

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

UNIDAD DE POSGRADO

**ESTRUCTURA QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *in vitro* DEL ACEITE ESENCIAL DE *Eryngium foetidum L.* “SIUCA CULANTRO”.**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencia de los Alimentos

AUTOR

José Edwin Adalberto Rodríguez Lichtenheldt

ASESOR

Dr. Américo Jorge Castro Luna

Lima – Perú

2014

## DEDICATORIA

Se dedica esta tesis a mis hijas, que cada día hacen que tenga ganas de hacer las cosas mejor.

A mi familia, en especial a mis hermanos que sin su ayuda, no hubiese podido salir adelante en la vida profesional.

A mi padre que ya no está entre nosotros, que siempre nos inculco el estudio, mi eterno agradecimiento.

A mi compañera Janet, que me alienta a enfrentar los retos académicos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Alma Mater, la Facultad de Farmacia de la UNMSM; que me ha hecho profesional, para poder desarrollarme en la vida.

Al Dr. Américo Castro Luna, maestro que con sus enseñanzas se ha podido culminar esta etapa académica de mi vida.

A los jurados de esta tesis, que con sus correcciones han sabido pulir y lograr que este trabajo pueda tener un final adecuado.

# ÍNDICE

## RESUMEN

## SUMMARY

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del Problema	
1.1.1 Antecedentes.....	1
1.1.2 En el ámbito nacional.....	2
1.1.3 En el ámbito Internacional.....	3
1.2 Problema	
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación	
1.4.1 Justificación teórica.....	4
1.4.2 Justificación práctica.....	4
1.4.3 Justificación metodológica.....	5
1.5 Alcances	
1.5.1 Alcances.....	5
1.6 Variables	
1.6.1 Variable dependiente.....	5
1.6.2 Variable independiente.....	5

<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Teorías generales.....	6
2.1.1 Clasificación sistemática.....	6
2.1.2 Descripción botánica.....	6
2.1.3 Datos ambientales.....	7
2.1.4 Cultivo.....	7
2.1.5 Cosecha y conservación del producto.....	7
2.2 Aceites esenciales.....	8
2.2.1 Propiedades se los aceites esenciales.....	12
2.2.2 Métodos de obtención.....	12
2.3 Radicales libres .....	13
2.4 Antioxidantes.....	13
2.5 Antioxidantes naturales.....	13
2.6 Aceites esenciales como antioxidantes.....	14
2.7 Hipótesis.....	14
<b>III. PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>15</b>
3.1 Materiales y Métodos.....	15
3.1.1 Materiales.....	15
3.1.2 Reactivos.....	15
3.1.3 Material biológico.....	15
3.1.4 Equipos.....	15
3.2 Entidades donde se desarrollo la investigación.....	16
3.3 Tipo de investigación.....	16
3.4 Diseño del trabajo experimental.....	16
3.4.1 Colecta de la especie vegetal.....	16
3.4.2 Obtención del aceite esencial.....	17
3.4.3 Rendimiento del aceite esencial.....	17
3.4.4 Análisis fitoquímica preliminar.....	17
3.4.5 Determinación de los componentes químicos.....	17

3.4.6 Determinación de la actividad antioxidante.....	18
3.4.7 Método de captación del radical.....	18
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	20
4.1 Extracción del aceite esencial de <i>Eryngium foetidum</i> “siuca culantro”.....	20
4.2 Análisis preliminar y ensayos fisicoquímicos.....	20
4.3 Determinación de la composición química.....	23
4.4 Espectros de los componente químicos.....	25
4.5 Determinación de la actividad antioxidante.....	34
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	35
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	43

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue elucidar la composición química del aceite esencial de las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” y su actividad antioxidante *in vitro*. El aceite esencial se obtuvo tratando 15 kg de hojas en un sistema de arrastre con vapor de agua, obteniéndose un rendimiento de 0,01% v/p con el que se realizó el análisis preliminar y fisicoquímico. Para el análisis de la composición química se utilizó el método cualitativo de Cromatografía de Gases / Espectrómetro de Masas (CG/EM), que permitió elucidar e identificar los siguientes componentes químicos: p-cimeno, 1-undecene, undecane, decanal, 1-decanol, 2,6,10-trimetiltetradecano, undecanal, 2,4,6-trimetilfenol, 2,4,5-trimetilbenzaldehído, ácido cáprico, dodecanal, trans-2-undecen-1-ol, 2-dodecenal, ácido 2,4,6-trimetilbenzoico, nonadecano, ácido láurico, tetradecanal, ácido linoleico, ácido mirístico, 1-nonadecene, ácido palmítico y ácido oleico. En la determinación de la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial se empleó el método de captación del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH), como sustancia de referencia al ácido 6-hidroxi -2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxílico (trolox).

La actividad antioxidante del aceite esencial *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, determinada con el modelo del radical 2,2 – difenilpicrilhidrazil y comparada con el trolox, presenta un efecto de captación de 70 % equivalente a 150mg / mL.

Los componentes químicos que posee su aceite esencial, determinan su actividad antioxidante.

**Palabras clave:** *Eryngium foetidum* L., aceite esencial, actividad antioxidante.

## SUMMARY

The aim of this study was to elucidate the chemical composition of essential oil from fresh leaves of *Eryngium L. foetidum* "Siuca coriander", and its antioxidant activity in vitro. The essential oil obtained by treating 15 kg of leaves in a drive system with water vapor, obtaining a yield of 0.01% v / w with which the preliminary analysis was performed and physicochemical. To analyze the chemical composition was used qualitative method of gas chromatography / mass spectrometer (GC / MS), which helped to clarify and identify the following chemicals: p-cymene, 1-undecene, undecane, decanal, 1-decanol, 2,6,10-trimethyltetradecane, undecanal, phenol,2,4,6-trimethyl-, benzaldehyde,2,4,5-trimethyl-, capric acid, dodecanal, trans-2-undecen-1-ol, 2-dodecenal, benzoic acid,2,4,6-trimethyl-, nonadecane, lauric acid, tetradecanal, linoleic acid, myristic acid,1-nonadecene, palmitic acid and oleic acid. Determining the in vitro antioxidant activity of the essential oil was performed using the method of capturing the radical 2,2-difenilpicrilhidrazyl (DPPH), using as reference substance at the 6-hydroxy -2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxylic acid (Trolox).

The chemical composition of essential oil *Foetidum eryngium L.* "Siuca cilantro" to 150 mg / mL 70% expressed uptake DPPH radical compared to the reference standard trolox. The chemical components possessing its essential oil, determine their antioxidant activity.

**Keywords:** *Foetidum eryngium L.*, essential oil, antioxidant.



# I. INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales constituyen una compleja mezcla natural de metabolitos secundarios volátiles, presentes en diversos órganos de una especie vegetal y se les puede obtener por el método de destilación por arrastre con vapor de agua.

*Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, es una especie vegetal que se halla distribuida en la región amazónica del Perú, y es utilizada en preparaciones culinarias, como aromático alimentario, en las zona selvática del Perú. El aceite esencial de sus hojas contiene componentes químicos que se caracterizan por presentar grupos funcionales orgánicos a quienes se les atribuiría el efecto antioxidante que tiene esta especie.

Este estudio tiene como objetivos caracterizar la composición química del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, y determinar su actividad antioxidante, beneficioso para la salud de la población

No se han encontrado trabajos de investigación sobre la actividad antioxidante de esta especie herbácea, el estudio pretende brindar información sobre esta actividad como una alternativa de salud ante los antioxidantes sintéticos.

## 1.7 Planteamiento del Problema

### 1.7.1 Antecedentes

*Eryngium foetidum* L. es una especie vegetal que habita en suelos inundables y de altura; también en huertos hortícolas y en campo abierto como en sombreado, siendo tolerante a la inundación. Las partes aprovechables de esta planta son el tallo, hojas y frutos. Es originaria de la amazonia occidental y cultivada en toda América tropical. En el Perú está ampliamente distribuida en Loreto, San Martín y Ucayali. El sabor y aroma que tiene es muy similar al del *Coriandrum sativum* “culantro”, siendo utilizada por su aromaticidad en sopas, guisos ensaladas y platos típicos de la región Amazónica<sup>1-3</sup>.

En el campo de las ciencias de los alimentos y de la nutrición, la composición de los alimentos que se provee en la dieta a través de una mezcla compleja de sustancias químicas existentes en los alimentos, cumplen una función de beneficio motiva la investigación; la identificación de sus estructuras químicas y propiedades físicas y químicas con el apoyo de la investigación fitoquímica y métodos de análisis por instrumentación <sup>4,5</sup>. En la Región Ucayali, el uso cotidiano en la cocina como aromático alimentario es el siuca culantro, también llamado sacha culantro, es utilizado en cada uno de sus platos típicos: sopas, parrillas de carne de sajino, cerdo, res, preparados con gallina, tragos exóticos, el uso indispensable en el plato emblemático “Juanes” con el aroma característico que hace más apetecible al comensal. En la Capital del Perú, así como en las capitales y lugares diversos del planeta el uso del siuca culantro ó sacha culantro como aromático alimentario es diverso por las características de su aceite esencial. <sup>5</sup>.

### **1.7.2 En el ámbito nacional**

Pérez SF, en 2012, evaluó la actividad antibacteriana in vitro y la composición química del aceite esencial de las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, mediante el método de destilación por arrastre de vapor de agua; posteriormente fue sometido a un análisis fisicoquímico: gravedad específica (0,930 g/mL), índice de refracción (1,475). Seguidamente se determinó cualitativamente la composición química por medio del Espectrofotómetro de Masas acoplado a Cromatógrafo de Gases (EM/CG), determinándose los siguientes compuestos: (1-metiletil) benceno; 1-metil-2-(1-metiletil) benceno; 2,4,6-trimetil fenol; dodecanal; 2-dodecanal, 2,4,5-trimetilbenzaldehido; 2,4,5-trimetilbenzoico, octadecano, ácido mirístico y ácido linoleico. Por el método de difusión en agar se determinó la actividad antimicrobiana, frente a los siguientes microorganismos: *S. aureus* ATCC 6538, *S. epidermidis* ATCC1228, *B. subtilis* ATCC6633, *E. coli* ATCC8739 y *P. aeruginosa* ATCC 9027 mostrando actividad antibacteriana frente a estas cepas bacterianas<sup>6</sup>.

### 1.7.3 En el ámbito Internacional

Simón OR, Singh N., demuestra las propiedades anticonvulsivantes del extracto acuoso de *Eryngium foetidum* L.<sup>7</sup>.

García MD, Sáenz MT, Gómez MA, Fernández MA, demostraron que el extracto con el solvente hexano de *Eryngium foetidum* L. es rico en compuestos terpénicos como: alfa-colesterol, brassicasterol, campesterol, estigmasterol (95%, principal componente), clerosterol, beta-sitosterol, delta 5-avenasterol, delta (5)24-stigmastadienol and delta 7-avenasterol. Para evidenciar la actividad antiinflamatoria a nivel tópico del extracto de hexano, evaluaron en ratas de experimentación por edema auricular inducido por TPA (13-acetato de 12-tetradecanoforbol), este ensayo redujo el edema en estos animales demostrando el efecto antiinflamatorio del extracto de hexano de *Eryngium foetidum* L.<sup>8</sup>.

Lans C., realizó encuestas a pobladores de Trinidad (Paramin, Talparo, Sangre Grande, Mayaro, Carapichaima, Kernahan, Newlands, Todd's Road, Arima, Guayaguayare, Santa Cruz) y uno en Tobago (Mason Hall), a través de estas encuestas, obtiene información de que los pobladores utilizaban a *Eryngium foetidum* L. para problemas relacionados al parto y la infertilidad de la mujer<sup>9</sup>.

## 1.8 Problema

### 1.8.1 Problema General

Determinar la estructura química y la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”?

### 1.8.2 Problemas específicos

- Determinar la estructura química del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”
- Determinar la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la estructura química y actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar la estructura química del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” por Cromatografía de Gases/ Espectrometría de Masas (CG/EM).
- Analizar la actividad antioxidante *in vitro* por el método de captación del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH).

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación teórica**

Determinar y Analizar la estructura química y la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”.

#### **1.4.2. Justificación práctica**

Evaluar la estructura química y la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “Siuca culantro”.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

Confirmar que la metodología aplicada en el presente trabajo se adecua a los parámetros de la investigación aplicada para el perfeccionamiento del uso con criterios científicos.

## **1.5. Alcances**

### **1.5.1. Alcances**

El aporte del estudio trabajo de investigación servirá a futuros trabajos en esta línea de investigación.

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Variable dependiente**

Estructura química, y su actividad antioxidante.

### **1.6.2. Variable independiente**

La especie vegetal *Eryngium foetidum* L. "Siuca culantro" hojas y tallos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Teorías generales

#### 2.1.1 Clasificación sistemática

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUB CLASE: Rosidae

ORDEN: Araliales

FAMILIA: Apiaceae

GÉNERO: *Eryngium*

ESPECIE: *Eryngium foetidum* L.

