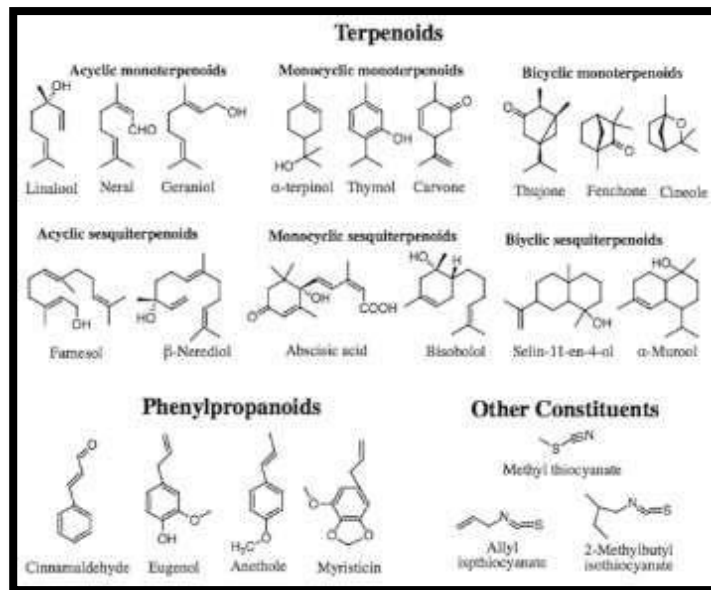


Fuente: Masyita, A et al

### 1.4.2 Terpenoides

Los terpenoides son otro tipo de terpenos que contienen moléculas de oxígeno las cuales que se construyen a través de modificaciones bioquímicas (eliminación o adición de grupos metilo). Los terpenoides pueden dividirse en alcoholes, aldehídos, ésteres, éteres, epóxidos, cetonas y fenoles. Algunos ejemplos de terpenoides son: carvacrol y citronelal.<sup>12</sup>

Gráfico 2 Estructura de los Terpenoides



Fuente: Masyita, A et al

### 1.5 Aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).

El Orégano Francés, una especie también conocida como *Plectranthus amboinicus*, contiene en su aceite esencial compuestos fenólicos como el carvacrol y el timol, que le confieren propiedades antioxidantes, bactericidas y antisépticas muy valoradas. Desde hace tiempo, el orégano ha sido empleado en la medicina popular para tratar dolencias digestivas, infecciones, inflamaciones e incluso afecciones respiratorias.

Se ha investigado exhaustivamente por sus diferentes y efectivas propiedades farmacológicas, antioxidantes, antimicrobianas, antitumorales y citotóxicas. Los estudios realizados sobre este aceite esencial también sugieren que contiene flavonoides y terpenos, los cuales han demostrado tener un efecto inhibitorio sobre bacterias tanto Gram-positivas como Gram-negativas.

Tanto el extracto crudo como el aceite esencial de *P. amboinicus* contienen una gran cantidad de componentes debido a su diversidad química. Los fitoquímicos presentes en las plantas tienen una actividad antimicrobiana muy alta, y pueden combatir diversas bacterias, levaduras y mohos, aunque la cantidad y calidad de estos componentes bioactivos puede variar.

Su amplia gama de diversidad química que contiene fitoquímicos como terpenos, alcoholes, acetonas, fenoles, ácidos, aldehídos y ésteres se utiliza a menudo como componentes en la industria farmacéutica.<sup>13</sup>

## **1.6. Métodos de extracción de aceites esenciales**

Se sugieren diversos procesos de obtención de aceites esenciales que se adaptan a las necesidades de cada muestra, como el prensado y la destilación con vapor de agua, entre otros, que permiten obtener un alto rendimiento de extracción de los componentes volátiles presentes en las muestras vegetales.

### **1.6.1. Prensado**

En el prensado se exprime el vegetal para así liberar sus aceites donde será recolectado y filtrado, este método es el más utilizado cuando queremos obtener esencias de cítricos.

### **1.6.2. Destilación con vapor de agua**

En el método de destilación por vapor de agua necesitamos que la planta sea preferentemente cortada en trozos pequeños para que tenga contacto con una corriente de agua. Durante el proceso de destilación la esencia es arrastrada, recolectada y se la separa de su parte acuosa, esta técnica es ideal para esencias fluidas.<sup>14</sup>

### **1.6.3. Extracción con solventes volátiles**

En esta extracción, la planta debe estar seca y molida para que los solventes que son alcohol, cloroformo entren en contacto, estos solventes ayudan a solubilizar la esencia de igual forma solubilizan otros compuestos como grasas y ceras, donde obtenemos como producto final una esencia impura. Es ideal para utilizarla a escala de laboratorio ya que a nivel industrial los costos son altos, de igual forma el valor comercial de los solventes que se utilizan.

#### **1.6.4. Hidrodestilación (HD)**

Se puede emplear este método para obtener aceites esenciales de plantas, el cual consiste en calentar una mezcla de agua y el material vegetal hasta su punto máximo de ebullición para que los gases sean condensados y posteriormente recolectados en la fase fría. Posteriormente, se separa el aceite esencial, que no se mezcla con el agua. Una ventaja de este método es que no hay sobrecalentamiento del material de extracción, ya que hay un contacto directo entre el agua en ebullición y la muestra vegetal.

Se puede aumentar su eficacia mediante la optimización de ciertos factores como el tiempo de extracción, la temperatura y la cantidad de agua utilizada. La obtención de los aceites esenciales con este método suele resultar en aromas más intensos y colores más oscuros en relación con otros métodos de extracción.<sup>15</sup>

#### **1.6.5. Extracción con fluidos supercríticos (EFS)**

La extracción de aceites esenciales se puede realizar de forma eficiente y rápida utilizando un método que involucra altas presiones y fluidos supercríticos. Un fluido se considera supercrítico cuando su punto crítico está por encima de ciertas condiciones de temperatura y presión, lo que permite que las propiedades de las fases líquida y gaseosa se combinen en una sola fase.

Esta fase tiene propiedades físicas intermedias entre las dos fases, como una alta densidad similar a un líquido, baja viscosidad y tensión superficial similar a un gas, y una difusividad intermedia.<sup>16</sup>

#### **1.6.6. Método Destilación por arrastre de vapor**

El método de destilación por arrastre de vapor se centra en la separación de sustancias no solubles en agua y con cierto grado de volatilidad de otros productos no volátiles. Mediante esta técnica, es posible destilar de manera más rápida compuestos orgánicos con puntos de ebullición elevados, a temperaturas inferiores a la del agua, gracias a que son arrastrados por el vapor generado.

Esta técnica es utilizada para separar los aceites esenciales de los tejidos vegetales y obtener una alta pureza y rendimiento. La eficacia del proceso depende de la técnica utilizada, y consiste en atrapar los componentes volátiles mediante la utilización de membranas secas que han sido previamente remojadas en las muestras. De esta manera, se logra una condición de vapor saturado que permite la

separación de los componentes deseados.<sup>17</sup>

En este método también ingresan otros factores una de estas es si el material se remoja con agua fría o caliente, también la solubilidad y temperaturas. Este método de extracción no pone en contacto su muestra con el agua ya que esta es colocada en la cámara de extracción, donde el vapor es producido en la parte inferior. Este método es uno de los más aplicados debido a su alto rendimiento gracias a esto lo utilizan a nivel industrial sobre todo por la pureza del aceite obtenido y su bajo costo.

### **1.7. Cromatografía de gases aplicado a masas**

La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas es un método que fusiona la habilidad de separación de la cromatografía de gases con la precisión y selectividad del detector de masas. Este enfoque posibilita la identificación y cuantificación de compuestos traza en mezclas complejas con gran eficiencia.

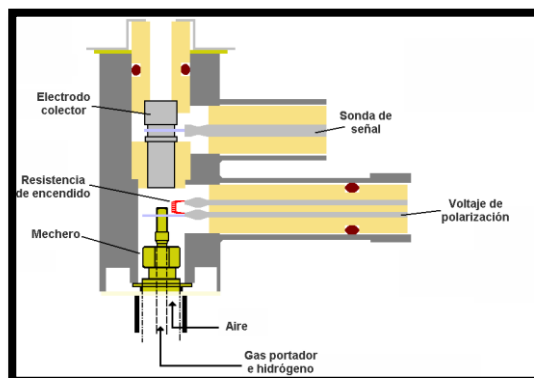
Los iones que alcanzan el detector originan una señal eléctrica que se amplifica, procesa y registra en un equipo informático, generando el espectro de masas correspondiente. Este último es una representación gráfica que muestra la abundancia de los iones detectados en relación con su masa.<sup>18</sup>

#### **1.7.1. Detector de ionización de llama**

El detector de ionización de llama se utiliza en cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Este detector es capaz de seleccionar compuestos que contienen enlaces C-H, lo que significa que la mayoría de los compuestos analizados proporcionan una señal detectable en el equipo.

El detector de ionización de llama se basa en la combinación de un gas procedente de la columna con hidrógeno, que se quema en una cámara con un exceso de aire. En la parte superior de la llama se coloca un recolector cilíndrico, polarizado para atraer los iones generados. Asimismo, el instrumento mide la corriente iónica que se genera en la punta del quemador y en el electrodo colector.

Gráfico 3 Sección de un detector de ionización de llama



**Fuente: David Verdugo-Torres, B**

Estos detectores de llama destacan por su alta sensibilidad, estabilidad mejorada y amplio rango dinámico lineal, lo que los convierte en una opción muy popular. Además, su facilidad de uso los ha convertido en los detectores más ampliamente utilizados en la actualidad.<sup>19</sup>

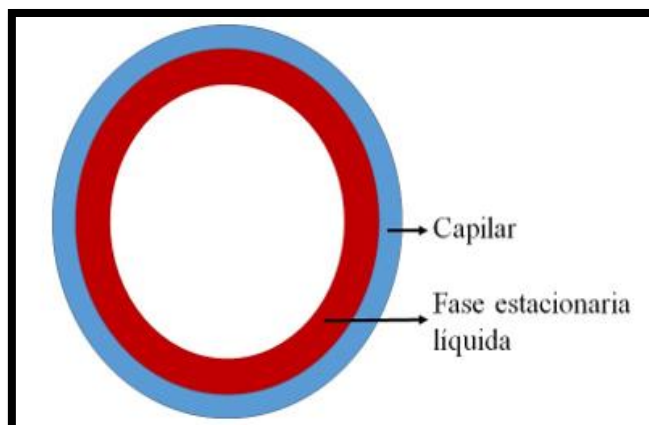
### 1.7.2. Columna DB5

La columna DB-5 posee una fase estacionaria del polímero fenil arileno que equivale aproximadamente (5%-fenil)-metilpolisiloxano. Esta columna es apropiada para equipos GC- MS ya que facilita un bajo sangrado lo que permite trabajar con una relación señal/ruido aceptable. En la figura 4 se logra observar un esquema de la sección transversal de una columna DB-5.

Las columnas de polisiloxano, en la que su fase estacionaria es un líquido, posee un mecanismo de separación diferente a la columna PLOT. En este tipo de fases estacionarias la correlación principal con los solutos es la dispersión. La dispersión se puede resumir en el concepto de volatilidad. Por lo tanto, cuanto más volátil sea el soluto, más rápido se eluye de la columna (y por tanto el tiempo de retención será menor).



Gráfico 4 Esquema de una sección transversal de la columna DB-5MS.



