



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA FARMACÉUTICA

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN:
QUÍMICA FARMACÉUTICA

TÍTULO: Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (Orégano), utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) UNAN-Managua, Enero - Junio 2021

Autores:

Bra. Kathya Auxiliadora Bermúdez Gómez

Bra. Paola Denise Estrada Hernández

Tutor:

PhD. MSc. Carla Martínez Algaba

Asesor:

Msc. Mariano Guerrero Sáenz

Managua, Año 2021

DEDICATORIA

Dirigido a Dios, que es el dador de todo; al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos y al departamento de Química de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la UNAN-Managua, por facilitar espacio, recursos y tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos y guiarnos desde el inicio de nuestra carrera, por permitirnos alcanzar este triunfo.

A nuestros padres, por motivarnos a ser perseverantes y por enseñarnos a cumplir cada una de nuestras metas.

Al personal profesional del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos, por hacer posible este trabajo científico.

A nuestros docentes, por habernos brindado sus conocimientos durante el transcurso de la carrera.

A PhD. MSc. Carla Martínez Algaba, por creer en nosotras y animarnos a realizar este trabajo.

A Msc. Mariano Guerrero, por asesorarnos, su apoyo y paciencia.

OPINIÓN DEL TUTOR

Yo, Carla del Carmen Martínez Algaba, docente titular del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua, en mi carácter de Tutora del Trabajo Monográfico presentado por las bachilleras: Bra. Kathya Auxiliadora Bermúdez Gómez y Bra. Paola Denise Estrada Hernández, titulado “Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (Orégano), utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) UNAN-Managua, Enero - Junio 2021” para optar el título de Licenciada en Química Farmacéutica, hago constar que he leído la monografía, supervisado y corregido, por lo que considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

El presente trabajo, pretende ser una herramienta importante de apoyo para la realización de otros estudios, durante el desarrollo de este las bachilleras arriba mencionadas realizaron un buen esfuerzo y dedicación en el cumplimiento de cada etapa del desarrollo investigativo.

Aprovecho la ocasión para saludarle y presentarle a usted mis respetos y consideración.

Firmo la presente en Managua el 07 de Junio del 2021.

Atentamente.

PhD. MSc. Carla Martínez Algaba
Doctora en Farmacia
Tutora

RESUMEN

El presente estudio es de tipo experimental. Sus objetivos específicos fueron extraer, analizar e identificar los compuestos químicos con actividad farmacológica, que se encuentran en el aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour). El trabajo se divide en dos partes que muestran, la extracción del aceite y posteriormente su análisis. El método empleado para la obtención del aceite esencial fue el de arrastre de vapor, teniendo como resultado un rendimiento del 0,98%, el cual se encuentra dentro de los rangos de aceptación. La composición química se obtuvo utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas; de la cual se identificaron 28 compuestos con propiedades terapéuticas de interés, comprobando así que el método es adecuado para la identificación de los compuestos del aceite esencial.

Se utilizó la base de datos del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) versión 2.3 para conocer dichos compuestos, a través del espectro de cada uno. Los compuestos detectados con un 95% de coincidencia fueron: γ -terpineno, α -pineno, β -mirceno, canfeno, cariofileno, ácido N-hexadecanoico y Humuleno. Siendo también de los compuestos mayoritarios: el cariofileno, mirceno, canfeno, bisaboleno, óxido de cariofileno y humuleno. Debido a la identificación de estos compuestos, se le confiere al aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) propiedades antioxidantes, antisépticas, expectorantes, antiinflamatorias, estimulante suave del sistema nervioso central, entre otras.

Palabras claves: *Coleus amboinicus* (Lour), aceite esencial, arrastre de vapor, composición química, cromatografía de gases, espectrometría de masas, propiedades terapéuticas.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1	Introducción	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Justificación	3
1.4	Objetivos de investigación.....	4
1.4.1	Objetivos generales:	4
1.4.2	Objetivos específicos:.....	4