Nombre vulgar: “*Siuca culantro*”

#### 2.1.2 Descripción botánica

Planta herbácea erecta con olor característico, glabra, de hasta 60 cm de alto, presenta raíz carnosa y roseta basal de hojas angostamente abobadas, obtusas, trilobadas o dentadas y con espinas. Flores en densas cabezuelas de color verde, rodeadas por brácteas espinosas. Inflorescencia terminal, generalmente muy ramificada, con numerosas cabezuelas cilíndricas, verde amarillentos, que en su base presentan 5 o 6 brácteas (el involucre) lanceoladas, puntiagudas, con los márgenes enteros o espinuloso-aserrados. Flores pequeñas, blancas a azules o moradas; cáliz tubo (cubierto por grandes escamas) que en el ápice se dividen en cinco lóbulos lanceolados a triangulares, la corola de cinco pétalos libres, caedizos, elíptico-oblongo, con el ápice largo y curvado hacia el centro de la flor, estambres cinco, ovario ínfero. Fruto globoso, lateralmente comprimido, cubierto por abundantes vesículas globosas amarillentas; en la madurez el fruto se separa en 2 frutillos (mericarpios), con una semilla.<sup>10</sup>.

### 2.1.3 Datos ambientales

- **Clima** tropical, cálido con alta precipitación pluvial y elevada humedad relativa.
- **Suelo:** arcilloso, areno-arcilloso, con bajo a elevado contenido de materia orgánica, con pH neutro a ligeramente ácido.
- **Biotipo de poblaciones naturales:** habita en suelos inundables y de altura, huertos hortícolas, en campo abierto y sombreado. Tolerante a inundación<sup>10</sup>.

### 2.1.4 Cultivo

- **Época de siembra:** preferentemente en los períodos lluviosos.
- **Distanciamientos:** de 0,20m x 0.15m y 0,20m x 0,20m
- **Labores de cultivo:** abonos orgánicos mensuales y deshierbe frecuente.
- **Plagas principales:** Es atacado por insectos fitófagos y hongos.
- **Propuesta de asociación de cultivos:** piso bajo de sistema de producción en restinga o suelos de buena calidad en zonas no inundables. Soporta niveles, el sombreado puede estar presente en los sistemas de cultivos alimenticios plátano, yuca, y hortalizas diversas.
- **Propagación:** Por semillas sexuales que germinan aproximadamente después de siete días de sembradas. También se propaga por secciones de base del tallo<sup>10</sup>.

### 2.1.5 Cosecha y conservación del producto

- **Órganos:** Tallo, hoja y fruto
- **Cosecha:** se realiza manualmente a partir de los tres meses después de la siembra y se inicia con las hojas inferiores.
- **Manejo post-cosecha:** Es aprovechada generalmente en estado fresco, procediéndose a su desecamiento bajo sombra para su conservación<sup>10</sup>.

- **Información complementaria**
- **Componente químicos:** Contenido en 100g de muestra seca de las hojas: proteínas 0,7g; lípidos 0,2g; carbohidratos 6,4g; calcio, caroteno, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico 6,0, 1, 0,03, 0,04, 0,4 y 5,7mg respectivamente.
- **Distribución geográfica:** Originaria de la Amazonía occidental. Cultivada en toda América tropical. En el Perú ampliamente distribuida en Loreto, San Martín y Ucayali (Atalaya)<sup>10</sup>.

## 2.2 Aceites esenciales

Son fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéuticas<sup>6</sup>. Están presentes en forma minúsculas gotas en las hojas, en piel de frutos, en resina, en ramas o tallo.

Las funciones del aceite esencial de la planta son varias: protección frente a insectos y herbívoros, atracción de agentes polinizadores. En general constituyen el 0,1 al 1% del peso de la planta seca. A temperatura ambiente son incoloros o amarillentos, casi siempre menos denso que el agua, con alto índice de refracción, insolubles en agua, solubles en alcohol, lípidos y solventes orgánicos<sup>7</sup>.

Desde el punto de vista químico los aceites esenciales se clasifican de acuerdo con el tipo de sustancias de los componentes mayoritarios. Ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (hierba buena, albahaca, salvia, etc.). Ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (copaiba, pino, junípero, etc.), Ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (clavo, canela, anís, etc.)<sup>11-13</sup>.



## MONOTERPENOS

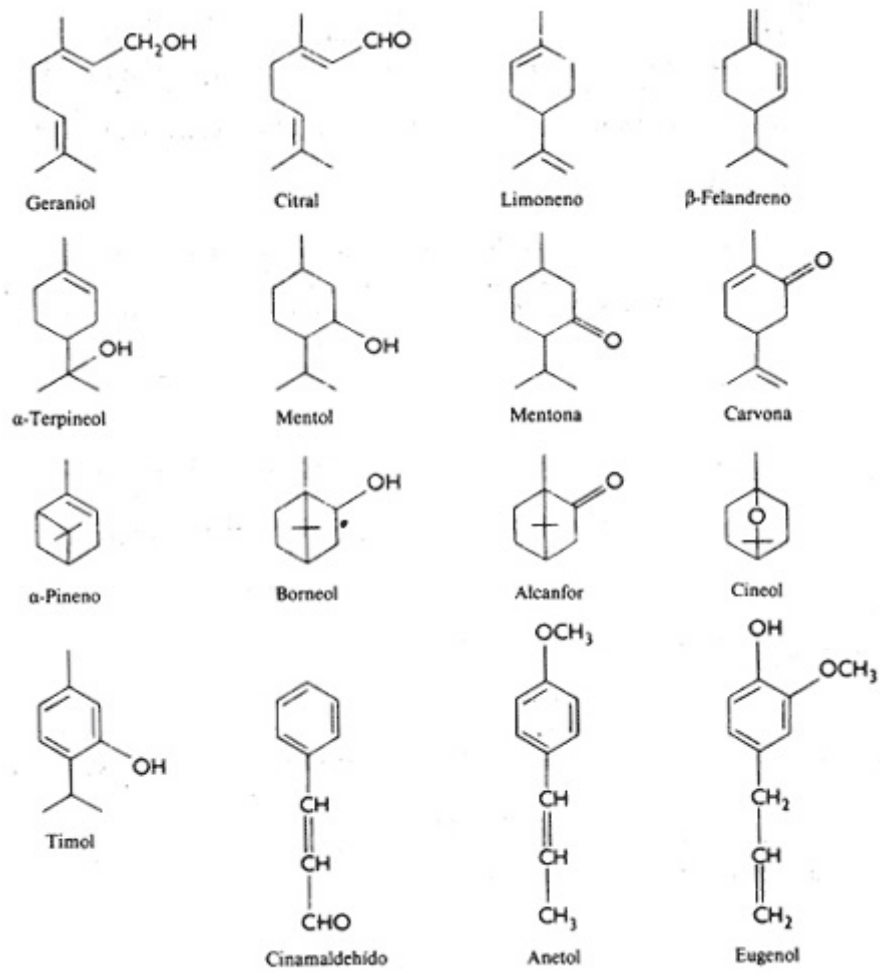


Fig. 88. Algunos componentes comunes de uso farmacéutico.