Fuente: Mallmann, V et al

### 1.7.3. Antioxidantes

Existen sustancias que tienen la capacidad de prevenir o retrasar el proceso de oxidación de otras moléculas, las cuales son conocidas como antioxidantes. Estas moléculas pueden neutralizar los efectos de los radicales libres y de diferentes especies reactivas de oxígeno, lo que puede ayudar a disminuir el riesgo de padecer diversas enfermedades no transmisibles. Es por ello que las propiedades antioxidantes de los alimentos y sus derivados son muy valoradas por agricultores, la industria alimentaria, investigadores, médicos y nutricionistas. En este sentido, la Capacidad Antioxidante Total (CAT) se refiere a la capacidad de una sustancia o compuesto para inhibir o dificultar la oxidación de un sustrato, incluso en cantidades muy pequeñas (normalmente entre 1-1,000 mg/L o menos del 1%).<sup>20</sup>

#### 1.7.3.1. Capacidad antioxidante

Se describe que la capacidad antioxidante se utiliza para referirse a la capacidad de los compuestos para reaccionar con los radicales libres, pero en otros casos se describe como la capacidad para inhibir los procesos de oxidación. Esto está determinado por dos factores: la tasa de barrido, la cual se refiere a la tasa de extinción de los radicales libres formados y cantidad de radicales atrapados por el antioxidante, generando compuestos más estables y por lo tanto menos reactivos.<sup>20</sup>

La eficacia de un antioxidante se caracteriza por el período de inhibición, donde frena la formación de radicales libres; siendo compuestos polifenólicos de origen natural aquellos que se destacan por una alta actividad. La mayoría de estos compuestos

están presentes en la dieta, por lo que es fundamental evaluar sus propiedades antioxidantes para entender su comportamiento en matrices más complejas como los alimentos, así como la aplicación de estos en biomedicina.<sup>20</sup>

## CAPITULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Sujetos de análisis

##### 2.1.1. Recolección de la muestra

Las muestras de orégano (*Plectranthus amboinicus*) fueron recolectadas en tres diferentes lugares de los cantones de la provincia de El Oro siendo estos El Guabo, Arenillas y en Paccha parroquia del cantón Atahualpa, donde se realizó el mismo procedimiento para la obtención de las 3 muestras. Con mucho cuidado se extrae la hoja del orégano de la planta cuidando que sus hojas no se rompan. Se almacena en sacos de yute para evitar la posible contaminación de la muestra y su rápido secado, el mismo día que se recolecta la muestra se empezó la extracción de los aceites de este.

##### 2.1.2. Ubicación geográfica

Las muestras fueron extraídas de tres sectores de la provincia de el oro: El Guabo, Paccha y Arenillas y las pruebas en la Universidad Técnica de Machala en conjunto con la Universidad Técnica Particular de Loja.

#### 2.2. Materiales y métodos.

##### 2.2.1. Reactivos, materiales y equipos

Los reactivos, materiales y equipos utilizados para el desarrollo experimental se describen en la siguiente en la tabla 2:

Tabla 2 Materiales, Equipos y Reactivos

REACTIVOS	MATERIALES	EQUIPOS
Agua Destilada	Materiales de vidrio	Equipo de destilación
Sulfato de sodio Anhidro	Picnómetro	Balanza Analítica

Cromatógrafo de gases  
serie Agilent 6890

Espectrofotómetro de  
masas Agilent serie 5973  
inert

Refractómetro ABBE  
(NAR-1T).

Columna capilar no polar  
DB-5ms

---

**Fuente : Elaboración propia.**

---

## **2.2.2. Métodos**

### **2.2.2.1. Extracción de aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).**

Para obtener el AE se aplicó la técnica de destilación por arrastre de vapor en un equipo de destilación, siendo este de acero inoxidable situado en la planta piloto de la Universidad particular de Loja. El primer paso es encender el equipo y conectar el tanque con sus mangueras de entrada y salida de agua que van directamente al condensador.

Al iniciar el proceso se coloca agua potable dentro del tanque del equipo de destilación cubriendo la primera rejilla y las campanas de barboteo hasta que llegue a la señal requerida por el medidor de agua. La muestra se vierte en la segunda rejilla que se encuentra en el interior del equipo. Se ocupa aproximadamente el 75% de la capacidad interna del equipo para colocar la muestra de orégano más agua que producirá el vapor dentro del tanque de destilación. El otro 25% sirve para la recirculación del vapor de agua.

Se cierra el tanque del equipo manualmente y procede a calentarse cerca de 45

minutos. A partir de ahí comienza el proceso de destilación del orégano (*Plectranthus amboinicus*) por 2 horas aproximadamente. Durante la primera hora de extracción se logra receptar la mayor cantidad de aceite y en la hora restante finaliza el proceso de destilación. El vapor de agua arrastra las partículas de aceite del orégano y pasa por el ducto cuello del cisne que conecta al condensador del equipo que lo cambia a estado líquido donde será receptado en el florentín de vidrio.

Luego se recoge el aceite en una pipeta pasteur para sacar las partículas pequeñas de agua que no han sido retiradas. En el caso más complejo se añade sulfato de sodio anhidro de sodio que actúa como secante inerte en sustancias orgánicas. Finalmente se envasa en un vial y se lo almacena en refrigeración a una temperatura de 4 – 12 0C para conservar el aceite con todas sus condiciones.

### **2.2.3. Determinación del porcentaje de rendimiento**

Para la determinación del porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite se utilizó la siguiente ecuación.<sup>25</sup>

$$\% \text{ RAE} = \frac{\text{peso del aceite esencial(g)}}{\text{peso de muestra(g)}} * 100$$

Ecuación 1 porcentaje de rendimiento

**Donde:**

- **%RAE** = rendimiento del aceite esencial
- **P AE** = peso del aceite esencial extraído
- **P MI**= peso de la muestra inicial

### **2.2.4. Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas**

Para realizar la cromatografía se debe hacer un tratamiento el cual elimine totalmente el agua que no puede ser eliminada al realizar la recolección del aceite en los frascos color ámbar, para que estos no afecten al sistema cromatográfico, utilizando sulfato de anhidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en proporciones suficientes hasta lograr que en el aceite esté libre de agua. Dejamos reposar por 30 minutos y luego se cambia a nuevos recipientes debidamente rotulados.

#### 2.2.4.1. Preparación de la muestra.

Para preparar las muestras, se etiquetaron viales y se diluyó la muestra agregando 990 µl de diclorometano y 10 µl de aceite esencial en cada vial, esto produjo una concentración del 1% (v/v). Además, se inyectaron hidrocarburos (C10-decano a C25-pentacosano) comercialmente disponibles como TPH-6RPM de CHEM SERVICE en la columna DB-5MS, el tiempo de retención en hidrocarburos se utilizó como punto de partida para determinar los índices de retención de Kovats y lograr la identificación de los compuestos en la muestra de aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).

#### 2.2.4.2. Aplicación de cromatografía en columna DB-5MS con espectrometría de masas.

En la tabla 3 se muestran los parámetros operativos que se definieron para la cromatografía en columna DB-5MS acoplada a espectrometría de masas.

Tabla 3 Esquema de los parámetros de la columna cromatográfica.

HORNO: PARÁMETROS DE TEMPERATURA	INYECTOR	PARAMETROS EN LA COLUMNA	PARAMETROS EN EL DETECTOR
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Temperatura inicial:</b> 50 C</li><li>• <b>Tiempo inicial:</b> 3 min</li><li>• <b>Rampa:</b> 3 C/min</li><li>• <b>Temperatura final:</b> 230 C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Modo:</b> Split</li><li>• <b>Radio de partición:</b> 50:1</li><li>• <b>Temperatura inicial:</b> 250 C</li><li>• <b>Volumen de inyección:</b> 1 µl</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>DB-5MS</b></li><li>• <b>Temperatura máxima:</b> 350 C</li><li>• <b>Modo:</b> Flujo constante</li><li>• <b>Flujo inicial:</b> 0,9 µl /min</li><li>• <b>Presión inicial nominal:</b> 6,49 psi</li><li>• <b>Velocidad de promedio:</b> 35 cm/s</li><li>• <b>Presión de salida:</b> vacío</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Temperatura:</b> 250 C</li><li>• <b>Gas:</b> Nitrógeno</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.5. Determinación de los compuestos químicos contenidos en el aceite esencial a nivel cualitativo como cuantitativo.

Se utiliza un software para integrar los compuestos y obtener los cromatogramas con los picos identificados. Luego, se trabaja con estos picos para obtener el conjunto de compuestos que se deseaba identificar.

Asimismo, se efectuarán cálculos con el objetivo de establecer el índice de Kovats de los picos integrados. Para esto se compararon los tiempos de retención de los hidrocarburos (C10-C25) y los tiempos de retención de los compuestos a través de una ecuación específica.<sup>26</sup>

Ecuación 2 Índice de retención de Kovats

$$IR = 100n + 100 \left( \frac{tRX - tRn}{tRN - tRn} \right)$$

**Donde:**

**IR:** Índice de retención de Kovats;

**n:** Número de átomos de carbono en el n-alcano;

**tRX:** Tiempo de retención del compuesto analizado, que eluye en el centro de los n-alcanos;

**tRn:** Tiempo de retención n-alcano que eluye antes del compuesto analizado;

**tRN:** Tiempo de retención de n-alcano que eluye después del compuesto analizado.

Para identificar los compuestos químicos presentes en la muestra de aceite esencial, se compararon todos los índices de retención de Kovats (IR) obtenidos a partir de las aplicaciones cromatográficas en la columna DB5-MS con los índices reportados por Adams. Debido a que los valores de los índices de retención presentados no coinciden, se estableció una diferencia de hasta 20 unidades entre el valor IR calculado y el valor IR reportado para considerar que se trata del mismo compuesto.<sup>27</sup>

### 2.2.6. Determinación de la densidad por picnómetro.

Para la determinación de la densidad por picnómetro se necesita pesar con precisión el picnómetro vacío, el peso del picnómetro de la sustancia que deseamos saber su densidad y el peso del picnómetro con agua ya que conocemos su densidad.

**Donde:**

Masa del picnómetro con solución conocida: **mA**

Masa picnómetro con solución problema: **mB**

Densidad de la solución conocida: **dA**

Densidad de la solución problema: **dB**

Ecuación 3 densidad por picnómetro

$$dB = \frac{mB}{mA} \times dA$$

### 2.2.7. Índice de refracción.

El refractómetro de marca ABBE, nos ayuda a medir la viscosidad de un fluido con una densidad que conocemos. Este se determinó a una temperatura constante, tomando una temperatura de referencia a 20°C, el índice del aceite esencial se obtuvo rigiéndonos a la Norma AOAC, 921.08 (1921).

### 2.2.8. Análisis estadístico

Los datos que se obtuvieron del rendimiento y componentes principales del aceite esencial se estudiarán con el programa estadístico SPSS versión 25. Se llevó a cabo un análisis de compuestos principales (PCA), tomando los datos de los componentes principales, determinando grupos en función de la relación de su composición química.



## **2.3. Proceso de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Técnicas de procesamiento de datos**

El realizar la técnica de estadística descriptiva es esencial en esta investigación, ya que ayudará a recolectar, almacenar, ordenar y realizar tablas o gráficos con los datos que se puedan obtener.

Gracias a esto se podrá realizar la comparación de resultados obtenidos del aceite esencial de cada una de las tres muestras y seguidamente contrastarlos con los estudios de diferentes autores. Los compuestos principales obtenidos de las muestras de aceite esencial se analizarán bajo el programa estadístico SPSS versión 25, el cual realizará un análisis de los componentes principales (PCA).