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes	5
2.1.1	Nacionales	5
2.1.2	Internacionales	6
2.2	Marco teórico	8
2.2.1	Botánica	8
2.2.2	Farmacognosia.....	8
2.2.3	Medicina Natural	8
2.2.4	Métodos de extracción de aceites esenciales	9
2.2.4.1	Método de arrastre de vapor de agua	10
2.2.5	Técnicas de análisis instrumental	11
2.2.5.1	Cromatografía de gases (GC).....	11
2.2.5.2	Espectrometría de masas	12
2.2.5.3	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)	13
2.2.6	Aceites esenciales	14
2.2.6.1	Características de los aceites	15
2.2.6.2	Caracterización de los aceites esenciales	15
2.2.6.3	Usos de los aceites esenciales	18
2.2.6.4	Aplicación de los aceites esenciales.....	19
2.2.7	Aceite esencial de Orégano	20
2.2.7.1	Composición Química.....	21
2.2.7.2	Propiedades del aceite esencial de orégano.....	21
2.2.8	Orégano	22

2.2.8.1	Cultivo.....	22
2.2.8.2	Variedades de orégano en Nicaragua.....	23
2.2.9	<i>Coleus amboinicus</i> (Lour).....	24
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS		
	HIPÓTESIS.....	26
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO		
4.1	Descripción del ámbito de estudio.....	27
4.2	Tipo de estudio.....	27
4.3	Población y muestra.....	28
4.3.1	Población.....	28
4.3.2	Muestra.....	28
4.4	Variables.....	29
4.4.1	Variables independientes.....	29
4.4.2	Variables dependientes.....	29
4.5	Material y Método.....	30
4.5.1	Materiales para recolectar información.....	30
4.5.2	Materiales para procesar la información.....	30
4.5.3	Materiales de laboratorio, equipos y reactivos.....	31
4.5.4	Métodos para la obtención de aceite esencial de <i>Coleus amboinicus</i> (Lour).....	33
4.5.5	Métodos para el análisis de aceite esencial de <i>Coleus amboinicus</i> (Lour).....	35
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
5.1	Extracción del aceite esencial de <i>Coleus amboinicus</i> (Lour).....	36
5.2	Análisis del AEO por CG/EM.....	37
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1.	CONCLUSIONES.....	44
6.2.	RECOMENDACIONES.....	45
	GLOSARIO.....	46
	BIBLIOGRAFÍA.....	47
	Anexos.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Método arrastre de vapor de agua.....	11
Ilustración 2: Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas	13
Ilustración 3: Aceite esencial de orégano	20
Ilustración 4: Coleus amboinicus (Lour)	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes del método analítico.....	14
Tabla 2: Composición Química de <i>C. amboinicus</i>	21
Tabla 3: Actualización del nombre científico.....	22
Tabla 4: Taxonomía del Orégano	25
Tabla 5: Operacionalización de las variables.....	29
Tabla 6: Materiales y equipos utilizados en el desarrollo de los métodos experimentales.....	31
Tabla 7: Muestra y equipo utilizado en la técnica de extracción.....	33
Tabla 8: Muestra y equipo utilizado en la técnica de análisis.....	35
Tabla 9: Resultados del aceite esencial <i>Coleus amboinicus</i> (Lour).....	36
Tabla 10: Resultados del escaneo del cromatógrafo en la Biblioteca NIST17.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparación de los porcentajes de rendimiento.....	36
Gráfico 2: Cromatograma del análisis del aceite esencial	37
Gráfico 3: Comparación de compuestos del AEO.....	40
Gráfico 4: Repetibilidad de las inyecciones.....	41
Gráfico 5: Comparación de las tres inyecciones realizadas.....	41
Gráfico 6: Compuestos con actividad farmacológica.....	42
Gráfico 7: Factor de coincidencia con la Biblioteca NIST17.....	43.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Descripción Coleus amboinicus (Lour).....	54
Anexo 2: Ficha de identificación morfológica.....	55
Anexo 3: Guía de laboratorio para extracción del aceite esencial.....	56
Anexo 4: Extracción del aceite esencial.....	60
Anexo 5: Análisis del AEO por CG/EM.....	64
Anexo 6: Condiciones operativas.....	66
Anexo 7: Compuestos con alta probabilidad de confianza.....	68
Anexo 8: Cálculo de la densidad de Coleus amboinicus (Lour).....	72.

ABREVIATURAS

AE: Aceite esencial

AEO: Aceite esencial de orégano

CG-EM: Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

CIRA: Centro para la investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

C. amboinicus: *Coleus amboinicus*

SNC: Sistema nervioso central

NIST: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología

UNAN: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES



1.1 Introducción

Desde la antigüedad, los hombres aprendieron a diferenciar las plantas que los alimentan, las que curan y las que los pueden matar. Hoy en día, aunque existen numerosas plantas que se emplean para el tratamiento y prevención de enfermedades en la población, existe un número mayor de plantas que no han sido aprovechadas debido a la falta de investigación de las mismas.