Figura 1. Ejemplos de monoterpenos<sup>6</sup>

## SESQUITERPENOS

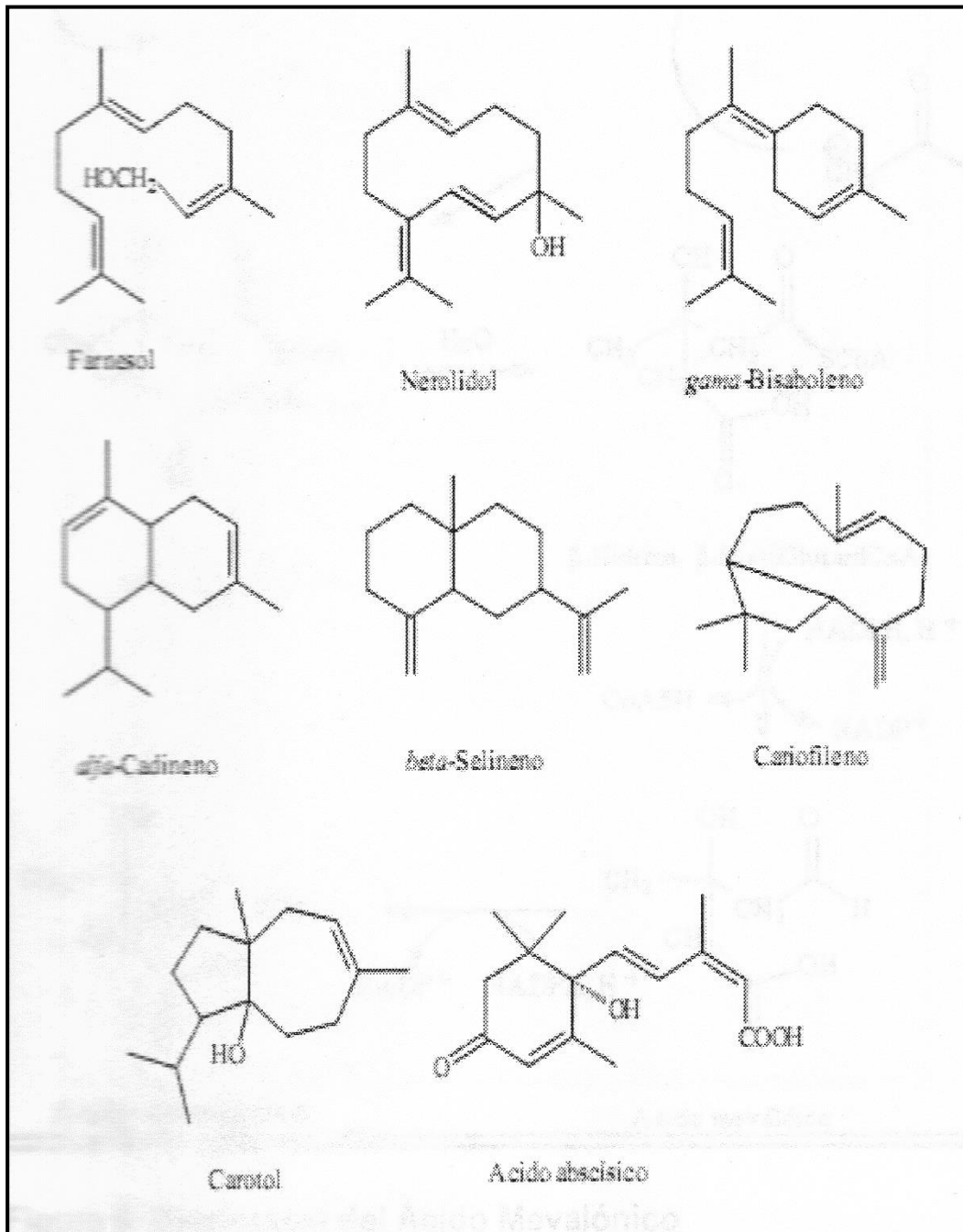


Figura 2. Ejemplos de sesquiterpenos<sup>6</sup>

## FENILPROPANOS

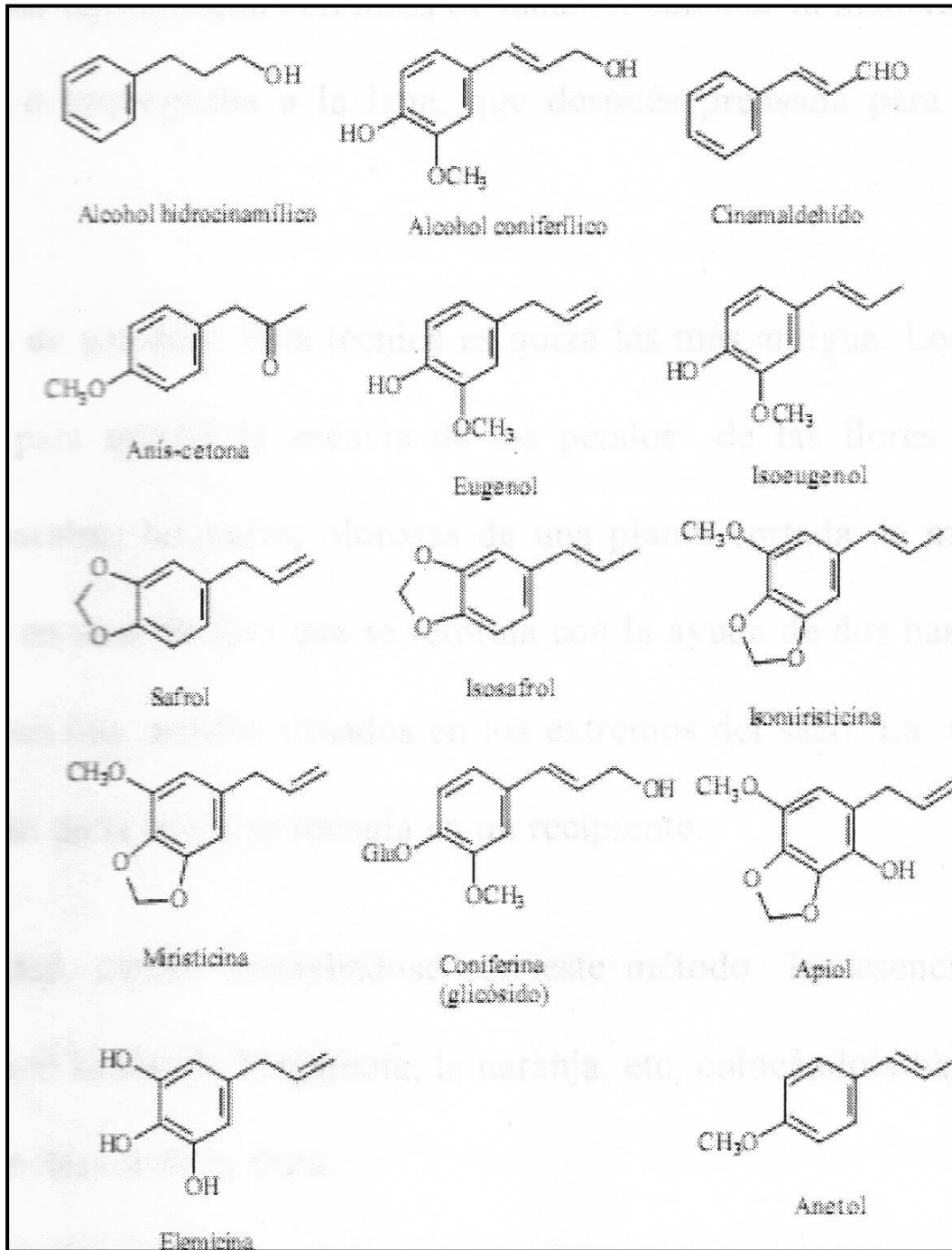
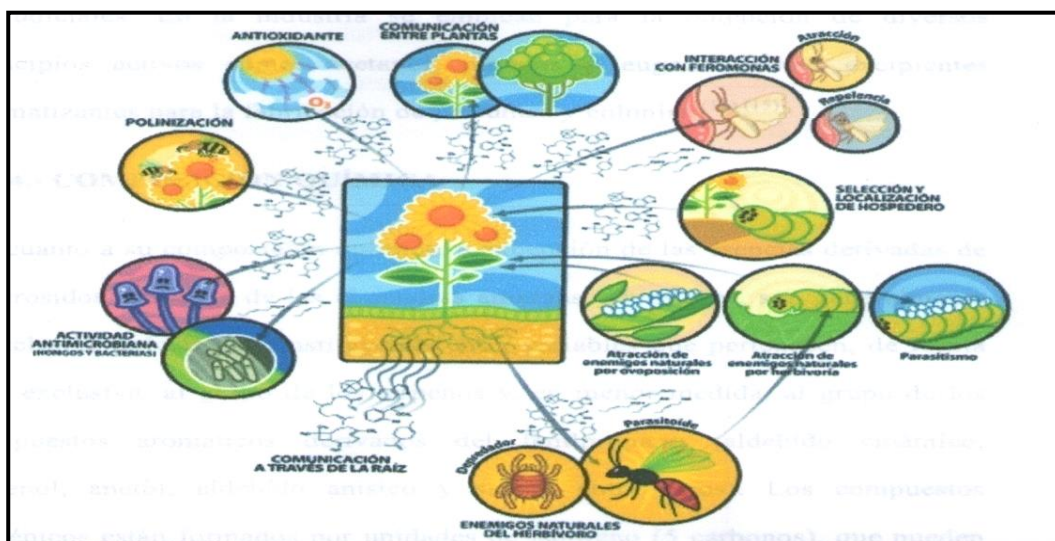


Figura 3. Ejemplos de fenilpropanos<sup>6</sup>

## 2.2.1 Propiedades de los aceites esenciales

Desempeñan un papel preponderante en el ciclo de la vida de las plantas al transmitir y proporcionar información con el ambiente que las rodea; poseen propiedades tan diversas que generan redes interactivas muy complejas con implicaciones ecológicas, fisiológicas y atmosféricas.



**Figura 4.** Propiedades reconocidas para los aceites esenciales en las especies vegetales<sup>14</sup>

## 2.2.2 Métodos de obtención

Por destilación a vapor, por presión, enfleuraje y otros<sup>16</sup>.

**Destilación con vapor de agua,** se aplica para aceites que tienen fuerte componente volátil y se basa en la característica que tienen estos componentes de ser fácilmente transportables por partículas de vapor acuoso en movimiento. El rendimiento de esta técnica es muy bajo a la escala de esencia que contiene la materia prima (oscila entre 0,02% de la melisa y el 2 ó 3% de la mayoría de esencias)

**La técnica de presión,** es una técnica muy antigua utilizada por los egipcios para extraer la esencia de los pétalos de las flores. En la actualidad se usa este método para extraer las esencias de los cítricos, como el limón, la bergamota, la naranja, etc. colocándola bajo presión la piel externa fresca de la fruta.

**Enfleuraje**, este método solubiliza los aromas de las plantas en materias grasas. Se extiende una capa de grasa sobre rejillas especiales y encima se esparcen los pétalos de las flores más delicadas. El peso de las flores hace que deje su esencia en la grasa. Las flores se renuevan hasta que la grasa se sature del perfume<sup>17</sup>.

### 2.3 Radicales libres

El radical libre (RL) es una entidad química de átomo o molécula que presenta un electrón desapareado en el orbital externo y puede tener carga eléctrica positiva, negativa o neutra. Una molécula se convierte en radical libre al perder o ganar un electrón<sup>18, 19</sup>.

Los radicales libres son átomos por lo general de oxígeno, altamente reactivos e inestables; que se liberan cuando el alimento es metabolizado en nuestras células para producir energía y son inactivos por mecanismos enzimáticos y otros de atrapamiento<sup>20</sup>. A estos radicales libres que derivan del oxígeno se les denomina más propiamente “especies reactivas de oxígeno” (ERO), para diferenciarlos de las “especies reactivas de nitrógeno” (ERN), que comprende al óxido nítrico y al dióxido nítrico<sup>21, 22</sup>.

### 2.4 Antioxidantes

Son nutrientes capaces de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, sin perder su estabilidad electroquímica. Actúan donando electrones y evitando que los radicales los capten de las células. Los antioxidante utilizados en alimentos, previenen o inhiben el desarrollo de las rancidez o la aparición de otros compuestos de deterioro debido a la oxidación<sup>23</sup>. De acuerdo al modo de acción los antioxidantes se clasifican como bloqueadores de radicales libres, quelantes de iones metálicos y como eliminadores de oxígeno<sup>24</sup>.

### 2.5 Antioxidantes naturales

Se conoce que las sustancias naturales son más inocuas que las realizadas por síntesis y es así que se está buscando, en las fuentes naturales nuevas

sustancias con propiedades antioxidantes que puedan reemplazar a los antioxidantes sintéticos. Entre los antioxidantes sintéticos más usados en la industria alimentaria que estabilizan y protegen grasas vegetales y animales tenemos al Butil hidroxitolueno (BHT), Butil hidroxianisol (BHA), Terbutil hidroquinona (TBHQ) y el Galato de propilo (PG)<sup>25, 27</sup>. Entre los antioxidantes naturales encontrados en las plantas tenemos a los flavonoides, derivados del ácido cinámico, tocoferoles y ácidos orgánicos polifuncionales.

## **2.6 Aceites esenciales como antioxidantes**

Los aceites esenciales a través de numerosas investigaciones demuestran actividad antioxidante, así, en un estudio sobre la actividad antioxidante *in vitro* de los aceites esenciales de *Origanum vulgare* L. (orégano), *Rosmarinus officinalis* L. (romero) y *Coriandrum sativum* L. (cilantro), en emulsiones de agua en aceite (Ag/Ac) y aceite en agua (Ac/Ag), sometidas al deterioro oxidativo por medio de la radiación ultravioleta, se demostró que en la emulsión de Ag/Ac, el aceite esencial de orégano presentó actividad antioxidantes superior a la del cilantro y el romero, e incluso a la de la vitamina E y así mismo; el aceite esencial de orégano presentó una acción protectora más baja en la emulsión de Ac/Ag<sup>28</sup>.

## **2.7 Hipótesis**

El aceite esencial de las hojas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” tiene actividad antioxidante.

## III. PARTE EXPERIMENTAL

### 3.5 Materiales y Métodos

#### 3.5.1 Materiales

- Tubos de ensayo.
- Vaso Beaker.
- Fiolas.
- Embudo de decantación.
- Embudo simple.
- Probeta florentino

#### 3.5.2 Reactivos

- Sulfato de sodio anhidro.
- Butanol.
- Etanol absoluto.
- Metanol.
- n-hexano.
- Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxílico (trolox).
- 2,2-difenilpicrilhidrazyl (DPPH).

Los reactivos utilizados fueron de grado analítico y de las marcas Merck Darmstad y Sigma Chemical Company.

#### 3.5.3 Material biológico

Hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”

#### 3.5.4 Equipos

- Destilación por arrastre con vapor de agua.
- Potenciómetro Orion. Modelo SA720.
- Cromatógrafo de Gases / Espectrometría de Masas (CG/EM).  
Modelo CG: Trace/Em:Trace.
- Espectrofotómetro: Espectro UV. VIS Double Beam PC.
- Homogenizador Vortex Mixer. VM300.

### 3.6 Entidades donde se desarrollo la investigación

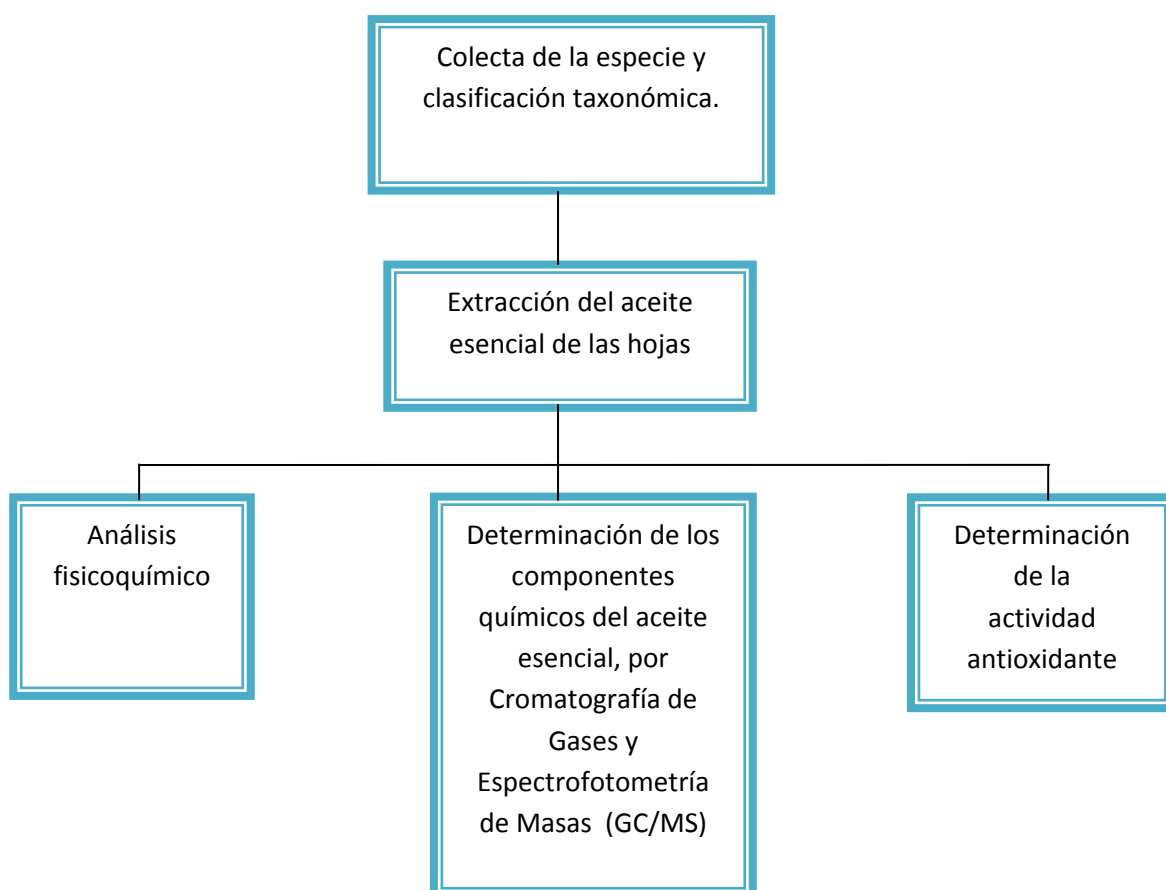
- Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM.

- Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición “Alberto Guzmán Barrón” de la Facultad de Medicina Humana de la UNMSM.
- Instituto de Medicina Legal. Ministerio Público.

### 3.7 Tipo de investigación

Analítica, experimental, prospectiva y longitudinal.

### 3.8 Diseño del trabajo experimental



#### 3.8.1 Colecta de la especie vegetal

Las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” fueron recolectadas en 12°37’50” Longitud Oeste y 73°47’40” Latitud Sur; en el Departamento de Loreto, durante el mes de febrero del 2012. La clasificación taxonómica se realizó en el Museo de Historia Natural de la UNMSM.



### 3.8.2 Obtención del aceite esencial

A 15kg de hojas frescas fueron tratados en un equipo de acero inoxidable y sometido a destilación por arrastre de vapor de agua, recibándose el aceite en una probeta florentino. La deshidratación del aceite esencial se realizó utilizando sulfato de sodio anhidro grado reactivo, con posterior filtración y conservación del aceite en un frasco de vidrio de color ámbar a temperatura de 4°C.