### **2.3.2. Análisis de Datos**

Statgraphics es un programa de software creado para simplificar la evaluación estadística de datos. Con su uso, es factible efectuar un análisis descriptivo sobre una o múltiples variables, mediante la utilización de representaciones gráficas que ilustren su distribución o mediante el cálculo de medidas características. Con la ayuda de esta herramienta de análisis estadístico, fue posible calcular el análisis de varianza (ANOVA) de cada muestra replicadas en el índice de refracción y la densidad.

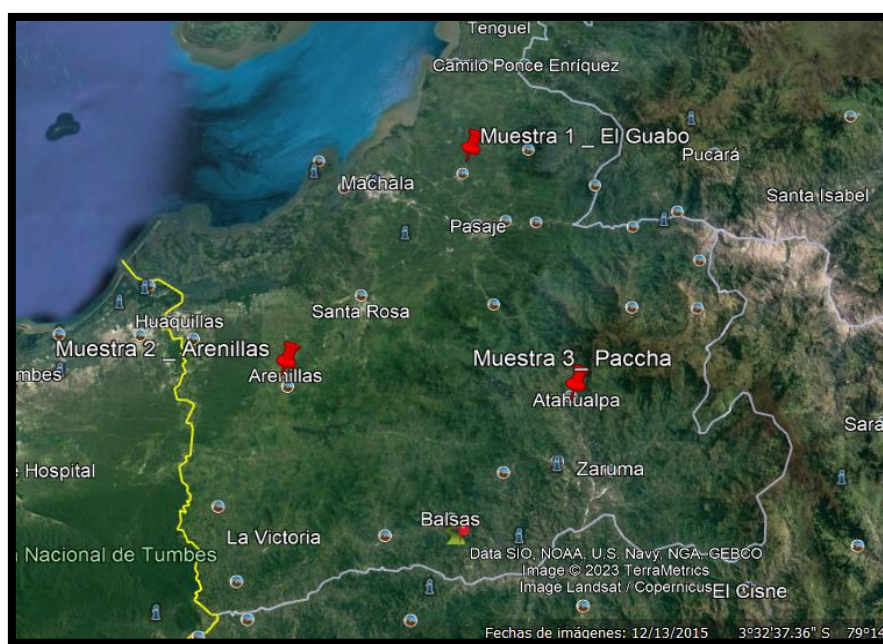
## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Recolección de muestras.

Se recolectaron muestras de la misma especie, *Plectranthus amboinicus*, en tres cantones de la provincia de El Oro como podemos observar en el grafico 7. La primera muestra fue obtenida el 4 de junio 2022 en el cantón El Guabo, logrando recolectar 7.400 gramos de planta de orégano. La segunda muestra fue obtenida el 11 de junio 2022 en el cantón Arenillas, con una recolección de 8.300 gramos de planta de orégano. Finalmente, en Paccha parroquia del cantón Atahualpa en la muestra fue obtenida el 18 de junio 2022 logrando recolectar 6.850 gramos de muestra de planta de orégano en época de verano.

Gráfico 5 Ubicación geográfica de los puntos de recolección en 3 cantones de la provincia el Oro.



**Fuente: Tomado de Google Earth.**

Tabla 4 Coordenadas UTM WGS84

CANTONES	PARROQUIAS	Zona	Coordenada Este	Coordenada Norte
EL GUABO	EL GUABO	17 M	630215.84 m E	9643284.23 m S
ARENILLAS	ARENILLAS	17 M	603985.00 m E	9607224.00 m S
ATAHUALPA	PACCHA	17 M	648011.84 m E	9603311.88 m S

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2. Extracción del aceite esencial de "*Plectranthus amboinicus*".

Se detallan los pesajes de la muestra y de los aceites obtenidos. Se obtuvieron los siguientes datos propuestos en la tabla 5.

Tabla 5 Datos de la muestra de aceites esenciales de los 3 sectores

DATOS		PESO MUESTRA (G)	PESO ENVASE (G)	PESO ENVASE + ACEITE (G)	PESO ACEITE (G)
ACEITE GUABO	DE	7400	9,47	13,11	3,64
ACEITE ARENILLAS	DE	8300	9,47	11,34	1,87
ACEITE PACCHA	DE	6850	3,97	6,47	2,5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el Cantón Arenillas se recolectó la mayor cantidad de muestra de orégano, sin embargo, después de la destilación por arrastre de vapor, se obtuvo la cantidad mínima de aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) debido a las condiciones extremadamente secas y calurosas de su clima.

### 3.2.1. Propiedades físicas

Se realizaron las siguientes pruebas físicas del aceite esencial: densidad, rendimiento e índice de refracción. Además, dentro de las propiedades físicas que presentó una de las muestras fueron el color ligeramente verdoso y un olor suave poco característico del orégano (*Plectranthus amboinicus*).

### 3.2.2. Determinación del porcentaje de rendimiento del Aceite esencial

La tabla 6 describe los datos del rendimiento del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) en sus tres diferentes cantones.

Tabla 6 Datos del rendimiento de la muestra

Datos	Peso muestra (g)	Peso aceite (g)	Rendimiento %	$\bar{x}$
ACEITE DE GUABO	7400	3,64	0,04918%	
ACEITE DE ARENILLAS	8300	1,87	0,02253%	0,03606%
ACEITE DE PACCHA	6850	2,5	0,03649%	
<b>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA</b>				

$\bar{x}$ : Media aritmética correspondiente a las 3 muestras destiladas.

Según diferentes estudios realizados por Fernando Valencia (2021), Abalco Carolina (2020) y QF Glicerio León (2018), el rendimiento en la obtención de aceites esenciales varía significativamente en función de diferentes factores. Valencia (2021) reportó un rango de rendimiento de 0,0148% a 2%, mientras que Abalco

Carolina (2020) encontró que el rango de rendimiento está entre 0,01% y 2%. Por otro lado, QF Glicerio León (2018) reportó rendimientos que oscilan entre 0,002% y 0,05%. Al observar y comparar nuestras muestras no presenta una diferencia que sobrepase los rangos bibliográficos. Donde se ha obtenido un rendimiento con un rango de 0,0253% a 0,04918%, lo cual se encuentra dentro de las referencias bibliográficas reportados en la literatura científica.

La calidad y cantidad de los AE obtenidos puede variar significativamente debido a diferentes factores que influyen en su rendimiento. Entre estos se incluyen el origen de la planta, la especie y el método utilizado en la extracción, el tipo de zona climática y cultivo, como la temperatura, la fertilización y el tipo de suelo, y el método de extracción utilizado para obtener los aceites esenciales.<sup>24</sup>

### 3.2.3. Densidad Relativa

A continuación, en la Tabla 7 se presentan valores de la densidad del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).

Tabla 7 Valores de la densidad de aceite esencial de orégano.

MUESTRA DESTILADA	DENSIDAD (g/ml)			$\bar{x}$
	D1	D2	D3	
ACEITE DE GUABO	0,91	0,92	0,91	
ACEITE DE ARENILLAS	0,94	0,91	0,923	0,9181
ACEITE DE PACCHA	0,91	0,92	0,92	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$\bar{x}$ : Media aritmética correspondiente a las 3 muestras destiladas.

Con el Análisis estadístico la razón-F es un índice numérico que verifica la variación entre grupos con la variación dentro de los grupos. En este caso, su valor es

0,977247, indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la densidad media entre diferentes niveles de ubicación con un nivel de confianza del 95,0%. Esto se debe a que el valor-P (0,4292) asociado con la razón-F es mayor o igual a 0,05.

De acuerdo con los estudios realizados por Fernando Valencia (2021), se reportó una densidad de 0,942 (g/ml) en el aceite esencial de orégano. Por su parte, Mera Mendoza (2020) también realizó un reporte de densidad, obteniendo un valor de 0,92324 (g/ml). Tatiana Albalco (2020), por otro lado, menciona que la densidad del aceite se mantiene en un rango de 0,8844 a 0,9094 (g/ml). QF Glicerio León (2018), por su parte, obtuvo una densidad de 0,9471 (g/ml), mientras que Lena Asunción (2017) reportó una densidad de 0,9132 (g/ml). Tomando en cuenta esta recopilación de datos bibliográficos, podemos afirmar que la densidad del aceite esencial de orégano se encuentra dentro de los estándares científicos, con un rango de 0,91 a 0,94 (g/ml).

### 3.2.4. Índice de Refracción

Los índices de refracción de cada cantón son expuestos a continuación en la tabla 8.

Tabla 8 Valores de índice de refracción del aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*).

MUESTRA DESTILADA	INDICE DE REFRACCION (IR)			$\bar{x}$
	D1	D2	D3	
ACEITE DE GUABO	1,4935	1,4891	1,4922	
ACEITE DE ARENILLAS	1,479	1,482	1,4875	1,4880
ACEITE DE PACCHA	1,4896	1,4912	1,488	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$\bar{x}$ : Media aritmética correspondiente a las 3 muestras destiladas.

Mediante los resultados del análisis estadístico la razón-F, que en este caso es igual a 7,23578, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro-de-grupos. Obteniendo el valor-P (0,0252) de la prueba-F el cual es menor que 0,05, podemos decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de IR entre un nivel de ubicación y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Los estudios realizados por diferentes autores han reportado diversos valores para el índice de refracción del AE. Según Fernando Valencia (2021), se reportó un índice de refracción de 1,467, mientras que Mera Mendoza (2020) obtuvo un valor de 1,4777. Por su parte, Tatiana Albalco (2020) menciona que el promedio del índice de refracción del aceite se mantiene en un rango de 1,4721 a 1,4893. QF Glicerio León (2018) obtuvo un índice de refracción de 1,4753, mientras que Lena Asunción (2017) reportó un valor de 1,475. A pesar de las diferentes mediciones reportadas, podemos afirmar que el índice de refracción del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) se encuentra dentro de los estándares científicos, con un rango de 1,479 a 1,4935.

### **3.3. Composición química del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).**

#### **3.3.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*).**

La tabla 9 conforma los grupos funcionales que obtuvimos de las muestras de aceite de orégano.

Tabla 9 Clasificación de los compuestos químicos del aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*).