El estudio de los principios activos de origen natural es de gran importancia en el desarrollo de la industria farmacéutica con repercusiones en las ciencias médicas, debido a las propiedades terapéuticas que ofrecen, especialmente los aceites esenciales, que pueden ser obtenidos de diferentes partes de las plantas medicinales y su composición química puede variar dependiendo de la procedencia de la planta, el medio ambiente donde se encuentra y el método de extracción que se emplea.

A pesar de que los principios activos se pueden extraer a través de diferentes métodos que incluye técnicas simples como la destilación por arrastre de vapor hasta métodos complejos como la extracción con fluidos supercríticos, experimentalmente se ha constatado que la extracción por arrastre de vapor es la que presenta mejores porcentajes de rendimiento y permite la obtención de aceites esenciales puros.

El aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour), contiene propiedades antioxidantes, antiflogísticas, expectorantes, antimicrobianas, bactericidas, entre otras, que son atribuidas a los componentes mayoritarios, como el cariofileno, mirceno, canfeno, bisaboleno, óxido de cariofileno y humuleno, los cuales se encontraron utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) como técnica analítica que brinda un análisis cualitativo del extracto.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad las personas utilizan el extracto de orégano para tratar problemas respiratorios, estomacales, como condimento en las comidas e incluso se comercializa a nivel nacional en forma de aceite esencial, sin embargo, hay que tomar en cuenta que el cultivo de esta planta en Nicaragua mayormente es de forma ornamental y que existen diferentes especies, unas autóctonas y otras no propias de la flora nacional que no han sido investigadas en su totalidad, como lo es la especie *Coleus amboinicus* (Lour).

A su vez, se plantea la falta de estudios de caracterización de extractos, que pueden ser por diferentes factores, como poco interés de investigación, el desconocimiento de las técnicas analíticas utilizadas para este fin o por la no existencia de equipos apropiados y en buen estado o calibrados. Por estos motivos la investigación tiene valor en la caracterización de los principios activos de *Coleus amboinicus* (Lour) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa (CG-EM) para identificar la composición química del aceite de orégano.

El *Coleus amboinicus* (Lour) podrá asumir un gran papel en la solución de numerosos problemas en la salud, como es el caso de infecciones causadas por bacterias u hongos. Sin embargo, muchas personas, incluyendo investigadores nacionales, desconocen las propiedades y formas de utilización del *Coleus amboinicus* (Lour), contribuyendo de esta manera al desaprovechamiento de esta planta.

El presente estudio radica en identificar la composición química del aceite de Orégano y se plantea como pregunta:

¿Mediante el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas se puede determinar la composición química del aceite de *Coleus amboinicus* (Lour)?

1.3 Justificación

A través de los años, la medicina natural ha obtenido cada vez más importancia. Según el Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSa), la medicina natural es utilizada por muchas familias nicaragüenses. Los excelentes resultados que brinda, pueden ser corroborados por quienes hacen uso de la misma, a través del consumo de tratamientos a base de plantas o bien a través de terapias y otro tipo de prácticas saludables en la alimentación.

La razón principal de este tema, está asociado con la necesidad de caracterizar los componentes que se encuentran en las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano), utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), que permita que el estudio a través de los grupos químicos encontrados, identifique las propiedades terapéuticas del aceite esencial y así mismo, conocer la factibilidad de que éstos puedan aislarse y que sean utilizados en estudios de preformulaciones como agente activo para un amplio grupo de bacterias patógenas, o para tratar enfermedades.

Las propiedades terapéuticas que se le confieren a esta planta, por el uso de generación en generación, motiva a indagar sus características químicas y de esta manera proporcionar datos científicos confiables a futuros investigadores de la salud que quieran dar respuesta a enfermedades de las vías respiratorias, unas de las causas de hospitalización más frecuentes según el Ministerio de Salud, quien en 2020 en su boletín epidemiológico registró un 76,71% y 5,18% de pacientes con infecciones respiratorias agudas y neumonía respectivamente en pacientes neonatos y de la tercera edad en Nicaragua.