### 3.8.3 Rendimiento del aceite esencial

El volumen de aceite esencial obtenido en la probeta florentino, utiliza el método gravimétrico-volumétrico determinó un porcentaje de rendimiento de acuerdo con la siguiente expresión.

$$\%RAE = \text{Vol. AE (mL)} / P_{\text{muestra}} \text{ (g)} \times 100$$

*Donde:*

Vol. AE: Volumen del aceite esencial obtenido en mililitros.

P<sub>muestra</sub>: Peso de la muestra a destilar en gramos.

El rendimiento de aceite esencial fue de 0,01 por ciento v/p

### 3.8.4 Análisis preliminar fisicoquímico

Por el análisis preliminar se realizó la solubilidad del aceite utilizando solventes orgánicos de acuerdo a su polaridad creciente, así mismo; se determinó el pH y el índice de refracción.

### 3.8.5 Determinación de los componentes químicos del aceite esencial, por Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de Masas (CG/EM)

En la aplicación del método, se corrió la muestra a temperatura inicial de 100°C con rampa de 16°C por minuto, hasta temperatura final de 255°C y calentamiento por un minuto. El flujo de corrida fue el gas helio a 1mL por minuto hasta 330°C con calentamiento por cinco minutos y la temperatura del inyector a 200°C. Todo el desarrollo del análisis se realizó en un tiempo promedio de 20 minutos. La detección y elucidación de los

componentes químicos del aceite esencial, se identificó por comparación con los estándares de espectros de masas de las respectivas bibliotecas.

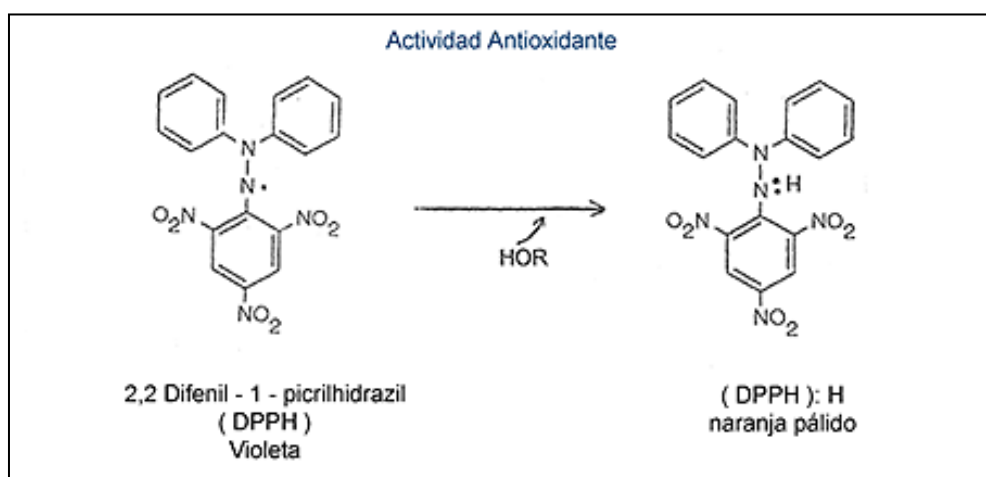
### 3.8.6 Determinación de la actividad antioxidante

Se realizó utilizando el método del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH).

### 3.8.7 Método de captación del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH)

#### Fundamento

El 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH) es un radical libre estable, que presenta coloración púrpura con absorbancia a 517nm. Las sustancias atrapadoras de radicales libres (donadoras de H) reaccionan con este compuesto y producen la desaparición del color. La reacción se mide la disminución de la absorbancia a 517nm. Los resultados se pueden expresar como IC50, % de inhibición, % de actividad antirradicalaria o equivalentes a trolox o vitamina C.



**Figura 5.** Reacción de la actividad antioxidante del DPPH<sup>19</sup>

#### Procedimiento

Las soluciones stock fueron:

- Solución metanólica de DPPH a concentración de 20mg/L.
- Blanco con metanol agua.
- Blanco de muestra en butanol.
- Trolox como sustancia de referencia de captación del DPPH.

Realizada la mezcla se deja en reposo a temperatura ambiente alejada de la luz por 30 minutos y se lee en el espectrofotómetro a 517nm.

La captación de radicales libres se expresa como una concentración efectiva 50% (CE50), que viene a ser la concentración de sustancia de prueba que se requiere para reducir la absorbancia de la solución del DPPH en 50%.

Los resultados se expresan en:

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

*Donde:*

A= Lectura DPPH

B= Lectura del aceite esencial

Y se determina IC50 para el trolox y para el aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. "siuca culantro".

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Extracción del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”

El método de destilación con arrastre con vapor de agua permitió obtener un rendimiento de 0,01% v/p.

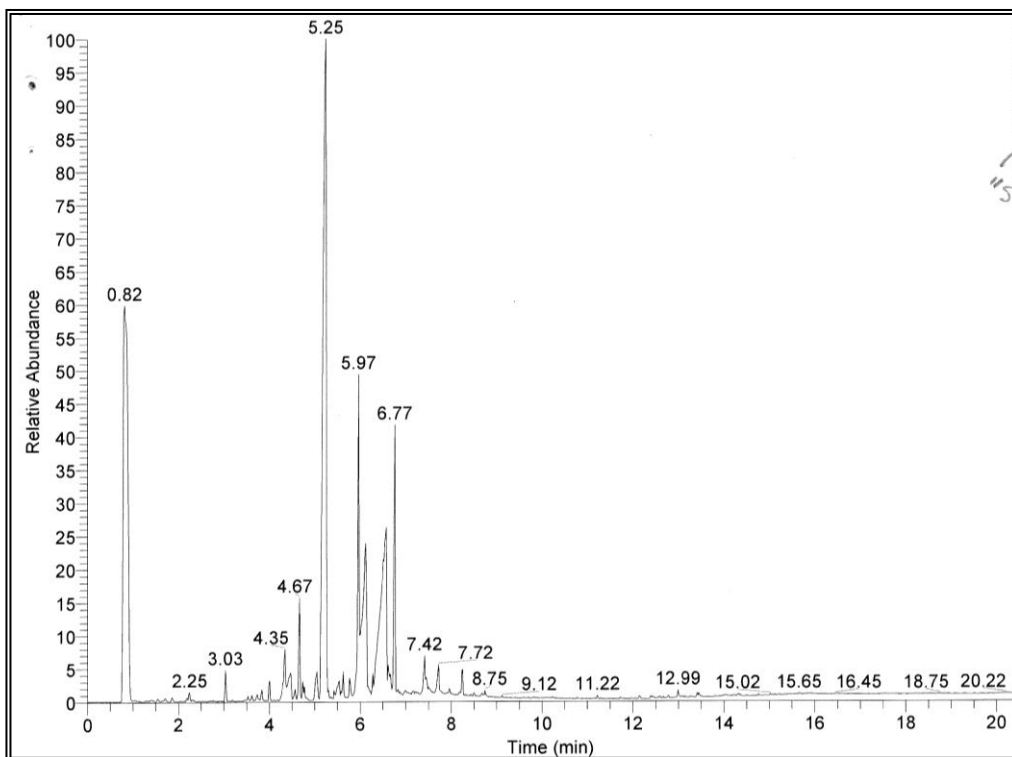
### 4.2 Análisis preliminar y ensayos fisicoquímicos

**Tabla 1.** Análisis preliminar y ensayos fisicoquímicos de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”

DETERMINACIONES	RESULTADOS
<b>Análisis organoléptico</b>	Líquido, oleoso, ligeramente amarillo, aromático, agradable, volátil, picante.
<b>Miscibilidad</b>	Miscible en éter etílico, n-hexano, cloroformo, alcohol absoluto y diclorometano. Inmiscible en agua y en etanol al 50%
<b>Constantes físicas</b>	pH: 6.6 Índice de refracción (21°C):1,346 Gravedad específica (21°C):0,925g/mL

### 4.3 Determinación de la composición química del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”

El análisis cualitativo del aceite esencial realizado por Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de Masas (CG/EM), elucidó e identificó los componentes químicos que se presentan en la figura 7 y tabla 2.



**Figura 8.** Cromatograma de Gas del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. "siuca culantro".

**Tabla 2.** Composición química del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, determinado por Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de Masas (CG/EM).

<b>COMPONENTES QUÍMICOS</b>	<b>TIEMPO DE RETENCIÓN (T.R.) (Minutos)</b>
p-cymene	1,86
1-undecene	2,20
undecane	2,25
decanal	3,03
1-decanol	3,53
2,6,10-trimetiltetradecano	3,73
undecanal	3,84
2,4,6-trimetilfenol	4,01
2,4,5-trimetilbezaldehido	4,35
ácido cáprico	4,47
dodecanal	4,67
trans-2-undecen-1-ol	4,74
2-dodecenal	5,25
ácido 2,4,6-trimetilbenzoico	5,54
nonadecano	5,63
ácido láurico	6,12
tetradecanal	6,27
ácido linoleico	6,58
ácido mirístico	7,42
1-nonadecene	8,51
ácido palmítico	8,68
ácido oleico	9,12