---

PLANTA DE ORÈGANO

---

Nombre	Grupo Funcional
Nonane <n->	<i>Alcano</i>
Mentha-2,8-diene <cis-meta->	<i>Alcohol terpenico</i>
Hexadienol <(2E,4E)->	<i>Fenol</i>
<i>Menthol &lt;iso-&gt;</i>	<i>Alcohol terpenico</i>
Cymene <o->	
Cymene <o->	
Fenchene < $\alpha$ ->	
Limonene	
Myrcne	<i>Monoterpeno</i>
Nepetalactone <4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ ->	
Ociene <(E)- $\beta$ ->	
Ocimene <(Z)- $\beta$ ->	
Pinene < $\alpha$ ->	

---



---

**Pinene <β->**

**Terpinene <α->**

**Terpinene <α->**

**Terpinene <γ->**

**Carene <δ-3->**

**Phellandrene <α->**

*Monoterpeno bicíclico*

**Phellandrene <β->**

**Carvacrol**

*Monoterpeno fenol*

**Guaiacol <p-vinyl->**

**Linalool**

**Sabinene hydrate**  
**<trans-> (IPP vs. OH)**

*Monoterpenoide de p-mentano*

**Atlantone <(Z)-α->**

**Cubebene <β->**

**Cubebene <β->**

*Sesquiterpenoides*

**Germacrene D-4-ol**

**Guaiol acetate**

---

---

**Isolongifolanone <cis->**

**Ylangene <α->**

**Ylangene <α->**

**Acoradiene <10-epi-β->**

**Amorpha-4,7(11)-diene  
<2-α-hydroxy->**

**Amorphene <γ->**

**Bicyclogermacrene**

**Cadin-4-en-7-ol <cis->**

**Cedren-13-ol <8->**

**Copaene<β->**

*Sesquiterpeno*

**Curcumene <β->**

**Germacrene D**

**Humulene <α->**

**Nerolidol <(E)->**

**Selin-11-en-4-α-ol**

**Selinene <β->**

**Zingiberene <α->**

**Bisabolol <α->**

**Cadinol <α->**

**Globulol**

*Sesquiterpeno de alcohol*

**Muurolene <α->**

**Shyobunol**

**Valerianol**

**Caryophyllene <(E)->**

*Sesquiterpeno bicíclico*

**Caryophyllene <14-  
hydroxy-4,5-dihydro->**

**Caryophyllene oxide**

**Cadinene <δ->**

*Sesquiterpenos cadineno*

**Cadinene <δ->**

**Elemene <β->**

*Sesquiterpeno tricíclico*

**Longifolene**

**Spathulenol**

---

Fuente: Elaboración Propia

---

La tabla 9 detalla los grupos funcionales de cada compuesto que contiene el aceite esencial teniendo en su mayoría *monoterpenos* y *sesquiterpenos*.

Según (Albaco 2019) dice que sus grupos funcionales mayoritarios presentes en sus aceites en esenciales de Imbabura y Pichincha son los *monoterpenos* y los *Sesquiterpenos*.<sup>28</sup>

### 3.3.2. Composición química los aceites esenciales de orégano (*Plectranthus amboinicus*) de los sectores de estudio

La composición química de la muestra del aceite esencial del cantón el guabo con tiempo de retención y área relativa se describe en la tabla 10.

#### CANTÓN EL GUABO

Tabla 10 Composición química del aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*), muestra recolectada en el cantón El Guabo.

COMPUESTOS	TIEMPO DE RETENCION (MIN)	AREA RELATIVA (%)	ÍNDICE DE RETENCION CALCULAD O	ÍNDICE DE RETENCION REPORTAD O
THUJENE <A->	8,78	0,27	926	924
PINENE <A->	9,17	0,20	934	932
DECENE <1->	11,81	0,45	986	986
TERPINENE <A->	13,79	3,00	1020	1014
TERPINENE <A->	13,81	10,85	1021	0
CYMENE <O->	14,40	5,72	1030	1022
PELLANDRENE <B->	14,72	0,31	1035	1025

<b>OCIMENE &lt;(Z)-B-&gt;</b>	14,95	0,26	1038	1032
<b>OCIMENE &lt;(E)-B-&gt;</b>	15,64	5,88	1049	1044
<b>TERPINENE &lt;Γ-&gt;</b>	16,40	13,46	1062	1054
<b>SABINENE HYDRATE &lt;TRANS-&gt; (IPP VS. OH)</b>	19,29	1,23	1107	1098
<b>MENTHOL &lt;ISO-&gt;</b>	24,87	0,21	1189	1179
<b>GUAIACOL &lt;P-VINYL-&gt;</b>	32,36	5,97	1315	1309
<b>YLANGENE &lt;A-&gt;</b>	35,65	3,36	1380	1373
<b>CUBEBENE &lt;B-&gt;</b>	36,26	0,32	1391	1387
<b>ELEMENE &lt;B-&gt;</b>	36,34	0,60	1393	1389
<b>LONGIFOLENE</b>	37,15	0,43	1410	1407
<b>CARYOPHYLLENE &lt;(E)- &gt;</b>	37,82	4,45	1425	1417
<b>COPAENE&lt;B-&gt;</b>	38,30	0,21	1436	1430
<b>HUMULENE &lt;A-&gt;</b>	39,52	4,65	1463	1452
<b>ACORADIENE &lt;10-EPI- B-&gt;</b>	40,42	1,47	1483	1474

<b>GERMACRENE D</b>	40,65	14,59	1488	1480
<b>SELINENE &lt;B-&gt;</b>	41,06	0,20	1497	1489
<b>ZINGIBERENE &lt;A-&gt;</b>	41,20	0,84	1500	1493
<b>BICYCLOGERMACRENE</b>	41,33	4,51	1504	1500
<b>MUUROLENE &lt;A-&gt;</b>	41,44	0,28	1506	1500
<b>CURCUMENE &lt;B-&gt;</b>	41,82	0,59	1516	1514
<b>NOT IDENTIFIED</b>	42,07	0,23	1523	0
<b>CADINENE &lt;Δ-&gt;</b>	42,25	3,34	1528	1522
<b>NEROLIDOL &lt;(E)-&gt;</b>	43,88	1,83	1570	1561
<b>GERMACRENE D-4-OL</b>	44,60	1,56	1589	1574
<b>SPATHULENOL</b>	44,69	0,01	1591	1577
<b>GLOBULOL</b>	44,97	0,22	1599	1590
<b>CADINOL &lt;A-&gt;</b>	46,78	0,37	1658	1652
<b>VALERIANOL</b>	46,86	0,67	1661	1656
<b>SELIN-11-EN-4-A-OL</b>	47,22	1,35	1673	1658

CEDREN-13-OL <8->	48,00	0,40	1699	1688
CARYOPHYLLENE <14-HYDROXY-4,5-DIHYDRO->	48,43	4,65	1715	1706
ATLANTONE <(Z)-A->	48,87	0,68	1732	1717
AMORPHA-4,7(11)-DIENE <2-A-HYDROXY->	50,27	0,37	1786	1775

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Obteniendo los resultados del aceite esencial de la muestra del cantón El Guabo, ubicados en la Tabla 10 podemos distinguir 40 compuestos diferentes, de los cuales se escogieron 6 compuestos con la mayor área relativa siendo: Terpinene < $\alpha$ ->, Caryophyllene <(E)->, Cymene, Guaiacol, Terpinene < $\gamma$ -> Germacrene D, con el 3% - 4,45% - 5,72% - 5,97% - 13,46% - 14,59% respectivamente.

A continuación, se muestra composición química del aceite esencial del cantón arenillas con tiempo de retención y área relativa se describe en la tabla 10

### **CANTÓN ARENILLAS**

Tabla 11 Composición química del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*), muestra recolectada en el cantón Arenillas.

COMPOSICIÓN	TIEMPO DE RETENCION (MIN)	AREA RELATIVA (%)	ÍNDICE DE RETENCION CALCULADO	ÍNDICE DE RETENCION REPORTADO
THUJENE <A->	8,752	0,24	925	924
MYRCENE	12,071	0,70	991	988

<b>CARENE &lt;Δ-3-&gt;</b>	13,153	0,29	1010	1008
<b>TERPINENE &lt;A-&gt;</b>	13,789	6,79	1020	1014
<b>CYMENE &lt;O-&gt;</b>	14,323	1,65	1029	1022
<b>CYMENE &lt;O-&gt;</b>	14,377	6,52	1029	1022
<b>LIMONENE</b>	14,540	0,28	1032	1029
<b>PELLANDRENE &lt;B-&gt;</b>	14,680	0,35	1034	1025
<b>OCIMENE &lt;(Z)-B-&gt;</b>	14,918	0,24	1038	1032
<b>OCIMENE &lt;(E)-B-&gt;</b>	15,595	3,99	1049	1044
<b>TERPINENE &lt;Γ-&gt;</b>	16,370	15,52	1061	1054
<b>SABINENE HYDRATE &lt;TRANS-&gt; (IPP VS. OH)</b>	19,241	0,36	1106	1098
<b>GUAIACOL &lt;P-VINYL-&gt;</b>	32,304	9,13	1314	1309
<b>YLANGENE &lt;A-&gt;</b>	35,644	4,46	1379	1373
<b>NEPETALACTONE &lt;4AA,7A,7AB-&gt;</b>	36,025	0,24	1387	1386
<b>CUBEBENE &lt;B-&gt;</b>	36,232	0,30	1391	1387
<b>ELEMENE &lt;B-&gt;</b>	36,324	0,45	1393	1389



<b>LONGIFOLENE</b>	37,140	0,42	1410	1407
<b>CARYOPHYLLENE &lt;(E)-&gt;</b>	37,827	6,72	1425	1417
<b>COPAENE&lt;B-&gt;</b>	38,341	3,20	1437	1430
<b>HUMULENE &lt;A-&gt;</b>	39,514	5,08	1463	1452
<b>ACORADIENE &lt;10-EPI-B-&gt;</b>	40,382	0,15	1482	1474
<b>GERMACRENE D</b>	40,630	12,85	1488	1480
<b>SELINENE &lt;B-&gt;</b>	41,041	0,22	1497	1489
<b>ZINGIBERENE &lt;A-&gt;</b>	41,157	0,18	1499	1493
<b>BICYCLOGERMACRENE</b>	41,303	1,31	1503	1500
<b>MUUROLENE &lt;A-&gt;</b>	41,409	0,47	1506	1500
<b>NOT IDENTIFIED</b>	42,062	0,29	1523	
<b>CADINENE &lt;Δ-&gt;</b>	42,256	5,31	1528	1522
<b>NOT IDENTIFIED</b>	42,443	0,16	1533	
<b>NEROLIDOL &lt;(Z)-&gt;</b>	42,552	0,17	1536	1531
<b>GERMACRENE D-4-OL</b>	44,585	1,09	1589	1574

<b>CARYOPHYLLENE OXIDE</b>	44,834	0,58	1595	1582
<b>ISOLONGIFOLANONE &lt;CIS-&gt;</b>	45,592	0,14	1619	1612
<b>CADIN-4-EN-7-OL &lt;CIS- &gt;</b>	46,303	0,19	1643	1435
<b>CADINOL &lt;A-&gt;</b>	46,772	0,23	1658	1652
<b>VALERIANOL</b>	46,861	1,44	1661	1656
<b>SELIN-11-EN-4-A-OL</b>	47,225	2,89	1673	1658
<b>CEDREN-13-OL &lt;8-&gt;</b>	47,993	0,39	1698	1688
<b>CARYOPHYLLENE &lt;14- HYDROXY-4,5- DIHYDRO-&gt;</b>	48,418	3,52	1715	1706
<b>ATLANTONE &lt;(Z)-A-&gt;</b>	48,864	0,76	1732	1717
<b>AMORPHA-4,7(11)- DIENE &lt;2-A-HYDROXY-&gt;</b>	50,262	0,71	1786	1775

---

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

---

Los resultados del aceite esencial de la muestra del cantón Arenillas, ubicados en la Tabla 11 arrojaron 42 compuestos diferentes, de los cuales se escogieron 6 compuestos con la mayor densidad relativa siendo: Cymene <o->, Caryophyllene <(E)->, Terpinene < $\alpha$ ->, Guaiacol < $\rho$ -vinyl->, Germacrene D, Terpinene < $\gamma$ ->, con el 1,65% - 6,72% - 6,79% – 9,13% – 12,85% – 15,52% respectivamente.

Por último, la composición química de la muestra del aceite esencial en Paccha, con tiempo de retención y área relativa se describe en la tabla 11

### **PACCHA**

Tabla 12 Composición química del aceite esencial de *orégano* (*Plectranthus amboinicus*), muestra recolectada en Paccha.