El presente estudio servirá como antecedente para futuras investigaciones destinadas a la utilización de esta planta medicinal, como fitofármaco que mejore el estado de salud o sirva de profilaxis a enfermedades del sistema respiratorio u otras patologías.

1.4 Objetivos de investigación

1.4.1 Objetivos generales:

1. Determinar la composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Extraer aceite esencial de las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour) utilizando el método arrastre de vapor.
2. Analizar el aceite esencial de las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour) por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.
3. Identificar los compuestos orgánicos con propiedades farmacológicas presentes en el aceite esencial de las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour).

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL



2.1 Antecedentes

Como resultado de la búsqueda, revisión y compilación de diversas investigaciones asociadas al presente tema de investigación, se plantean los siguientes antecedentes, haciendo uso del nombre, *Plectranthus amboinicus* (Lour) el cual fue actualizado con el nombre de *Coleus amboinicus* (Lour), luego de una revisión a nivel molecular donde se determinó que la planta, está más relacionada al género *Coleus* (Patón & et. al, 2018).

2.1.1 Nacionales

En revisión bibliográfica no se encontraron referencias de monografías o estudios realizados acerca de la composición química o extracción de aceite esencial de *C. amboinicus* L. o *P. amboinicus* L (Orégano) en Nicaragua, pero se encontró referente a su uso en medicina tradicional.

Mendiola & et. al (2007), en su tesis: **“Plantas medicinales utilizadas por las comunidades de Minvah, Mina el limón y Santa Pancha; Municipio Larreyna”** con el objetivo de identificar las plantas medicinales utilizadas por la población de las comunidades antes mencionas del Municipio de Larreyna. Utilizando un muestreo probabilístico aleatorio simple se entrevistaron a 450 personas, donde el **86% de los individuos mencionaron que utilizan plantas medicinales** como: eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), manzanilla (*Matricaria recutita* L.), Limón (*Citrus aurantifolia*), zacate de limón (*Cymbopogon citratus*), naranjo agrio (*Citrus aurantium*) y el **orégano (*Plectranthus amboinicus* (Lour))**.

2.1.2 Internacionales

Monzote & et. al (2020) en su publicación: “**Pharmacological Assessment of the carvacrol chemotype Essential oil from Plectranthus amboinicus growing in Cuba**” estudiaron la caracterización química, antimicrobiana, antiparasítica y propiedades citotóxicas del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour) y su principal componente carvacrol. **Identificando 21 componentes** en el aceite mediante cromatografía de gases acoplada a un detector espectrométrico de masas. En este aceite esencial, **el carvacrol constituye el compuesto mayoritario (71%)**, que representó el quimiotipo más abundante.

Arumugam & et. al (2016) en su artículo: “**Plectranthus amboinicus (Lour): botanical, phytochemical and nutritional significance**” proporciona información completa del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour) y sus diversos extractos solventes donde **el método de destilación al vapor obtuvo un rendimiento de 0,5%** y afirman que *P. amboinicus* es **rico en monoterpenos oxigenados, hidrocarburos sesquiterpenos y sesquiterpenos oxigenados**, además que tiene enormes perspectivas de futuro para satisfacer la demanda mundial de moléculas bioactivas naturales, rentables y más seguras en las industrias farmacéutica y nutracéutica.

León G. & et. al (2015) en su investigación: “**Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de Plectranthus amboinicus (Lour)**” con el objetivo de extraer caracterizar y evaluar la actividad antioxidante de la planta en estudio, utilizando hidrodestilación e hidrodestilación asistida y para la composición química cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Obteniendo como resultado **rendimiento de aceite esencial entre el 0,05 y 0,78%**. Los resultados de actividad antioxidante mostraron: monoterpenos oxigenados como **el carvacrol y timol con reconocida actividad antioxidante**. El aceite esencial de orégano francés se considera como promisorio para diseñar productos magistrales con actividad antioxidante.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Fontes & et. al (2015) en su trabajo: **“Phytotoxicity and Cytotoxicity of Essential oil from leaves of *Plectrathus amboinicus*, Carvacrol, and Thymol in plant Bioassays”** evaluaron la germinación y crecimiento radicular y aéreo de *Lactuca sativa* y *Sorghum bicolor* y en su acción sobre el ciclo celular de las células radicales meristemáticas de *L. sativa*. Utilizando cromatografía de gases-espectrometría de masas y detección de ionización de llama por cromatografía de gases, encontraron que **el principal componente en el aceite fue el carvacrol (88,61% en área)** y por la **presencia de carvacrol y timol**, el aceite tiene potencial para usarse como bioherbicida.