#### 4.4 Espectros de los componente químicos del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. "siuca culantro"

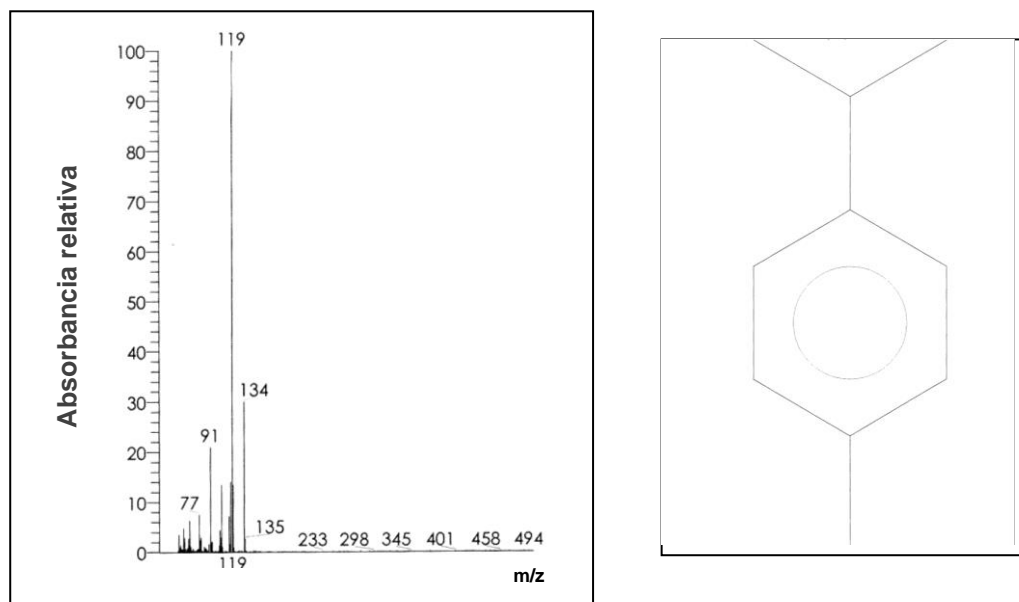


Figura 9. Espectro de la estructura de p-cimeno

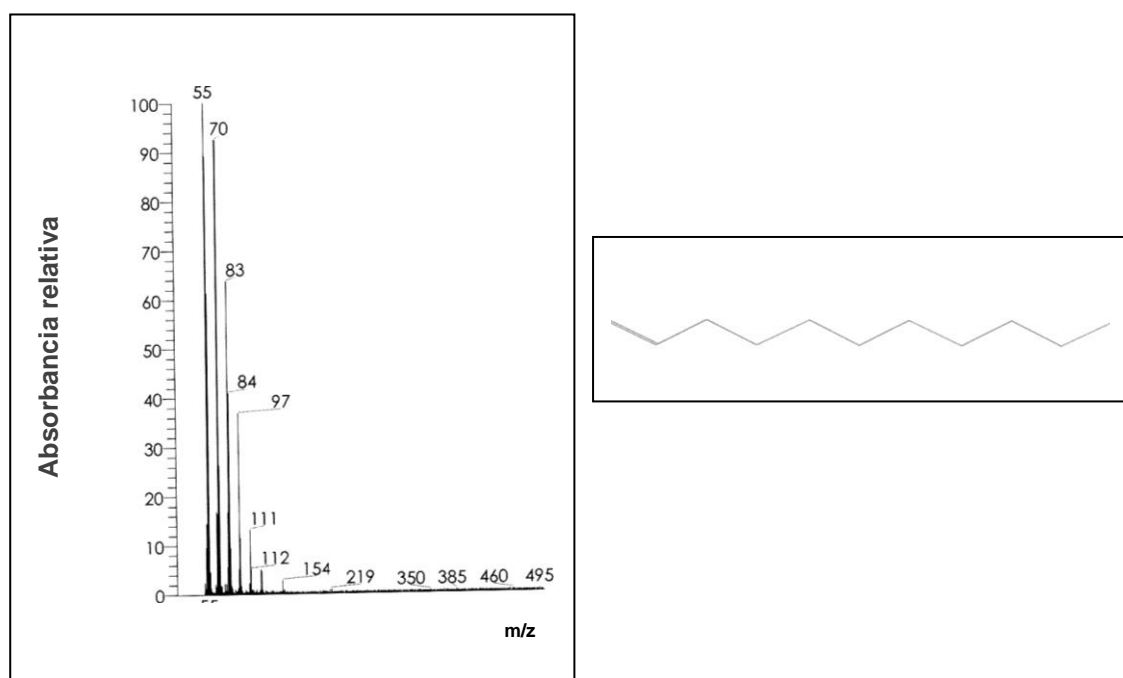
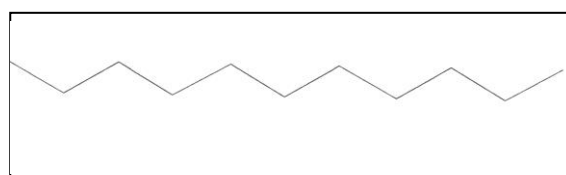
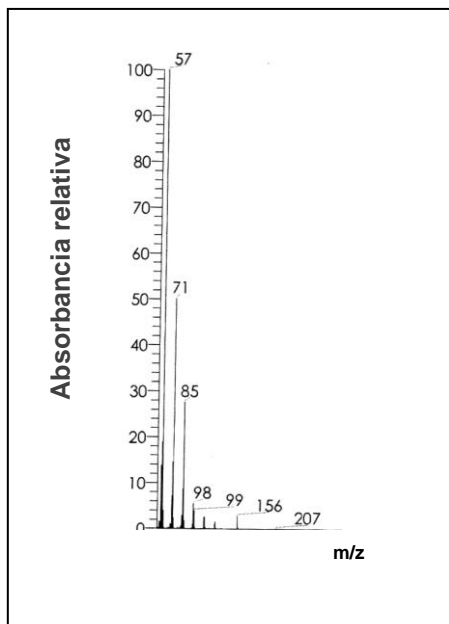
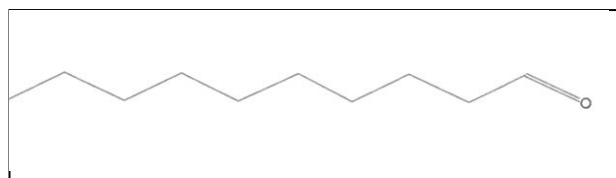
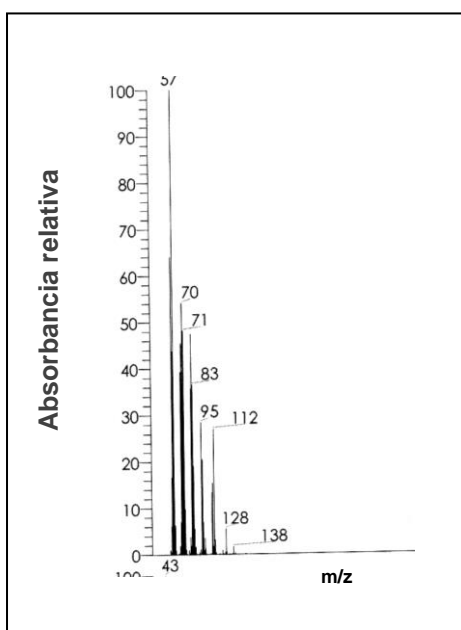


Figura 10. Espectro de la estructura de 1-undecene



**Figura 11.** Espectro de la estructura de undecane



**Figura 12.** Espectro de la estructura de decanal



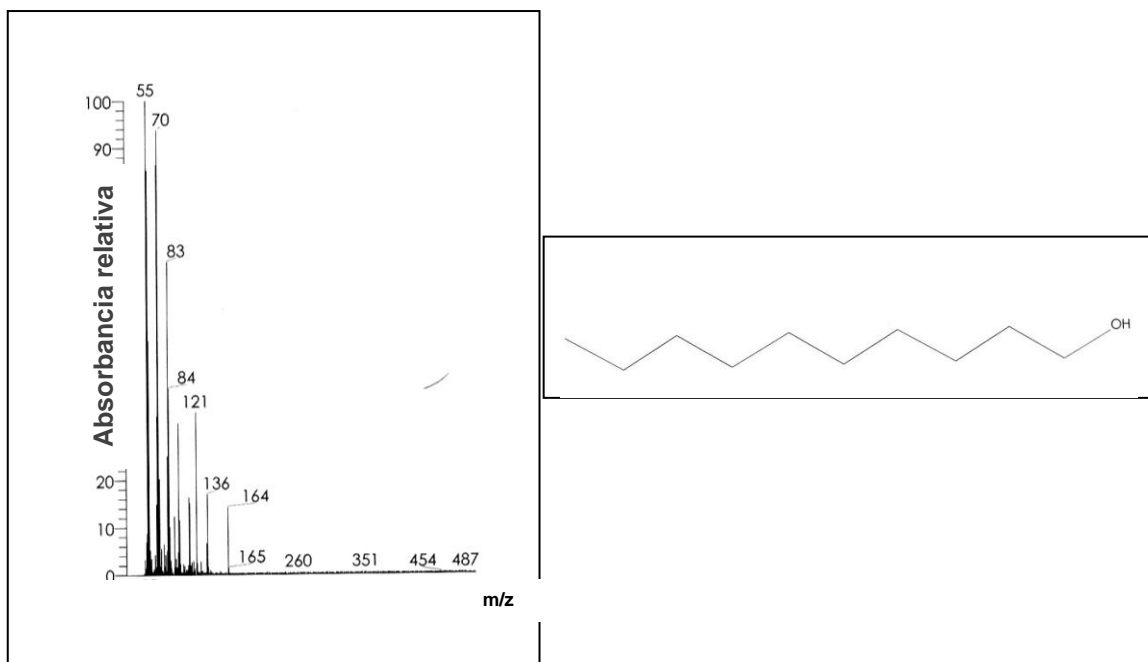


Figura 13. Espectro de la estructura de 1-decanol

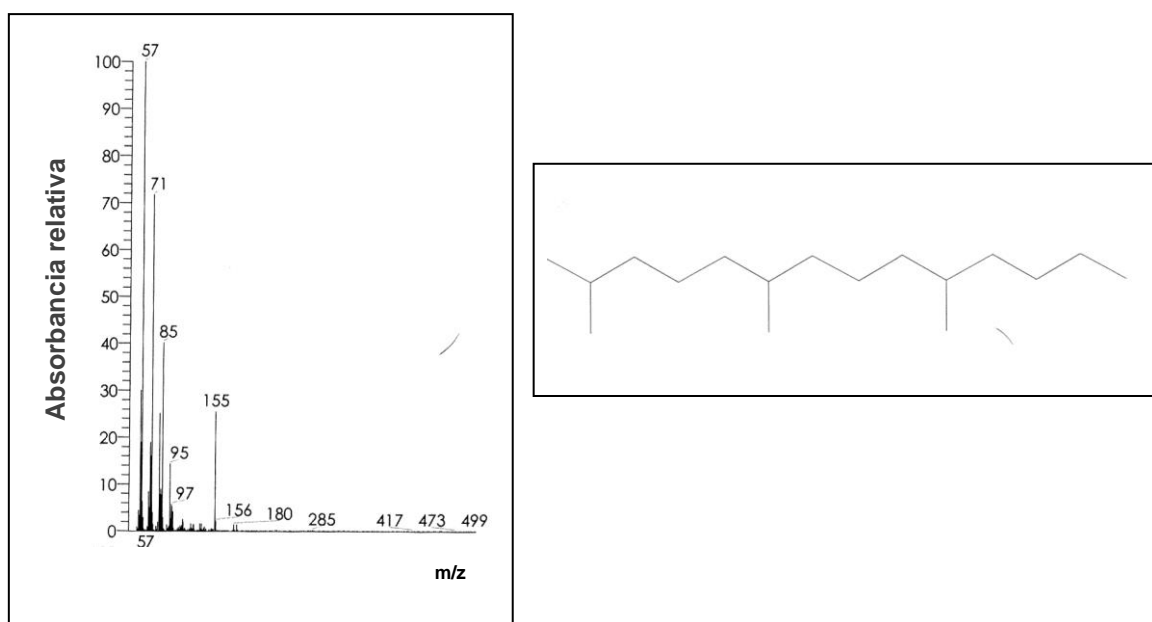
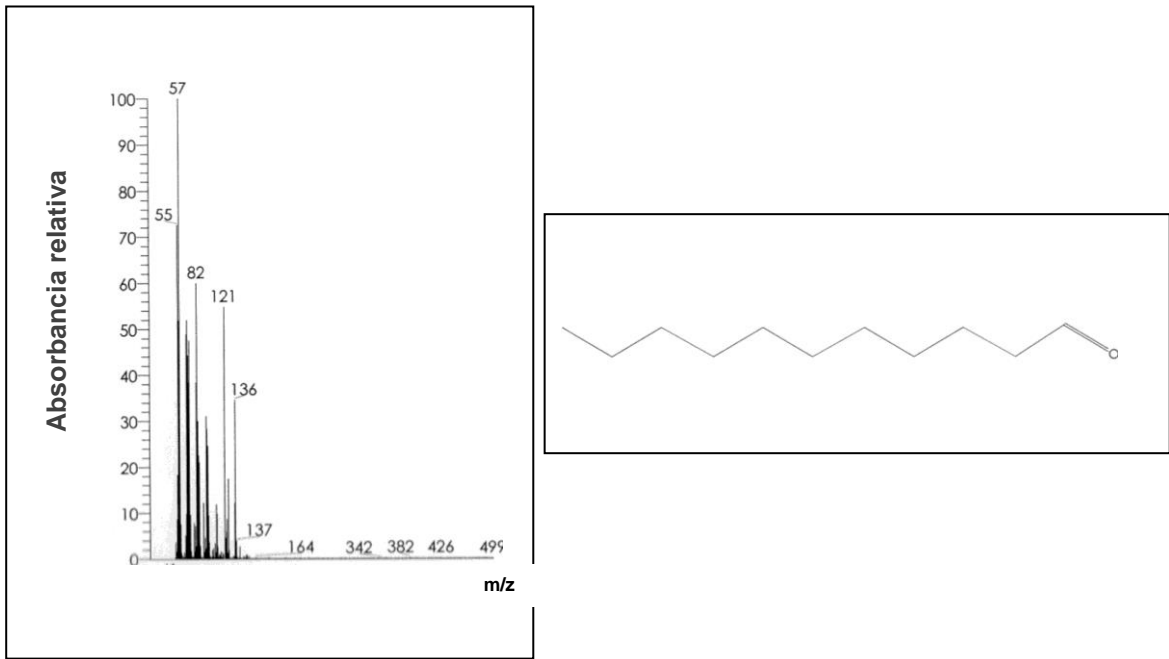
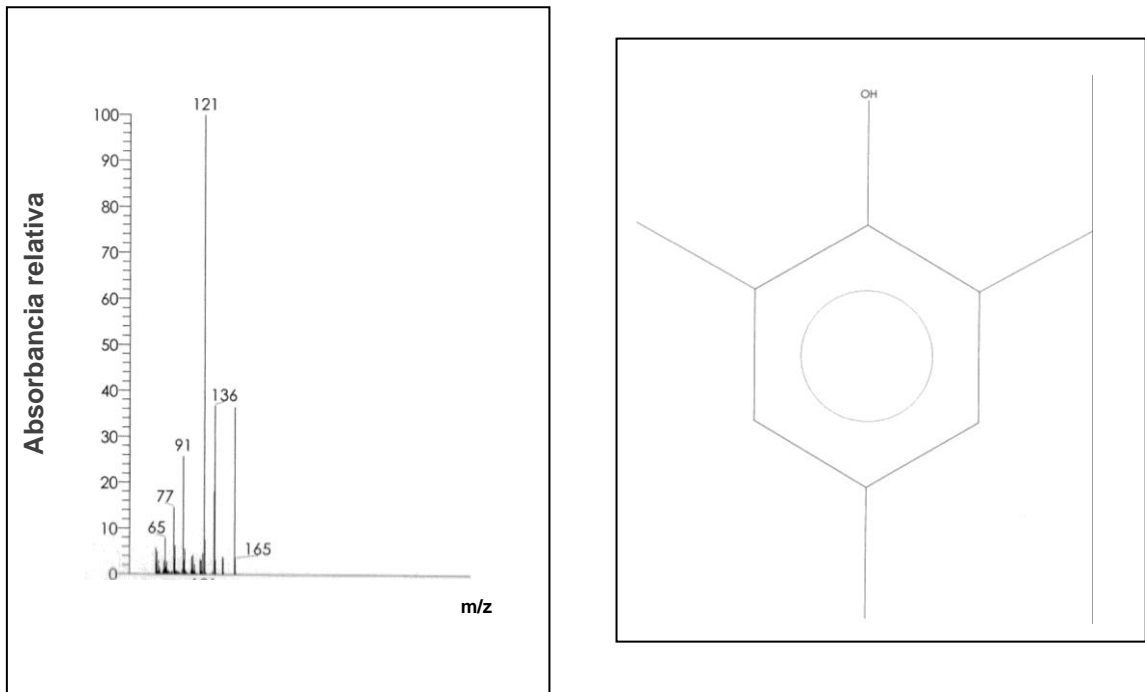