<b>NOMBRE</b>	<b>TIEMPO DE RETENCION (MIN)</b>	<b>AREA RELATIVA (%)</b>	<b>ÍNDICE DE RETENCION CALCULAD O</b>	<b>ÍNDICE DE RETENCION REPORTAD O</b>
<b>NONANE &lt;N-&gt;</b>	8,71	9,95	901	900
<b>HEXADIENOL &lt;(2E,4E)-&gt;</b>	9,13	0,06	911	912
<b>PINENE &lt;A-&gt;</b>	9,91	0,46	928	932
<b>FENCHENE &lt;A-&gt;</b>	10,26	0,29	936	945
<b>PINENE &lt;B-&gt;</b>	12,07	0,21	977	974
<b>MENTHA-2,8- DIENE &lt;CIS- META-&gt;</b>	12,32	0,06	983	983
<b>MYRCENE</b>	12,79	0,14	994	988
<b>PELLANDRENE &lt;A-&gt;</b>	13,66	0,52	1012	1002
<b>TERPINENE &lt;A-&gt;</b>	14,19	16,16	1023	1014
<b>CYMENE &lt;O-&gt;</b>	14,63	7,59	1032	1022

LIMONENE	14,77	0,37	1035	1024
PELLANDRENE <B->	14,89	0,62	1038	1025
OCIMENE <(Z)-B->	15,04	0,29	1041	1032
OCIMENE <(E)-B->	15,56	3,62	1052	1044
TERPINENE <Γ->	16,21	20,55	1065	1054
LINALOOL	18,29	0,53	1108	1095
CARVACROL	28,03	3,23	1315	1299
YLANGENE <A->	30,99	4,00	1382	1373
NEPETALACTONE <4AA,7A,7AB->	31,35	0,16	1391	1386
CUBEBENE <B->	31,51	0,24	1394	1387
CUBEBENE <B->	31,55	0,17	1395	1387
LONGIFOLENE	32,35	0,37	1414	1407
CARYOPHYLLEN E <(E)->	32,95	3,78	1428	1417
HUMULENE <A->	34,50	3,45	1465	1452

<b>GERMACRENE D</b>	35,59	10,56	1491	1480
<b>SELINENE &lt;B-&gt;</b>	35,94	0,17	1500	1489
<b>AMORPHENE &lt;Γ-&gt;</b>	36,19	1,19	1506	1495
<b>CADINENE &lt;Γ-&gt;</b>	36,90	0,25	1524	1513
<b>CADINENE &lt;Δ-&gt;</b>	37,05	3,83	1528	1522
<b>GERMACRENE D-4-OL</b>	39,52	0,54	1590	1574
<b>SPATHULENOL</b>	39,61	0,16	1592	1577
<b>MUUROLOL &lt;A-&gt;</b>	42,09	0,24	1658	1640
<b>CADINOL &lt;A-&gt;</b>	42,19	0,64	1661	1652
<b>NO IDENTIFICADO</b>	42,28	0,17	1663	
<b>VALERIANOL</b>	42,64	1,84	1673	1656
<b>BISABOLOL &lt;A-&gt;</b>	43,63	0,20	1699	1685
<b>SHYOBUNOL</b>	44,15	2,38	1714	1688
<b>GUAIOL ACETATE</b>	44,77	0,47	1731	1725

AMORPHA-				
4,7(11)-DIENE <2-	46,74	0,53	1787	
A-HYDROXY->				1775

---

FUENTE: ELABORACION PROPIA

---

Analizados los resultados obtenidos del aceite esencial de la muestra del cantón Arenillas, ubicados en la tabla 12 podemos distinguir 39 compuestos diferentes, de los cuales se escogieron 6 compuestos con la mayor densidad relativa siendo: Caryophyllene <(E)->, Cymene <o->, Nonane <n->, Germacrene D, Terpinene <α->, Terpinene <γ->, con el 3,78% - 7,59% - 9,95% - 10,56% – 16,16% – 20,55% respectivamente.

### 3.3.3. Análisis de componentes principales mediante programa estadístico SPSS

Utilizando el análisis de componentes principales (ACP), se ha podido identificar la correlación entre los principales compuestos y la concentración de cada muestra del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*) cultivado en distintas zonas geográficas de la provincia de El Oro. Los resultados de este análisis multivariado se muestran en el gráfico 8.

El gráfico de componentes en espacio rotado muestra la similitud de los metabolitos presentes en la composición química del aceite esencial de tres muestras de orégano (*Plectranthus amboinicus*) provenientes de tres cantones de la Provincia de El Oro, indicando la distancia entre ellas.

Se puede observar que la muestra de Paccha presenta una mayor diferencia en comparación con las muestras del Cantón Guabo y Arenillas, las cuales no presentan una dispersión significativa entre sí. Sin embargo, se ha confirmado que existe una leve diferencia en los porcentajes de metabolitos presentes en cada muestra, lo cual se detalla numéricamente en la tabla 12.

Gráfico 6 Análisis de componentes principales (PCA) que involucra las composiciones relativas (%) de los aceites esenciales de orégano por cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) de diferentes regiones de la provincia de El Oro.



**Fuente: Elaboración propia.**

Para verificar la viabilidad del PCA, se utilizó el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett. El cálculo del índice KMO dio como resultado un valor de 0,699 y la prueba de Bartlett ha obtenido una  $p < 0,001$ , lo que significa que la prueba es significativa, observando así sus resultados en la tabla 12.

Tabla 13 Índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,699
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	51,694
	gl	3
	Sig.	,000

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

Por lo tanto, los resultados indican que, de los 63 compuestos químicos identificados en el aceite, solo 7 metabolitos hay comunes entre las muestras.

### 3.3.4. Compuestos mayoritarios del aceite esencia de orégano de los tres cantones de la provincia de El Oro

En la tabla 14 se detalla los metabolitos mayoritarios de cada cantón.

Tabla 14 Comparación de los metabolitos mayoritarios en los tres distintos sectores de la provincia de El Oro.

AREA RELATIVA (%)							
CIUDADES	Non ane <n->	Terpi nene < $\alpha$ ->	Terpine ne < $\gamma$ ->	Cym ene <o->	Guaia col <p- vinyl- >	Caryo phylle ne <(E)->	Germ acren e D
GUABO	0	3,00	13,46	5,72	5,97	4,45	14,59
ARENILLAS	0	6,79	15,52	1,65	9,13	6,72	12,85
PACCHA	9,95	16,16	20,55	7,59	0	3,78	10,56

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La tabla 14 muestra los metabolitos mayoritarios en los tres diferentes sectores de la provincia de El Oro, basándose en el porcentaje de área relativa donde el *Terpinene* < $\gamma$ -> es el compuesto mayoritario seguido por el *Dermacrene D*, *Terpinene* < $\alpha$ ->, *Caryophyllene* <(E)->, *Cymene* <o->, *Guaiacol* <p-vinyl-> y *Nonane* <n->

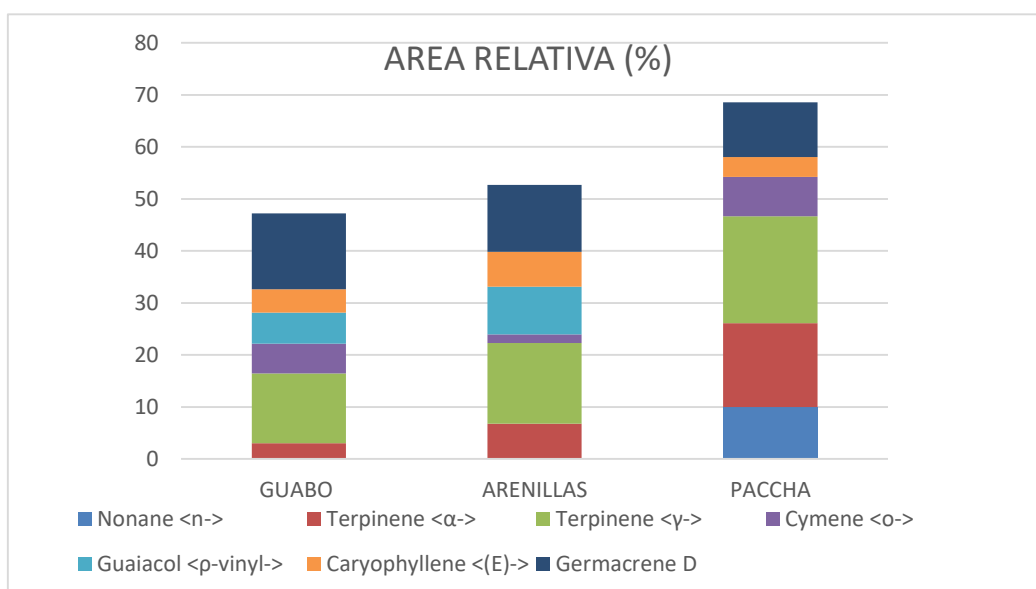


Según (Albalco ,2020) los compuestos mayoritarios presentes en dos provincias del Ecuador, Imbabura y Pichincha son:  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno.<sup>28</sup>

Del mismo modo que indica (Acevedo, et al 2018), el análisis de GC-MS llevado a cabo en el aceite esencial de orégano extraído revela la presencia de los principales componentes químicos, entre los cuales el Timol es el más abundante, seguido por el p-Cimeno y el  $\gamma$ -Terpineno. Este estudio se llevó a cabo en un municipio ubicado en el Departamento de Sucre, Colombia.<sup>29</sup>

(León, et al 2018), obtuvo datos de sus compuestos mayoritarios siendo el *Carvacrol* su componente mayoritario seguido del *Timol*,  $\gamma$ -Terpineno. en la zona norte del departamento de Bolívar, Colombia.<sup>30</sup>

Gráfico 7 Compuestos mayoritarios en la columna BD-5MS de las tres muestras provenientes de los cantones de: El Guabo, Arenillas y Paccha.



**Fuente: Elaboración propia.**

El gráfico 9 muestra los compuestos mayoritarios del aceite esencial, y cuál predomina en cada cantón, los cuales se distinguen por colores siendo el compuesto mayoritario en los 3 cantones el *Terpinene <γ->*.