Senthilkumar & Venkatesalu (2010) en el estudio **“Chemical composition and larvicida activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour) against *Anopheles stephensi*: a malarial vector mosquito”** con el objetivo de estudiar la composición química y potencial larvicida del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour), contra el mosquito vector de la malaria. Utilizando las hojas de Orégano frescas y sometidas a hidrodestilación usando un equipo Clevenger por 4 horas y para el análisis **cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas**. En el análisis se detectaron **26 compuestos, siendo el mayoritario carvacrol (28,65%) seguido por el timol (21.66%)**.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Botánica

La palabra botánica, estudio de las plantas (Reino *Plantae*), deriva etimológicamente de la raíz griega *botane*, que significa hierba forrajera o hierba útil *phyton*, que significa planta, en general. Sin embargo, en esta disciplina se incluye el estudio de algas y los hongos, aunque estos últimos forman un reino aparte (*fung*) por ser organismos no fotosintéticos tradicionalmente y que se han considerado plantas por las grandes semejanzas que hay entre éstas y los hongos (Sánchez Ocharan, 2012).

2.2.2 Farmacognosia

Por otra parte, la farmacognosia, ha sido definida de diferentes maneras, según el Consejo de comunidades europeas, farmacognosia se define como el estudio de la composición y los efectos de los principios activos y sustancias naturales de origen animal, recibiendo estas sustancias el nombre de drogas (Bravo, 2003).

2.2.3 Medicina Natural

La medicina natural es el arte del tratamiento de la persona y no de la enfermedad, mediante el tratamiento individualizado. La importancia en la actualidad de la Medicina Natural se evidencia por el alto consumo de los productos recomendados por esta alternativa para el manejo de las enfermedades (OMS, s.f).

La medicina tradicional es todo el conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas basados en teorías, creencias y experiencias indígenas de las diferentes culturas, sean o no explicables, usados para el mantenimiento de la salud, así como para la prevención, el diagnóstico, la mejora o el tratamiento de enfermedades físicas o mentales (OMS, 2000).

2.2.4 Métodos de extracción de aceites esenciales

Dentro de los principales métodos de obtención de aceites esenciales se encuentran:

- ☞ **La Destilación:** Es uno de los más usados en la obtención de esencias. La destilación se puede hacer de dos formas: en agua o en corriente de vapor; estos métodos generalmente se usan para las maderas aromáticas, hierbas y diversas flores.

La destilación en corriente de vapor ha sido y es uno de los métodos más comunes para la extracción de aceites esenciales de plantas. Se trata de un proceso de separación por el que, mediante el uso de vapor de agua, se vaporizan selectivamente los componentes volátiles de la materia prima vegetal.

El procedimiento consiste en hacer pasar un flujo de vapor a través de la materia prima, de modo que arrastra consigo los aceites esenciales. Posteriormente, estos vapores se enfrían y se condensan, dando lugar al destilado líquido formado por dos fases inmiscibles, la acuosa y la orgánica, que es el aceite esencial. Estas se pueden separar por decantación, gracias a la diferencia de densidad existente entre ambas.

Se distinguen tres tipos de destilación: hidrodestilación o destilación con agua, destilación con agua y vapor y destilación en corriente de vapor. Son iguales desde el punto de vista puramente teórico, sin embargo, existen ciertas variaciones en la práctica y en los resultados obtenidos, debido a algunas reacciones que ocurren durante la destilación (David & Hill, s.f).

Las principales diferencias entre los tres tipos son la disposición de la materia prima vegetal y el lugar de producción del vapor de agua:

Hidrodestilación: el material vegetal a destilar se halla sumergido en el agua. La generación de vapor se produce dentro del propio recipiente de destilación.

Destilación con agua y vapor: el vapor se genera en el mismo recipiente donde se introduce la materia prima y el agua, pero estas no están en contacto directo. El producto a

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

destilar se dispone en rejillas o placas perforadas y la parte inferior del recipiente, se llena de agua hasta un nivel por debajo de dichas rejillas.