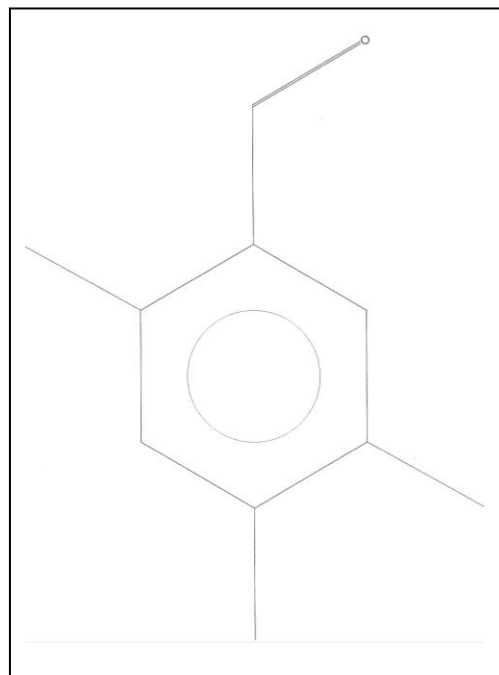
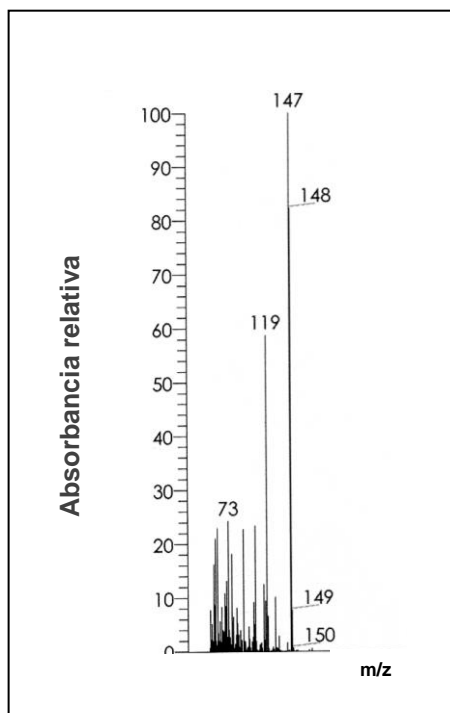
Figura 14. Espectro de la estructura de 2, 6, 10-trimetiltetradecano



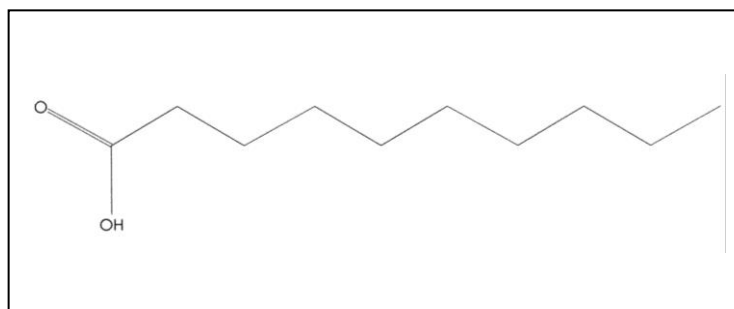
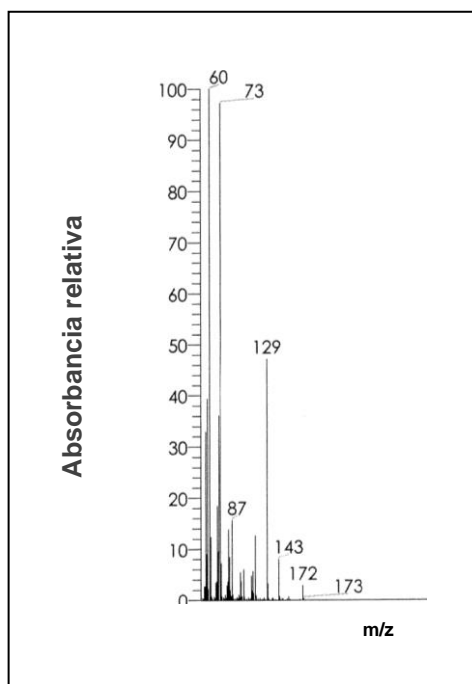
**Figura 15.** Espectro de la estructura del undecanal



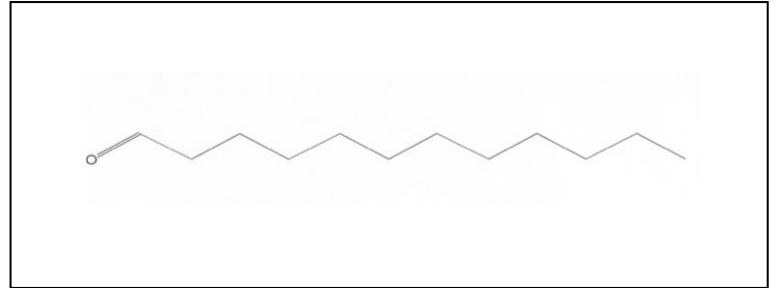
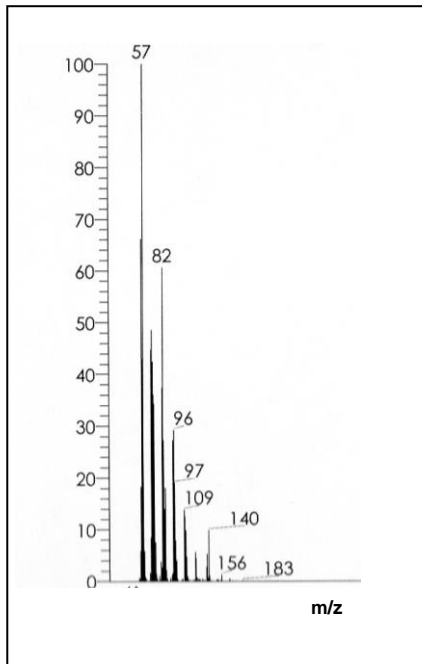
**Figura 16.** Espectro de la estructura de 2,4,6-trimetilfenol



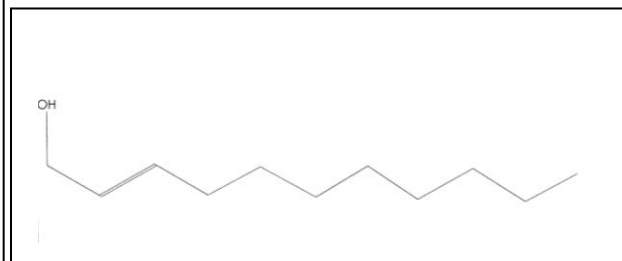
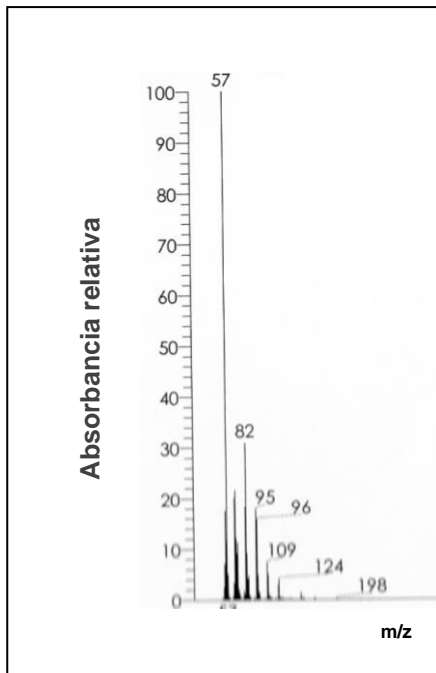
**Figura 17.** Espectro de la estructura de 2,4,5-trimetilbealdehido



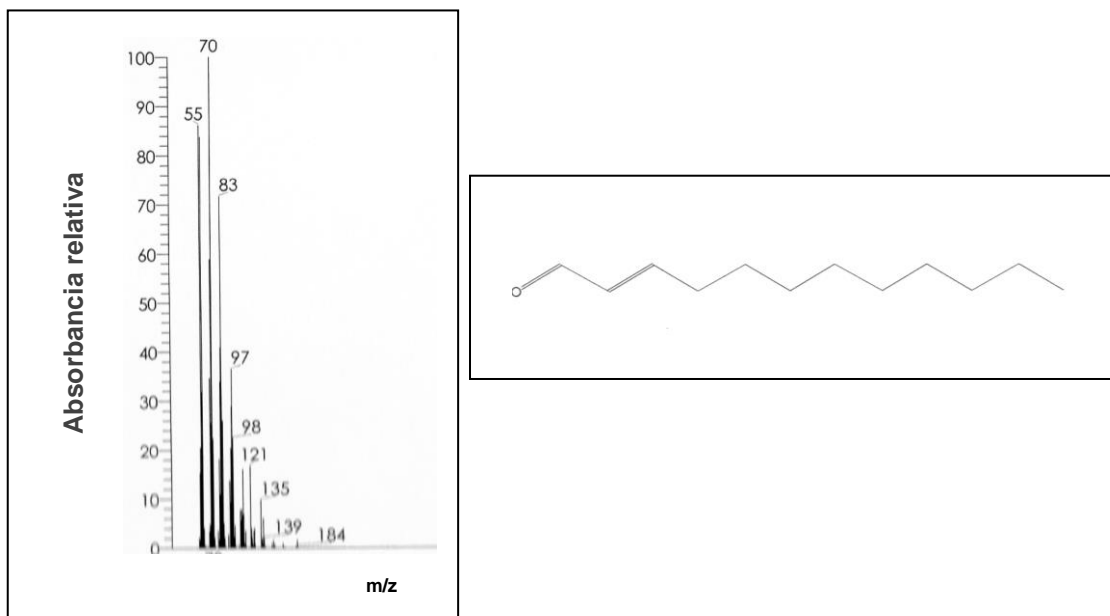
**Figura 18.** Espectro de la estructura de ácido cáprico



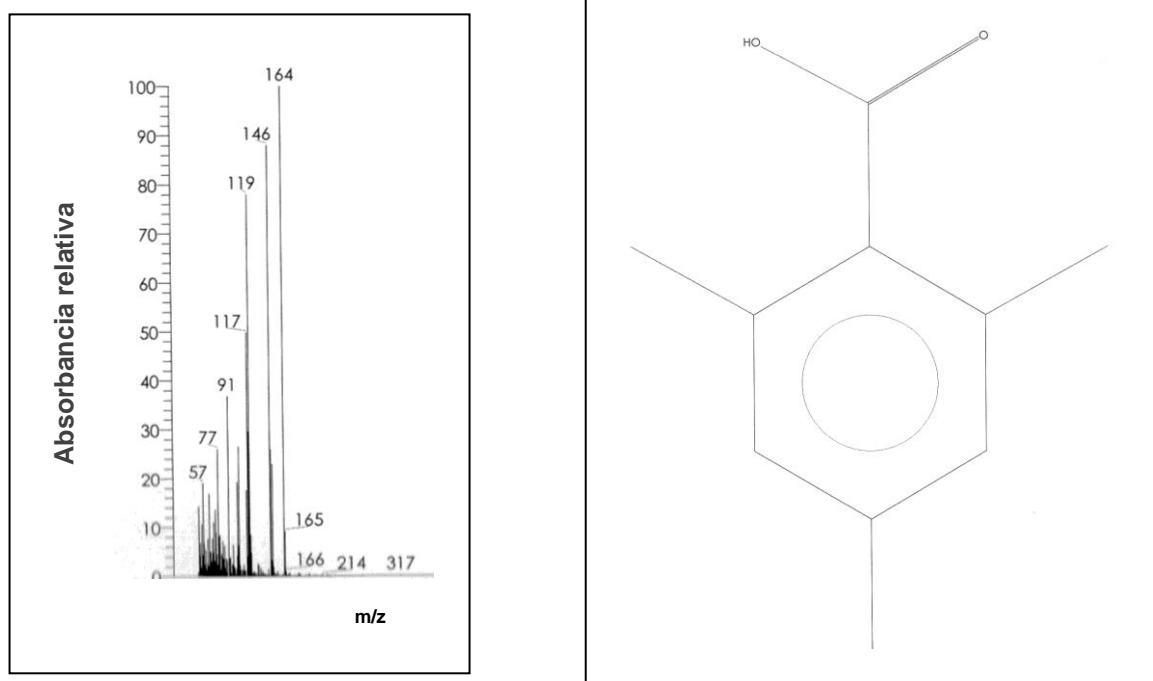
**Figura 19.** Espectro de la estructura de dodecanal



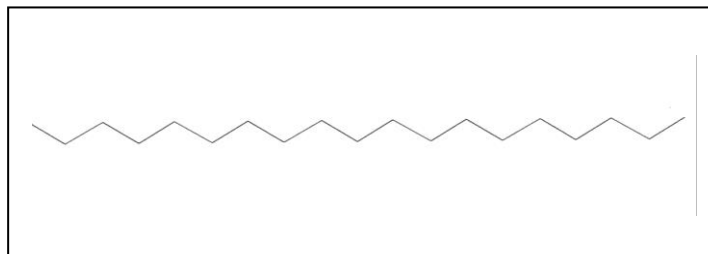
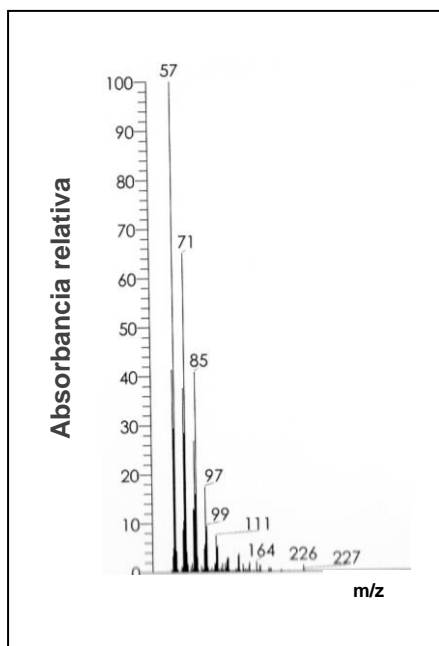
**Figura 20.** Espectro de la estructura de trans-2-undecen-1-ol