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- La extracción mediante destilación por arrastre de vapor es un método eficiente para obtener aceites esenciales a partir de plantas. En este estudio, se utilizó este método para extraer aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*) de tres muestras recolectadas en los cantones de El Guabo, Arenillas y Paccha. Los rendimientos de extracción fueron del 0,04918%, 0,02253% y 0,03649% respectivamente, y se obtuvieron 3.64 ml, 1,87 ml y 2,5 ml de aceite esencial de cada muestra. El análisis estadístico realizado manifiesta que no existe una diferencia estadísticamente significativa en las 3 muestras analizadas. Además, el análisis físico-químico del aceite esencial obtenido mostró una densidad relativa promedio de 0,9181 g/ml. Según los resultados del análisis estadístico, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las tres muestras en estudio con un índice de refracción promedio de 1,4880, la comparación entre grupos nos muestra una semejanza entre las muestras de un aceite esencial de buena calidad y pureza según reportes en la bibliografía científica.
- Se realizó un análisis mediante la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, para identificar compuestos en las tres muestras de aceite esencial de orégano (*Plectranthus Amboinicus*). En total se identificaron 63 compuestos con diversos grupos funcionales, tales como Alcano, Alcohol terpénico, Fenol, Monoterpeno, Monoterpeno Bicíclico, Monoterpeno fenol, Monoterpenoide de p-mentano, Sesquiterpenoides, Sesquiterpeno, Sesquiterpeno de alcohol, Sesquiterpeno bicíclico, Sesquiterpenos cadineno y Sesquiterpeno tricíclico, haciendo uso de PCA las muestras no presentan una diferencia considerable entre sí, resaltando la de Paccha la cual manifiesta una mayor diferencia con respecto a las otras dos muestras.
- En la composición química de los aceites esenciales analizada en cada localidad se identificaron siete compuestos químicos abundantes y comunes: Terpinene <γ->, Dermacrene D, Terpinene <α->, Caryophyllene <(E)->, Cymene <o->, Guaiacol <p-vinyl-> y Nonane <n->. Entre ellos, se destaca el Terpinene <γ-> como el más abundante en El Guabo (13,46%), Arenillas (15,52%) y Paccha (20,55%), con la

mayor Área Relativa en este último cantón. El compuesto Germacrene D también es destacable en El Guabo (14,59%), Arenillas (12,85%) y Paccha (10,56%), siendo El Guabo el cantón con mayor Área Relativa. Otro compuesto destacado es el Terpinene < $\alpha$ -> en El Guabo (3,00%), Arenillas (,79%) y Paccha (16,16%), con mayor Área Relativa en este último cantón. Además, el Caryophyllene <(E)-> tiene una alta concentración en Arenillas (6,72%), pero en El Guabo (4,45%) y Paccha (3,78%) tiene una menor presencia. Por último, el Cymene <o-> se encuentra en mayor cantidad en Paccha (7,59%), mientras que en El Guabo (5,72%) y Arenillas (1,65%) tiene una menor presencia en el área relativa. Es importante destacar que la muestra de Paccha posee la mayor concentración de todos los compuestos predominantes, lo que podría deberse a las condiciones climáticas, la fertilización y el tipo de suelo en esa localidad.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar la investigación variando el método de extracción por comprobar los rendimientos y establecer un método adecuado.
- Al momento de recolectar la muestra debemos tener en cuenta que se encuentre en un mismo estadio.
- Realizar la investigación en temporada de lluvia ya que esta investigación se la realizó en temporada seca para establecer las variaciones que pueden existir.

## BIBLIOGRAFÍAS

- (1) Mercanoglu Taban, B.; Stavropoulou, E.; Kretli Winkelströter, L.; Bezirtzoglou, E. Value-Added Effects Of Using Aromatic Plants In Foods And Human Therapy. *Food Science And Technology* **2021**, *42*. <https://doi.org/10.1590/fst.43121>.
- (2) Stonis, J. R.; Diškus, A.; Fernández-Alonso, J. L.; Remeikis, A.; Solis, M. A. New Leaf-Mining Nepticulidae (Lepidoptera): Potential Pests Of Aromatic Lamiaceae Plants From Equatorial Andes. *Zootaxa* **2021**, *4926* (3), 363–383. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4926.3.3>.
- (3) Fitsiou, E.; Pappa, A. Anticancer Activity Of Essential Oils And Other Extracts From Aromatic Plants Grown In Greece. *Antioxidants* **2019**, *Vol. 8*, Page 290 **2019**, *8* (8), 290. <https://doi.org/10.3390/antiox8080290>.
- (4) Raúl Quiroz Martínez, B. C. T. C. G. V. A. M. P. C. T. Modelado Matemático Del Secado De Hojas De Orégano (*Plectranthus Amboinicus*) Utilizando Tecnologías Directas E Indirectas. *Ingeniería* **2019**, *23* (3).
- (5) Dutra Da Silva, B.; Bernardes, P. C.; Pinheiro, P. F.; Di Giorgio Giannotti, J.; Roberto, C. D. *Plectranthus Amboinicus* (Lour.) Spreng. Essential Oil As A Natural Alternative For The Conservation Of Beef Patties Stored Under Refrigeration. *Food Biosci* **2022**, *49*, 101896. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101896>.
- (6) Christaki, S.; Moschakis, T.; Hatzikamari, M.; Mourtzinou, I. Nanoemulsions Of Oregano Essential Oil And Green Extracts: Characterization And Application In Whey Cheese. *Food Control* **2022**, *141*, 109190. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109190>.
- (7) Pouët, C.; Deletre, E.; Rhino, B. Repellency Of Wild Oregano Plant Volatiles, *Plectranthus Amboinicus*, And Their Essential Oils To The Silverleaf Whitefly, *Bemisia Tabaci*, On Tomato. *Neotrop Entomol* **2022**, *51* (1), 133–142. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00921-y>.
- (8) Akinbo, D. B.; Onyeaghalala, A. A.; Emomidue, J. O.; Ogbhemhe, S. O.; Okpoli, H. C. Phytochemical And Anti-Inflammatory Activities Of Aqueous Leaf Extract Of Indian Borage (*Oregano*) On Rats Induced With Inflammation. *Cancer Biomarkers* **2018**, *22* (2), 257–265. <https://doi.org/10.3233/cbm-170893>.
- (9) Rice, L. J.; Brits, G. J.; Potgieter, C. J.; Van Staden, J. *Plectranthus*: A Plant For The Future? *South African Journal Of Botany* **2018**, *77* (4), 947–959. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.07.001>.
- (10) Acosta-Martínez, D. R.; Morales-Zamora, M.; Villanueva-Ramos, G. Obtaining

Fluid Extract Of *Plectranthus Amboinicus* Using The Method Of Mechanical Agitation | Obtención De Extracto Fluido De *Plectranthus Amboinicus* (Orégano), Utilizando El Método De Agitación Mecánica. *Afinidad* **2021**, 78 (592), 41–47.

- (11) León-Méndez, G.; Pájaro-Castro, N.; Pájaro-Castro, E.; Torrenegra-Alarcon, M.; Herrera-Barros, A.; León-Méndez, G.; Pájaro-Castro, N.; Pájaro-Castro, E.; Torrenegra-Alarcon, M.; Herrera-Barros, A. Essential Oils As A Source Of Bioactive Molecules. *Revista Colombiana De Ciencias Químico - Farmacéuticas* **2019**, 48 (1), 80–93. <https://doi.org/10.15446/Rcciquifa.V48n1.80067>.
- (12) Masyita, A.; Mustika Sari, R.; Dwi Astuti, A.; Yasir, B.; Rahma Rumata, N.; Emran, T. Bin; Nainu, F.; Simal-Gandara, J. Terpenes And Terpenoids As Main Bioactive Compounds Of Essential Oils, Their Roles In Human Health And Potential Application As Natural Food Preservatives. *Food Chem X* **2022**, 13, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>.
- (13) Gonçalves, T. B.; Braga, M. A.; De Oliveira, F. F. M.; Santiago, G. M. P.; Carvalho, C. B. M.; Cabral, P. B. E.; Santiago, T. D. M.; Sousa, J. S.; Barros, E. B.; Nascimento, R. F. Do; Nagao-Dias, A. T. Effect Of Subinhibitory And Inhibitory Concentrations Of *Plectranthus Amboinicus* (Lour.) Spreng Essential Oil On *Klebsiella Pneumoniae*. *Phytomedicine* **2017**, 19 (11), 962–968. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2012.05.013>.
- (14) Sharon Ingaroca\* A, A. C. Composición Química Y Ensayos De Actividad Antioxidante Y Del Efecto Fungistático Sobre *Candida Albicans* Del Aceite Esencial De *Piper Aduncum* L. “Matico.” **2019**, 1–50.
- (15) Melo-Guerrero, M. C.; Ortiz-Jurado, D. E.; Hurtado-Benavides, A. M. Comparison Of The Composition And Antioxidant Activity Of The Chamomile Essential Oil (*Matricaria Chamomilla* L.) Obtained By Supercritical Fluids Extraction And Other Green Techniques. *Rev Acad Colomb Cienc Exactas Fis Nat* **2020**, 44 (172), 845–856. <https://doi.org/10.18257/Raccefyn.862>.
- (16) Balkrishna, A.; Nain, P.; Joshi, M.; Kumar, B.; Varshney, A. Super-Critical Fluid Extract Of *Bryonopsis Laciniosa* (Shivlingi) Seeds Restores Fertility In Zebrafish Models Through Revival Of Cytological And Anatomical Features. *J Ovarian Res* **2022**, 15 (1). <https://doi.org/10.1186/S13048-022-00982-6>.
- (17) Arámbula, C. I.; Diaz, C. E.; Garcia, M. I. Performance, Chemical Composition And Antibacterial Activity Of The Essential Oil Of *Ruta Chalepensis* And *Origanum Vulgare*. In *Journal Of Physics: Conference Series*; 2019; Vol. 1386. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1386/1/012059>.

- (18) Claudia J. Mendieta 1 Nicole A. Ortega 2 Natalí Solano-Cueva 3 Jorge G. Figueroa. Metodología Para La Determinación De Pesticidas Organoclorados Mediante Cromatografía De Gases Acoplado Espectrometría De Masas Y Detector De Captura De Electrones. *Rev Politéc. (Quito) Vol.40* **2017**, 1–8.
- (19) David Verdugo-Torres, B.; Antonio Cubillo-Lobo, J.; Alfonso Rojas Sarmiento, H. Validation Of An Analytical Method By Gc-Fid For The Quantification Of Styrene And A-Methylstyrene Validación De Un Método Analítico Por Gc-Fid Para La Cuantificación De Estireno Y A-Metilestireno. **2020**. <https://doi.org/10.18257/Raccefyn.1021>.
- (20) Benítez-Estrada, A.; Villanueva-Sánchez, J.; González-Rosendo, G.; Alcántar-Rodríguez, V. E.; Puga-Díaz, R.; Quintero-Gutiérrez, A. G.; Benítez-Estrada, A.; Villanueva-Sánchez, J.; González-Rosendo, G.; Alcántar-Rodríguez, V. E.; Puga-Díaz, R.; Quintero-Gutiérrez, A. G. Determinación De La Capacidad Antioxidante Total De Alimentos Y Plasma Humano Por Fotoquimioluminiscencia: Correlación Con Ensayos Fluorométricos (Orac) Y Espectrofotométricos (Frap). *Tip. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas* **2020**, *23*. <https://doi.org/10.22201/Fesz.23958723e.2020.0.244>.
- (21) Pozo-Martínez, J.; Vázquez-Rodríguez, S.; Olea-Azar, C.; Moncada-Basualto, M. Evaluation Of Orac Methodologies In Determination Of Antioxidant Capacity Of Binary Combinations Of Quercetin And 3-(3,4,5-Trihydroxybenzoyl) Coumarin Derivatives. *Arabian Journal Of Chemistry* **2022**, *15* (11), 104298. <https://doi.org/10.1016/J.Arabjc.2022.104298>.
- (22) Barragán Condori, M.; Aro Aro, J. M. Antocianinas, Compuestos Fenólicos Y Capacidad Antioxidante Del Mio-Mio (*Coriaria Ruscifolia* L.). *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal Of High Andean Research* **2016**, *18* (4), 419–428. <https://doi.org/10.18271/Ria.2018.419>.
- (23) Lupuche, E. Q.; Pérez, J. A. C.; Medina-Pizzali, M. L.; Gutiérrez, L. L.; Suárez, E. A. Chemical Characterization, Polyphenol Content And Antioxidant Capacity Of Two Pitahaya Ecotypes (*Hylocereus* Spp.). *Rev Fac Nac Agron Medellín* **2021**, *74* (3), 9723–9734. <https://doi.org/10.15446/Rfnam.V74n3.92821>.
- (24) Luis Fernando Valencia Cardona. Extracción Y Caracterización De Aceite Esencial De Orégano, Especie *Plectranthus Amboinicus*, A Partir De Cultivos Orgánicos Del Magdalena Medio En Colombia / Extração E Caracterização Do Óleo Essencial De Orégano, Espécie *Plectranthus Amboinicus*, De

Cultivos Orgánicos De Magdalena Medio Na Colômbia. Colombia 2021, Pp 1–12.