Destilación en corriente de vapor: la materia prima y el agua no se encuentran en contacto. El vapor usado para la destilación se genera externamente y se inyecta por la parte inferior del recipiente de destilación en el que se encuentra la materia vegetal.

☞ **La Maceración:** es un método de extracción sólido líquido, siendo la materia prima el material vegetal que contiene los principios activos solubles en el solvente que se emplea. Se generan dos productos que pueden emplearse de acuerdo al objetivo de su uso. Las farmacopeas prescriben tiempos que están comprendidos entre los cuatro y diez días, al final de este período se cuele y el resto sólido se exprime hasta lograr quitar el líquido remanente. El líquido así obtenido se clarifica por decantación o filtración (Farmacognosia, 2016).

2.2.4.1 Método de arrastre de vapor de agua

Es el más sencillo de los métodos y se asemeja a la obtención de licores en los antiguos alambiques. Este método aprovecha la propiedad que tienen las moléculas de agua en estado de vapor de asociarse con las moléculas de aceite.

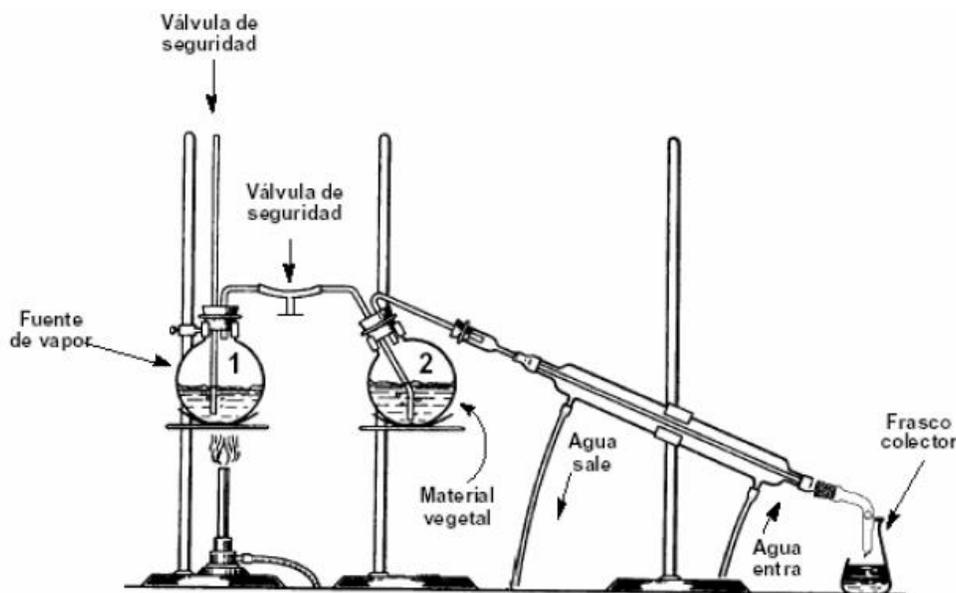
La extracción se efectúa cuando el vapor por presión entra en contacto con las células de las partes de las plantas y las rompe liberando la esencia y atrapándola en las gotas de agua del vapor que luego se condensa en el destilador. El aceite obtenido por medio de este procedimiento es de alta pureza y solo requiere una redestilación para acabar de eliminar algunas gotas de agua que puedan quedar atrapadas en el aceite (Olaya & Alzamora, 2003).

Para este tipo de métodos se utilizan instalaciones sencillas y portables, colocando agua en la parte inferior del tanque extractor, luego una parrilla que soporta el material que se desea extraer; los vapores que salen del tanque se dirigen hacia el recipiente en donde se encuentra el vegetal del que se desea extraer su aceite esencial, luego este vapor pasa por un espiral o serpentín enfriado por agua y el vapor condensado se recolecta en un separador de fases.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Una vez extraído el aceite esencial de la planta que se destila, se procede a la separación del hidrolato (compuesto de agua destilada y trazas de aceite esencial resultantes del destilado), para aquello se utiliza un decantador.

Ilustración 1: método arrastre de vapor de agua



Fuente: (Paz, 2005)

2.2.5 Técnicas de análisis instrumental

2.2.5.1 Cromatografía de gases (GC)

Es un método físico de separación, en el que los componentes a separar se distribuyen en dos fases, una estacionaria y otra móvil en una dirección definida. Es decir, que es un proceso físico que nos permite separar los diferentes componentes de una disolución (Christian, 2009).