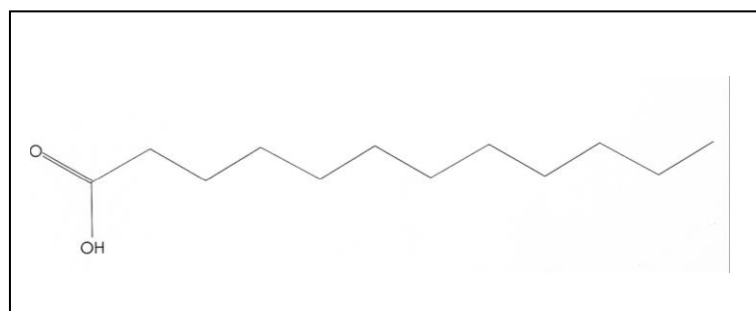
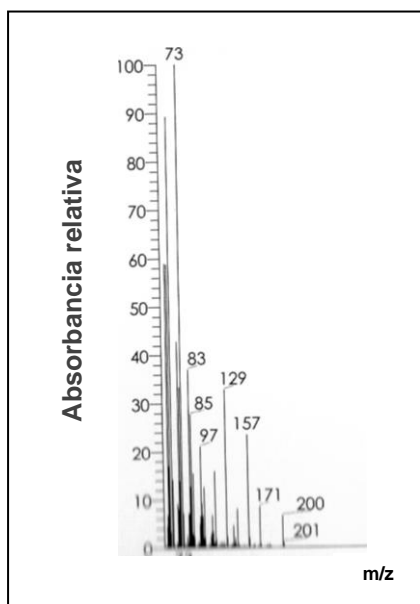
**Figura 21.** Espectro de la estructura de 2-dodecenal



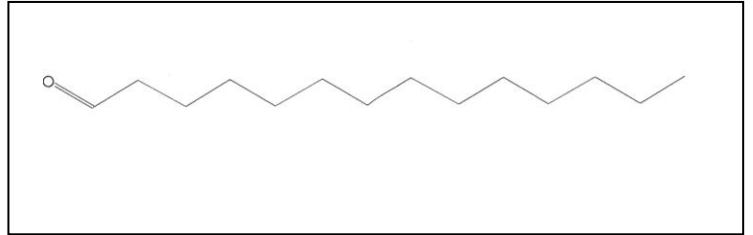
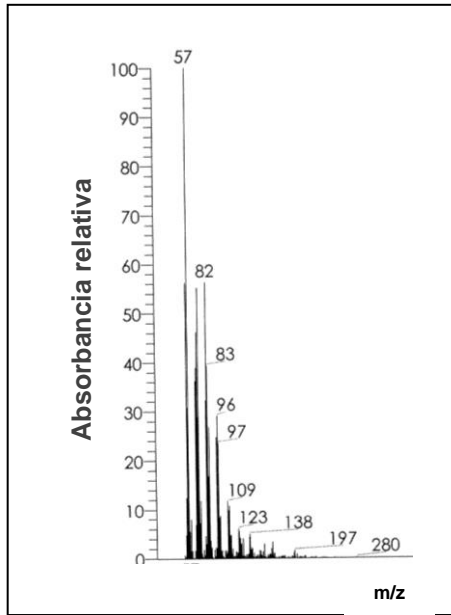
**Figura 22.** Espectro de la estructura de ácido 2,4,6-trimetilbenzoico



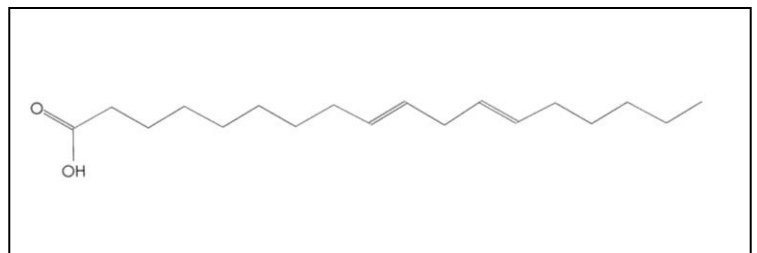
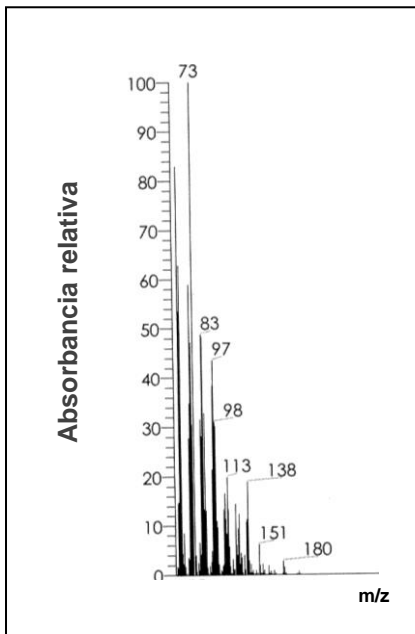
**Figura 23.** Espectro de la estructura de nonadecano



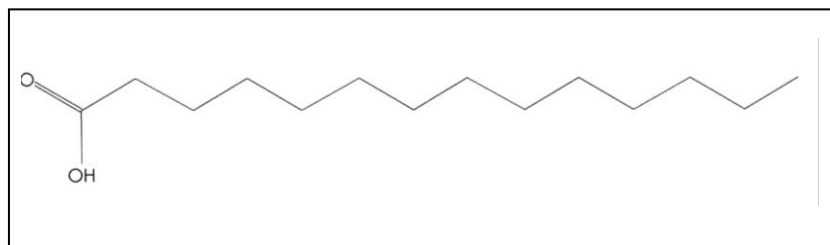
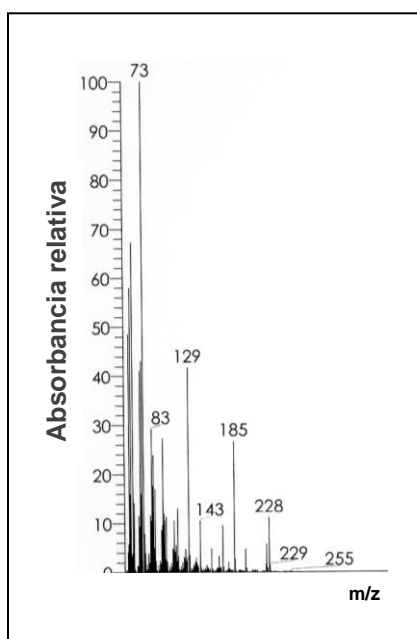
**Figura 24.** Espectro de la estructura de ácido láurico



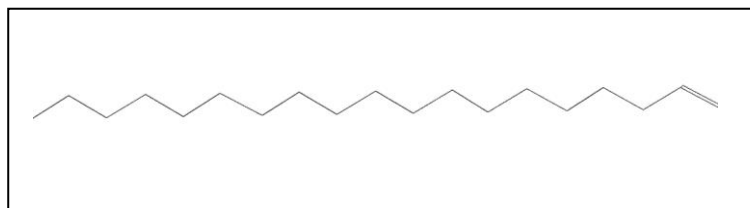
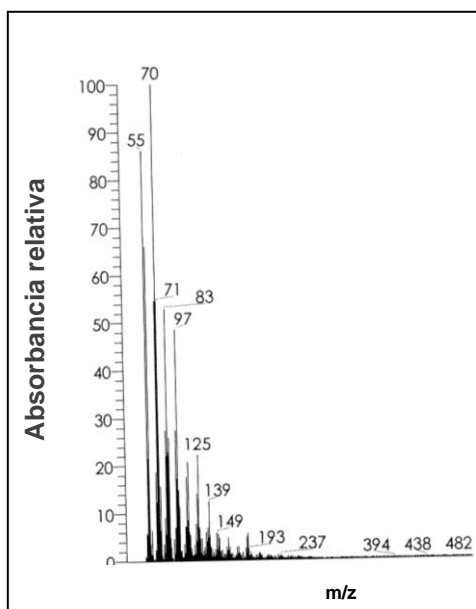
**Figura 23.** Espectro de la estructura de tetradecanal



**Figura 26.** Espectro de la estructura de ácido linoleico

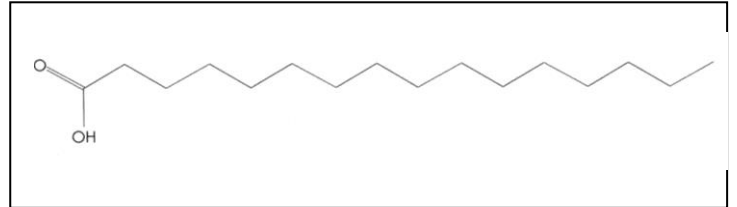
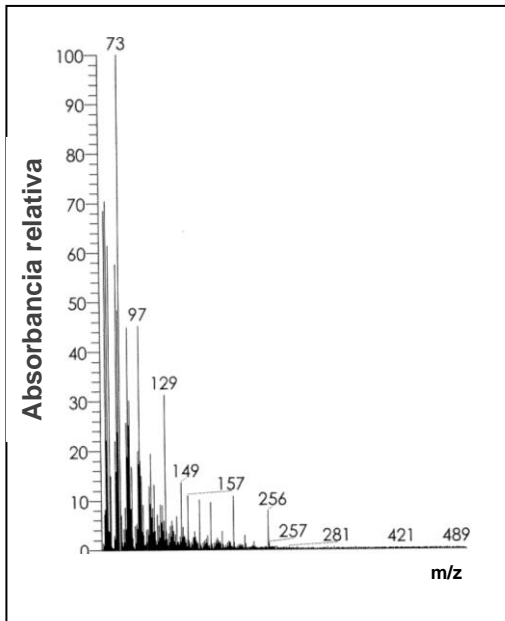


**Figura 27.** Espectro de la estructura de ácido mirístico

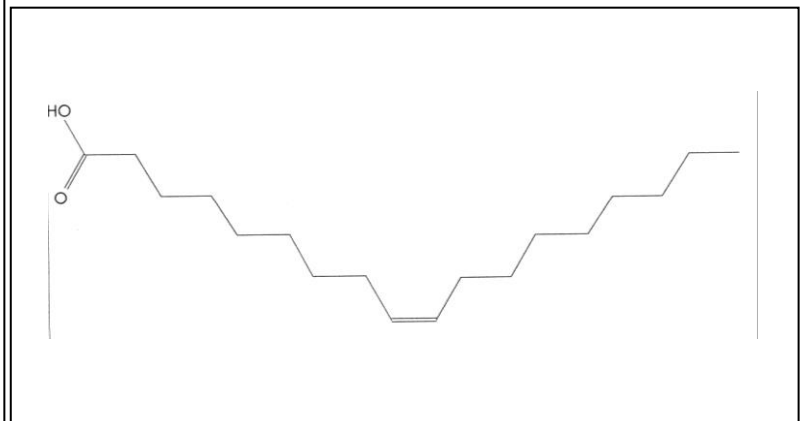
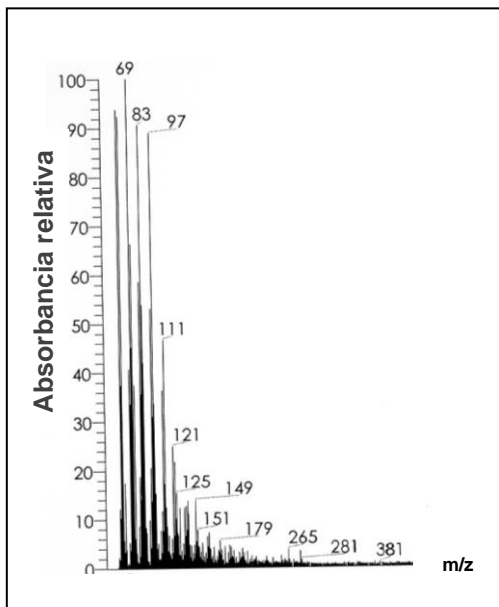


**Figura 28.** Espectro de la estructura de 1-nonadecene





**Figura 29.** Espectro de la estructura de ácido palmítico



**Figura 30.** Espectro de la estructura de ácido oleico

#### **4.5 Determinación de la actividad antioxidante del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”**

##### **4.5.1. Método de captación del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH)**

La actividad antioxidante del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” determinada con el modelo del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil y comparado con el trolox, presenta un efecto de captación del radical DPPH, expresado en porcentaje de captación de 70% equivalente a 150mg/mL.

En la determinación de la actividad antioxidante entre la concentración y el efecto de captación del radical DPPH, se corrobora que a mayor concentración mayor es el efecto antioxidante del aceite esencial.