<https://Brazilianjournals.Com/Ojs/Index.Php/Bjaer/Article/View/43693/32809> (Accessed 2022-08-22).

- (25) Alizadeh, M. A.; Zehtabchi, F.; Jafari, A. A.; Alizadeh, M. A.; Zehtabchi, F.; Jafari, A. A. Evaluation Of Dry Matter Yield And Essential Oil Production In 84 Accessions Of *Tanacetum Polycephalum* Sch.Bip. Through Multivariate Analyses. *Acta Agron* **2018**, *67* (1), 177–183. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n1.59028>.
- (26) Čabarkapa, I.; Āćimović, M.; Pezo, L.; Tadić, V.; Čabarkapa, I.; Āćimović, M.; Pezo, L.; Tadić, V. A Validation Model For Prediction Of Kovats Retention Indices Of Compounds Isolated From *Origanum* Spp. And *Thymus* Spp. Essential Oils. *J Mex Chem Soc* **2021**, *65* (4), 550–559. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v65i4.1515>.
- (27) Maya-Ortega, C.-A.; Āngel-Isaza, J.-A.; MartĆnez-Morales, B.-C.; Parra-SuescĆn, J.-E.; Maya-Ortega, C.-A.; Āngel-Isaza, J.-A.; MartĆnez-Morales, B.-C.; Parra-SuescĆn, J.-E. Aceite Esencial De OrĆgano (*Lippia Origanoides*) Mejora ParĆmetros Productivos Y Metabolitos SanguĆneos En Lechones. *BioteCnologĆa En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial* **2021**, *19* (2), 82–93. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1547>.
- (28) Tatiana Carolina Abalco Abalco. CaracterizaciĆn FitoquĆmica Del Aceite Esencial De OrĆgano (*O. Vulgare* L.) Por CromatografĆa De Gases Procedente De Dos Provincias Del Ecuador. *Tatiana Carolina Abalco Abalco* **2020**, 1–115.
- (29) Diofanor Acevedo, M. N. Y L. M. *ComposiciĆn QuĆmica Del Aceite Esencial De Hojas De OrĆgano (*Origanum Vulgare*)*. [https://utmachalaeduc-my.sharepoint.com/personal/jmaldonad2\\_utmachala\\_edu\\_ec/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2fpersonal%2fjmaldonad2%5futmachala%5fedu%5fec%2fdocuments%2ftesis%20articulos%20respecto%20a%20oregano%2facevedo%2epdf&Parent=%2fpersonal%2fjmaldonad2%5futmachala%5fedu%5fec%2fdocuments%2ftesis%20articulos%20respecto%20a%20oregano](https://utmachalaeduc-my.sharepoint.com/personal/jmaldonad2_utmachala_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2fpersonal%2fjmaldonad2%5futmachala%5fedu%5fec%2fdocuments%2ftesis%20articulos%20respecto%20a%20oregano%2facevedo%2epdf&Parent=%2fpersonal%2fjmaldonad2%5futmachala%5fedu%5fec%2fdocuments%2ftesis%20articulos%20respecto%20a%20oregano) (Accessed 2023-02-28).
- (30) Qf Glicerio LeĆn MĆndez, I. Msc. M. Del R. O. F. Msc. M. E. T. Dr. C. J. G. G. ExtracciĆn, CaracterizaciĆn Y Actividad Del Aceite Esencial De *Plectranthus* L. **2018**, 1–8.

## ANEXOS



## ANEXO 1: DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA A 20 GRADOS CENTIGRADOS

**Según la AFNOR NFT 75-111 junio 1982**

### **Propuesta.**

Esta norma está basada en la norma ISO 279.1981 publicada por la Organización Internacional de Normalización.

### **Objetivo de la aplicación.**

La norma especifica el método referido a la determinación de la densidad relativa a 20°C de los aceites esenciales.

### **Referencias.**

- NF T 75-003 Aceites esenciales-Reglas generales para la preparación.
- NF T 75.110 Aceites esenciales-Preparación de la muestra previa al análisis.

### **Principio.**

La determinación de la densidad relativa a 20°C de un aceite esencial se basa en la relación entre la masa de un determinado volumen de aceite esencial y la masa de un volumen igual de agua destilada a 20°C.

### **Nota.**

- Si es necesario operar a una temperatura diferente debido a la naturaleza del aceite, se debe consultar la norma referente al aceite esencial correspondiente. Cabe destacar que la corrección para 20°C oscila entre 0.0007 y 0.0008 por grado centígrado.
- La masa volumétrica a 20°C se expresa como la masa de un cierto volumen del aceite esencial a dicha temperatura.

## Aparatos.

- Picnómetro de vidrio
- Baño termostático, mantenido a una temperatura de  $20\text{ C} \pm 0.2^\circ\text{C}$
- Termómetro de precisión graduado de 10 a  $30^\circ\text{C}$ , con una variación de 0.2 a  $0.1^\circ\text{C}$
- Balanza analítica

## Procedimiento.

- **Preparación del picnómetro:** para determinar la densidad relativa a  $20^\circ\text{C}$  consiste en la preparación del picnómetro, que debe limpiarse adecuadamente y enjuagarse con etanol y acetona, y secarse con aire seco y un trapo o papel filtro. Posteriormente, se debe pesar el picnómetro con el tapón en su sitio con una precisión de 1mg.
- **Peso del agua destilada:** Luego, se llena el picnómetro con agua destilada a una temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , se ajusta el nivel del agua durante 30 minutos y se seca el exterior del picnómetro con un trapo seco o papel filtro. Finalmente, se pesa el picnómetro lleno con el tapón en su sitio con una precisión de 1mg.
- **Peso del aceite esencial:** Para medir el peso del aceite esencial, se vacía el picnómetro y se repite el proceso anterior, pero en lugar de agua se utiliza el aceite esencial. Es importante enjuagar y secar adecuadamente el picnómetro antes de llenarlo con el aceite esencial.
- **Expresión de resultados.**

La densidad relativa se expresa con la siguiente formula:

Ecuación 4 Densidad relativa

$$d_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

**Donde:**

$d_{20}^{20}$ : Densidad relativa a  $20^\circ\text{C}$ , referido al agua a  $20^\circ\text{C}$

$m_0$ : masa en gramos del picnómetro vacío.

$m_1$ : masa en gramos del picnómetro con agua

$m_2$ : masa en gramos del picnómetro con aceite esencial

## ANEXO 2: DETERMINACION DEL INDICE DE REFRACCIÓN

### **Principio.**

Dependiendo del equipo utilizado, se puede medir el ángulo de refracción directamente o se puede observar el límite de refracción total. Es importante que el aceite se mantenga en condiciones de isotropismo y transparencia.

### **Definición.**

El índice de refracción de un aceite esencial se obtiene al multiplicar el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción de un rayo de luz con una longitud de onda específica ( $589.3 \pm 0.3$ ) nm, que atraviesa el aceite esencial mientras se mantiene la temperatura constante a 20°C. Sin embargo, si el aceite esencial no es líquido a esa temperatura, se deben adoptar las temperaturas de 25 a 30°C en función de su punto de fusión. Es importante tener en cuenta que la radiación utilizada en este procedimiento corresponde al espectro de sodio D1 y D.

### **Aparatos.**

Para la medición de los índices de refracción, se recomienda el uso de un refractómetro clásico con capacidad para leer valores entre 1.300 y 1.700 con una precisión de  $\pm 0.0002$ . Es importante ajustar el aparato a una temperatura de 20°C y verificar los siguientes valores de referencia para los índices de refracción:

1.3330 para agua destilada.

1.4906 para el p-cimeno.

1.5685 para el benzoato de bencilo.

1. 6585 para el 1-bromo naftaleno.

Es necesario utilizar productos patrón de alta pureza y calidad para garantizar una correcta medición con el refractómetro. Además, se recomienda ajustarlos utilizando una lámina de índice de refracción conocida, siguiendo las instrucciones del fabricante del equipo.

## **Modo de operación**

### **Determinación.**

Introduzca agua en el refractómetro para asegurar que esté a la temperatura de referencia de 20°C, salvo para los aceites esenciales que no son líquidos a esa temperatura. En estos casos, se deben adoptar temperaturas de 20°C a 30°C según el punto de fusión del aceite esencial considerado. Es importante que la temperatura no difiera de la temperatura de referencia en más de  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ .

Antes de medir la muestra, asegúrese de que su temperatura sea la misma que la de la medida. Una vez colocada en el instrumento, espere a que la temperatura se estabilice antes de realizar la lectura.

### **Resultados.**

Cálculos. El índice de refracción a la temperatura de referencia está dado por la fórmula.

Ecuación 5 Índice de refracción

$$n_D^{t'} - n_D^t + 0.0004(t' - t)$$

### **Donde.**

$n_D^{t'}$ : valor de la lectura, obtenida a la temperatura  $t'$ , o aquella a la que se ha efectuado la determinación.

F: factor de corrección (0.0004)

$t'$ : temperatura a la que se efectuó la lectura

$t$ : temperatura a 20°C

ANEXO 3: EL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LA DENSIDAD Y EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN

**ANÁLISIS ANOVA DE LA IR.**

Tabla 15 ANOVA para IR por ubicación

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000126642	2	0,0000633211	7,24	0,0252
Intra grupos	0,0000525067	6	0,00000875111		
Total (Corr.)	0,000179149	8			

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

Tabla 16 Pruebas de Múltiple Rangos para IR por ubicación

Método: 95,0 porcentaje LSD

Ubicación	Casos	Media	Grupos Homogéneos
ARENILLAS	3	1,48283	X
PACCHA	3	1,4896	X
GUABO	3	1,4916	X

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
GUABO - ARENILLAS	*	0,00876667	0,00591024
GUABO - PACCHA		0,002	0,00591024
ARENILLAS - PACCHA	*	-0,00676667	0,00591024

\* indica una diferencia significativa.