## V. DISCUSIÓN

De las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, proveniente de la región Amazónica del Perú; se obtuvo su aceite esencial por el método de arrastre con vapor de agua con un rendimiento de 0,01% v/p; que por análisis preliminar y fisicoquímico y el parámetro de calidad aromática propia de su especie y su zona geográfica, respondió a las determinaciones físicas de densidad, pH y solubilidad propias de los aceites esenciales<sup>29</sup>. En cuanto a la composición química cualitativa determinada por Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (CG/EM), los resultados obtenidos indican que el aceite esencial está conformado por componente terpénicos, aromáticos hidrocarburos alifáticos de naturaleza alcohólicas, aldehídica y cetónica; así como ácidos grasos y ácidos carboxílicos que le confieren al aceite esencial avanzada bioactividad de calidad aromática, que al actuar en sinergismo refuerzan la actividad biológica confiriéndole la aromaticidad característica que tiene esta especie y su aplicación en potajes típicos en el arte culinario de nuestra Amazonia.

Existen trabajos de investigación sobre el aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, a pesar de su uso popular como condimento similar al *Coriandrum sativum* “culantro”, que justifique el conocimiento de su aroma alimentaria. La elucidación de las estructuras determinadas por Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de Masas (CG/EM), ha permitido conocer los componentes químicos que posee su aceite esencial. Estudios realizados en la obtención de aceites esenciales en especies como *Origanum vulgare* L. “orégano” explican y corroboran el bajo rendimiento que se obtienen de los aceites esenciales; así el orégano rinde 0,22%<sup>30</sup>; el *Minthostachys mollis* “muña” rinde 0,19%<sup>31</sup>; el *Zingiber officinalis* “jengibre” rinde 0,8%<sup>32</sup>

Se ha logrado elucidar 22 componentes químicos entre los que destacan por su carácter orgánico funcional de carácter ácido: los ácidos cáprico, oleico, laurico, mirístico, palmítico, linoleico y el ácido 2,4,6-trimetilbezoico. Asimismo, hidrocarburos alifático como el nona decano, 2,6,10-trimetiltetradecano y undecano. También se ha identificado un monoterpeno, el p-cimeno; dos hidrocarburos insaturados, el 1-

nonadecene y el 1-undecene; otros de naturaleza alcohólica como el 1-decanol, el trans-2-undecen-1-ol, así mismo compuestos de naturaleza aldehídica como el 2-dodecenal, decanal, undecanal, dodecanal, tetradecanal y el 2,4,5-trimetilbezaldehido; también se ha logrado elucidar un compuesto de naturaleza fenólica, el 2,4,6-trimetilfenol, el que sería el marcador responsable de expresar la actividad antioxidante con el p-cimeno; que actúan sinérgicamente con los otros constituyentes químicos.

El mecanismo de acción de los polifenoles está vinculado a su capacidad para donar hidrógenos y a su acción quelante con iones metálicos; la actividad antioxidante reside en sus estructura químicas, que les permite reaccionar con los radicales libres<sup>33</sup>.

La presencia e identificación de ácidos carboxílicos como el ácido cáprico, oleico, laurico, mirístico, palmítico, linoleico y el ácido 2,4,6-trimetilbezoico, fortalecerían en sinergismo las propiedades de esta especie; así mismo, la presencia de compuestos hidrocarbonados saturados e insaturados como el nonadecano, como el 2,6,10-trimetiltetradecano, undecano, 1-nonadecano y 1-undecene; otros de naturaleza alcohólica como el decanol, el trans-2-undecen-1-ol; de naturaleza aldehídica como el 2-dodecenal, decanal, undecanal, dodecanal, tetradecanal y 2,4,5-trimetilbezaldehido influirían en su carácter aromático del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. "siuca culantro". El p-cimeno y el 2,4,6-trimetilfenol serían los cabezas de serie de la aromaticidad y actividad antioxidante que actuando en sinergismo con el resto de metabolitos reforzarían la actividad biológica del aceite esencial, haciéndolo agradable y preferido como aromatizante<sup>34</sup>.

Los metabolitos antioxidantes de plantas se estudian en base a sus estructuras polifenólicas, pero ello no deja de lado que también se encuentre actividad antioxidante en los aceites esenciales que tienen compuestos químicos de terpenos y terpenoides<sup>35</sup>.

En el ensayo con el DPPH utilizado como compuesto que permite poner en evidencia la actividad donadora de electrones o de átomo de hidrógeno no específico<sup>36</sup>, se observa que el aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. "siuca culantro", presenta a 150mg/mL un 70% de captación del radical DPPH comparado con el trolox patrón de referencia, lo que sugiere un comportamiento del aceite

esencial como donador de electrones al radical libre DPPH. En la literatura no se reporta ensayo similar con el aceite esencial de las hojas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, por lo que no puede establecerse una comparación. Este resultado es conocimiento generado ya que no se dispone de información previa, hallándose en la literatura científica que a mayor concentración de un aceite esencial mayor es el efecto antioxidante<sup>37, 38</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

- El aceite esencial obtenido de las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro”, se indentificaron los siguientes componentes químicos: p-cymeno, 1-undecene, undecane, decanal, 1-decanol, 2,6,10-trimetiltetradecano, undecanal, 2,4,6-trimetilfenol, 2,4,5-trimetilbezaldehido, ácido cáprico, dodecanal, trans-2-undecen-1-ol, 2-dodecenal, ácido 2,4,6-trimetilbenzoico, nonadecano, ácido láurico, tetradecanal, ácido linoleico, ácido mirístico, 1-nonadecene, ácido palmítico y ácido oleico.
- Se determino la actividad antioxidante del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. “siuca culantro” con el modelo del radical 2,2-difenilpicrilhidrazil comparado al trolox, presenta un efecto de captación del radical DPPH, expresado en porcentaje de captación de 70% equivalente a 150mg/mL.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pinedo M, Rengifo E, Cerruti T. Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana: Estudio de su uso y cultivo. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos – Perú. 1997: p. 103.
2. Soukup J. Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de los Géneros. Lima. Editorial Salesiana. 1987: p. 92.
3. Brack Egg A. Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles en el Perú, Cusco. Editorial: Centro Bartolomé de las Casas, 1999: p. 82.
4. Collazos, C., R. L. White., H. S. White. *et al.* La composición de los alimentos peruanos. Instituto de Nutrición. Ministerio de Salud. 2013. Lima-Perú.
5. Lock de Ugaz O. Investigación Fitoquímica. Métodos en estudios de productos naturales. 2ª Edición. Fondo Editorial PUCP, Lima 1994: p.8 -10.
6. Pérez S. Frank. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las hojas frescas de *Eryngium foetidum* L “siuca culantro” Tesis Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. 2012.
7. Simon OR, Singh N. Demonstration of anticonvulsant properties of an aqueous extract of Spirit Weed (*Eryngium foetidum* L.). *West Indian Med J.* 2001 Jun;35 (2):121-5. PubMed PMID: 3739342.
8. García MD, Sáenz MT, Gómez MA, Fernández MA. Topical antiinflammatory activity of phytosterols isolated from *Eryngium foetidum* on chronic and acute inflammation models. *Phytother Res. African Journal Biotechnology* Jun 2008. PubMed PMID: 10189959.
9. Lans C. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for reproductive problems. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2007 Mar 15;3:13. PubMed PMID: 17362507.
10. Arango, J., Gómez L., Sinigúí B., Domicó N. & Bailarín O. Plantas de Uso Alimenticio de las Comunidades Emberá de Selva: Caso de trabajo Etnobotánico: Territorios Indígenas de Frontino y Dabeiba (Occidente Antioqueño). Organización Indígena de Antioquia, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico & AIC. Colombia, 2008.
11. Bruneton, J. Elementos de Fitoquímica y farmacognosia. Editorial Acribia-Zaragoza; 2001.

12. Bandoni, A. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica, su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores. Edit. UNLP-CYTED. Buenos Aires Argentina 2000.
13. Velasco M. Compendio de Farmacología General. 1 Edición Editorial Interamericana Mc. Graw Hill. Madrid-España; 2001.
14. Francesco P. Las guías del bienestar. Aceites esenciales [serie online] 2003 [acceso el 18 de mayo del 2012]. Disponible en la Web: <http://www.chipubilb.org./search/details/cn/1658575>.
15. Aromaterapia. [online 2007] [acceso el 26 de abril del 2012] Disponible en la Web:  
[http://www.flaires.com/web\\_flaires/web\\_aromaterapia/Aceites\\_esenciales.htm](http://www.flaires.com/web_flaires/web_aromaterapia/Aceites_esenciales.htm)
16. Tránsito López Luengo M. Fitoterapia. Las planta medicinales. Offarm [Revista electrónica] 2001.[Citado 16 de abril 2012]; 20(10):112-7. Disponible en URL: <http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.resumenpident=13021231>.
17. Dominguez, X.; Métodos de Investigación Fitoquímica. 3era edición. México. Edit. Limusa, S.A. pag. 229-238; 2001.
18. María A., Melva Y. Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Senecio nivalis* (H.B.K). Lima. Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM. 1998.
19. Rodriguez J. Menéndez López J. Trujillo López Y. Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativa. Revista cubana Médica Militar. 2001 (1):36-44.
20. Fleschin S., Fleschin M.; Nita S.; Magearu V. Free radicals mediated proteins oxidation in biochemistry Roum. Biotechnol. Lett; 2000. 5(6): 479-795.
21. Depeng W.; Cederbaum A.. Alcohol, oxidative stress, and free radical damage. Alcohol Research & Health; 2000. Pag: 277-284.
22. Fehér J. Csomós G. Vereckei A. Free radicals reactions in medicine. Berlin, Heidelberg: Spring – Verlag. 2001.
23. Barja G. Radicales libres y antioxidantes. En: cascales M. Bioquímica y Fisiopatología del estrés oxidativa. Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia. Versión impresa 2014.
24. Pokony J, Yanishlieva N, Gordon M, editors. Antioxidantes de los alimentos aplicaciones prácticas. España.: Acribia. 2001.







25. Grinsted M. 1994. Types of antioxidants and their historical background. Boletín technical N° 13, Dinamarca. 1994.
26. Shahidi F, Janitha P, Wanasundara P. Phenolic Antioxidants. Critical reviews food science and nutrition. Volumen 83. Diciembre 2003. 32(1):67-103.
27. International Life Sciences Institute. Antioxidants: scientific basis, regulatory aspects and industry perspectives. Summary of workshop held 8-9 february. 1996.
28. Tafur GG., Martínez JR., Stashenko EE. Evaluación de la actividad antioxidante de aceites esenciales en emulsiones degradadas por radiación ultravioleta. Revista Colombiana de Química. 2005 Vol. 34, N° 1. 43-55.
29. Ortuño MF. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Primera edición. España: Aiyana ediciones; 2006.
30. Anchante R. Estudio de la actividad antifúngica del aceite esencial de *Origanum vulgare* L. Tesis para optar al Título de Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima. 1998.
31. Cano C. Actividad antimicótica *in vitro* y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Mintostachys mollis* (muña). Tesis para optar al Grado de Magister. Facultad de Farmacia y Bioquímica UNMSM. Lima. 2007.
32. Lahlou M. Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. J. Phytother Res. 2004. 18:435-48.
33. Bravo L. Polyphenols.. Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. Article first published online: 27 Apr 2009. Nutr. Rev, 56:317-33.
34. Plowman. T. Aspectos botánicos de la coca. Acta del Seminario Interamericano sobre Coca y Cocaína. . Lima. 2011.
35. Sacchetti G. *et al.* Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobial in foods. Food Chemistry, 2005. Vol. 91, pág. 621-632
36. Joyeux M., Mortier, F., Fleurentin J. 1995. *Phytother. Res.* 9,228.
37. García BL., García GL., Rojo DD., Sánchez GE. Plantas con propiedades antioxidantes. Rev. Cubana Invest Biomed 2001; 20(3): 231-5.
38. Choi H., Song SH., Ukeda H., Sawamura M. Radical-Scavenging activities of Citrus essential oils and their components: detection using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. J Agric Food Chem 2000; 48: 4156-61.

39.I Feria Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Ambato Ecuador. /08-05-2012. <http://www.larepublica.pe>.

## VIII. ANEXOS

### 8.1. Clasificación Taxonómica

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA <b>MUSEO DE HISTORIA NATURAL</b></p>	
<b>"Año de la Integración Nacional y el reconocimiento de Nuestra Biodiversidad"</b>		
<b>CONSTANCIA Nº 199 - USM-2012</b>		
<p>LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:</p>		
<p>La muestra vegetal (planta completa), recibida de <b>Edwin Adalberto RODRIGUEZ LICHJENHELDT.</b>, estudiante de pos grado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM); ha sido estudiada y clasificada como: <b><i>Eryngium foetidum</i> L.</b> y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):</p>		
<p><b>DIVISION: MAGNOLIOPHYTA</b></p>		
<p><b>CLASE: MAGNOLIOPSIDA</b></p>		
<p><b>SUB CLASE: ROSIDAE</b></p>		
<p><b>ORDEN: ARALIALES</b></p>		
<p><b>FAMILIA: APIACEAE</b></p>		
<p><b>GENERO: <i>Eryngium</i></b></p>		
<p><b>ESPECIE: <i>Eryngium foetidum</i> L.</b></p>		
<p>Nombre vulgar: "Siuca Culantro" Determinada por: Blgo. Severo Baldeón Malpartida</p>		
<p>Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.</p>		
<p>Fecha, 01 de Agosto de 2012</p>		
		
<p> <b>Dra. BETTY MILLÁN SALAZAR</b> DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)</p>		

## 8.2 Cromatógrafo de Gases / Espectrofotometría de Masas (CG/EM)



## 8.3 Investigador y equipo extractor de aceites esenciales.