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

## ANÁLISIS ANOVA DE LA DENSIDAD.

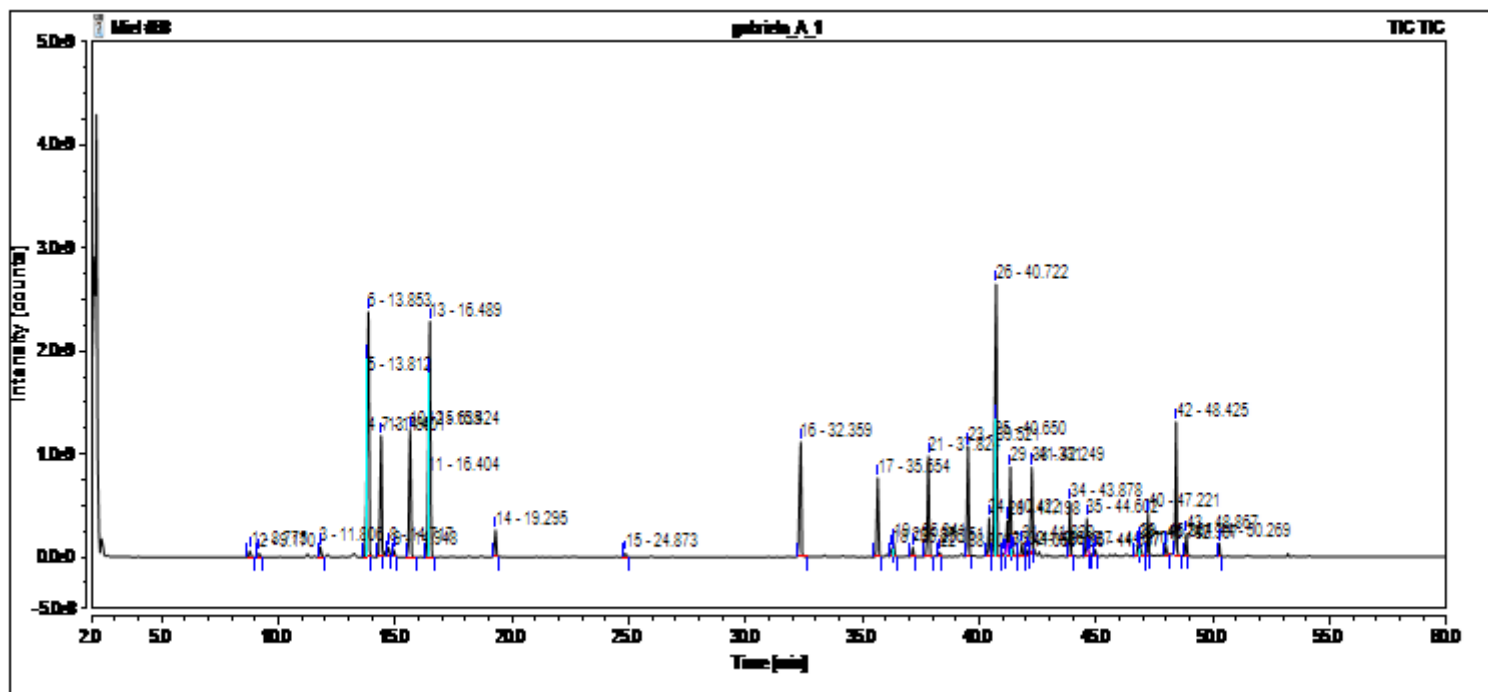
Tabla 17 ANOVA para densidad por ubicación

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	0,000190889	2	0,0000954444	0,98	0,4292
Intra grupos	0,000586	6	0,0000976667		
Total (Corr.)	0,000776889	8			

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

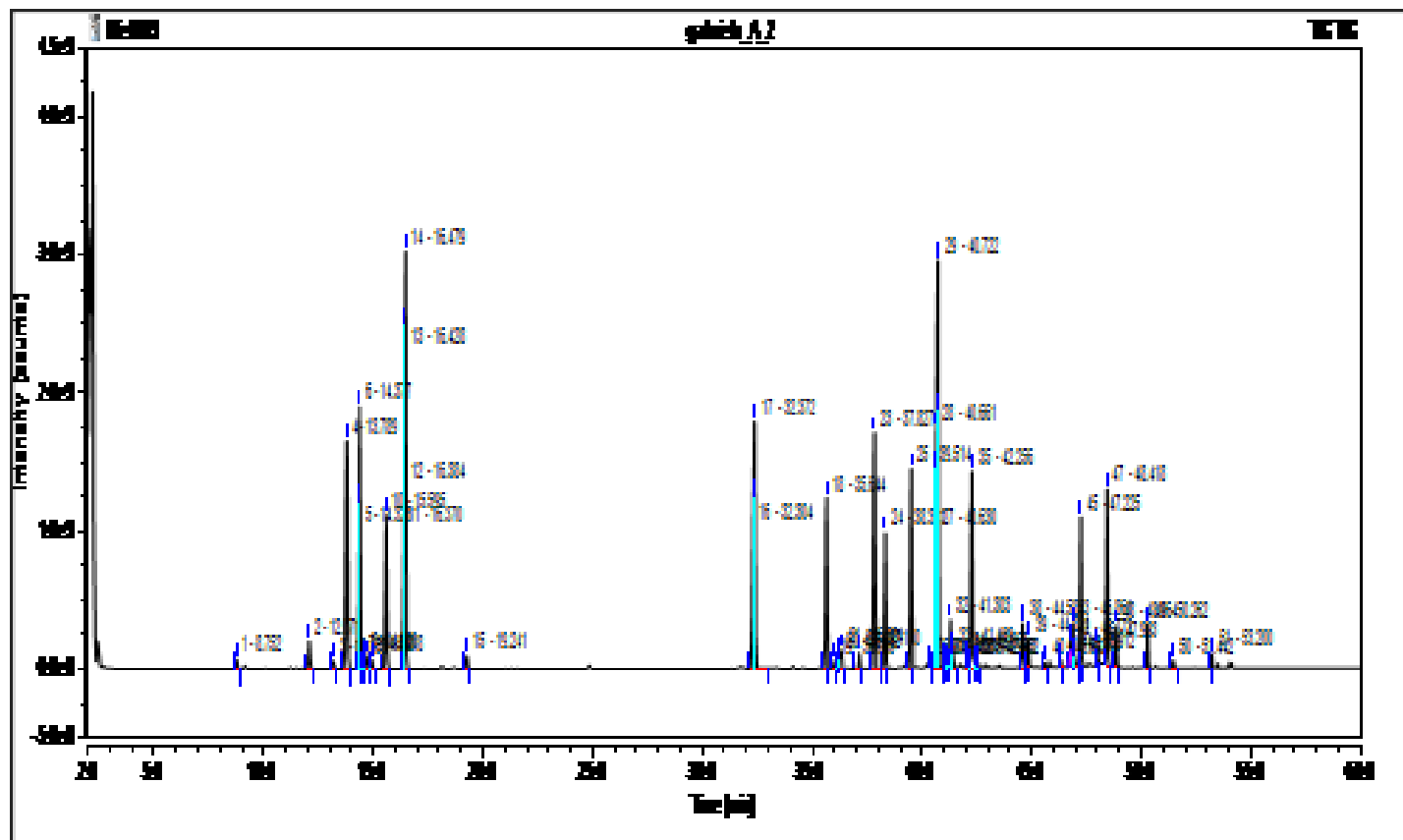
ANEXO 4 Perfiles cromatógrafos del aceite esencial de orégano (*Plectranthus amboinicus*).

Gráfico 8 Perfil Cromatográfico Del Aceite Esencial Orégano (*Plectranthus Amboinicus*) muestra 1 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS.



Fuente: Columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS.

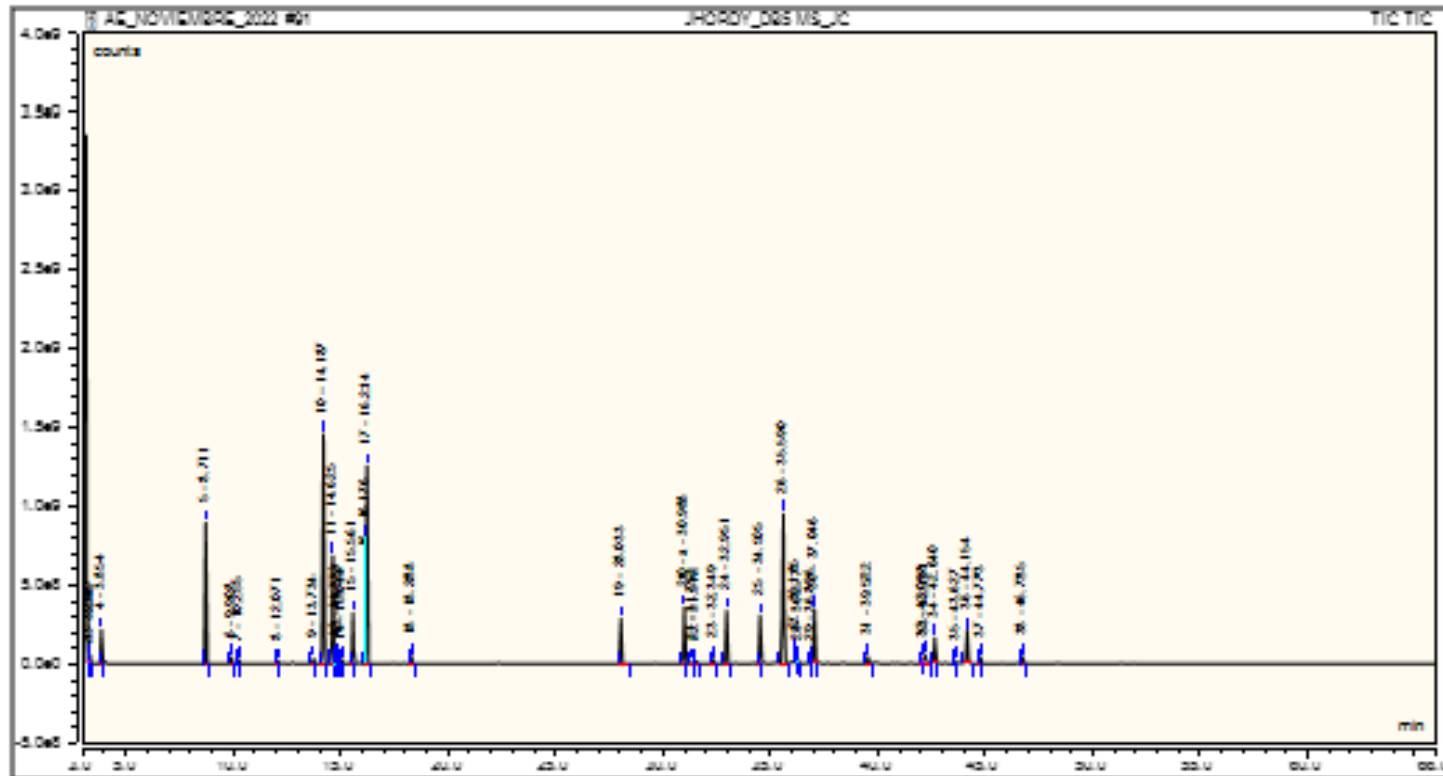
Gráfico 9 Perfil cromatográfico del aceite esencial orégano (*Plectranthus Amboinicus*) muestra 2 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS.



Fuente: Columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS.



Gráfico 10 Perfil cromatográfico del aceite esencial orégano (*Plectranthus Amboinicus*) muestra 2 obtenida por la columna DB-5MS mediante la técnica de GC-MS.



Fuente: Columna DB-5MS mediante la técnica de GC-M

ANEXO 5: PESO DE LAS MUESTRAS DE OREGANO EN HOJA

<b>MUESTRA 1 GUABO</b>	<b>MUESTRA 3 PACCHA</b>
	

ANEXO 6 MUESTRAS DE ACEITE ESENCIAL

MUESTRA 1 GUABO	MUESTRA 3 PACCHA
	

ANEXO 7 RECOLECCION DE MUESTRA 1 CANTON EL GUABO



ANEXO 8 RECOLECCION DE MUESTRA 2 CANTON ARENILLAS





ANEXO 9 RECOLECCION DE MUESTRA 3 CANTON ATAHUALPA – PARROQUIA

PACCHA