La cromatografía de gas – líquido se basa en el reparto del analito entre una fase móvil gaseosa y una fase líquida inmovilizada sobre la superficie de un sólido inerte o en las paredes del tubo capilar (Skoog, 2005).

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

El principio de la técnica se basa en la volatilización de una muestra que ingresa por el inyector, posteriormente, la muestra pasa a través de una columna cromatográfica, que se encuentra dentro de un horno que permite regular la temperatura, en la columna la muestra volatilizada se separa en sus diferentes componentes entre la fase estacionaria y la fase móvil, esta última fase está constituida de un gas portador como hidrógeno o helio, que se encuentra almacenado en un tanque conectado al equipo la detección de cada uno de los componentes se realiza por el detector, la señal proporcionada por el detector se pasa a través de un procesador que a la vez cumple con la función de amplificar la señal, para proyectar como resultado un cromatograma que consiste en una representación gráfica de los compuestos según el tiempo de retención de estos (Casanova, 2019).

La GC permite realizar tanto análisis cualitativos como cuantitativos de sustancias que se volatilizan a temperaturas elevadas sin degradarse, o de los cuales se obtienen derivados volátiles reproducibles. La elección del modo de la inyección de la muestra, la temperatura de la columna y el tipo de detector, determinan los resultados del procedimiento (Salamanca & Sánchez, 2009).

2.2.5.2 Espectrometría de masas

Es una técnica microanalítica usada para identificar compuestos desconocidos, cuantificar compuestos conocidos, y para elucidar la estructura y propiedades químicas de las moléculas. Requiere cantidades pequeñas de muestra y obtiene información característica como el peso y algunas veces la estructura del analito (SCAI, 2016).

Según (Payá, 2006), hoy en día, esta técnica continúa teniendo los mismos fundamentos que en su origen aunque el espectrómetro de hoy en día poco tenga que ver con su predecesor. La espectrometría de masas se fundamenta en la separación de partículas moleculares o atómicas por su diferente masa. El proceso de la espectrometría de masas comprende básicamente cuatro etapas:

- ☞ Ionización de la muestra.
- ☞ Aceleración de los iones por un campo eléctrico.
- ☞ Dispersión de los iones según su masa/carga.
- ☞ Detección de los iones y producción de la correspondiente señal eléctrica.

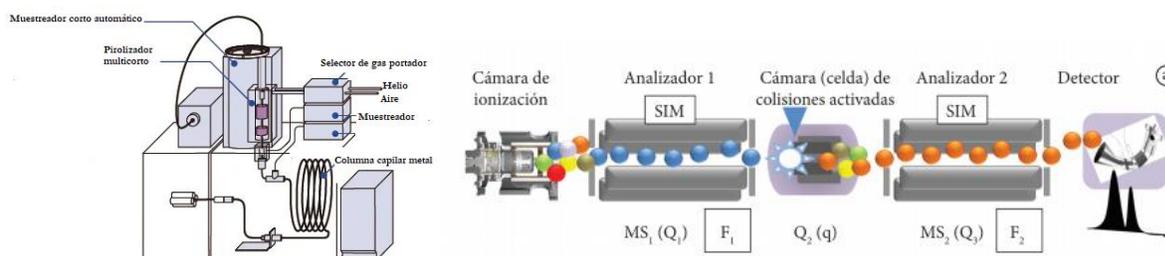
Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

En el espectrómetro de masas se ioniza la muestra en fase gaseosa y a bajas presiones, esta ionización, se produce por diferentes técnicas; las moléculas ionizadas aumentan su velocidad y se dirigen hacia el sistema colector, este transporte se lleva a cabo mediante campos eléctricos o magnéticos, la velocidad que alcance cada ión depende netamente de su masa molecular, éste equipo por lo tanto permite medir la relación masa-carga (m/z) de los iones, la cual posteriormente es comparada contra iones de m/z conocidos (Casanova, 2019).

2.2.5.3 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

Una de las mejores herramientas para el análisis de mezclas orgánicas y bioquímicas complejas es la cromatografía de gases-espectrometría de Masas (CG-EM), método de análisis acoplado, en el cual se toma el espectro de masas de cada uno de los compuestos que salen de la columna cromatográfica; siendo estos guardados en un ordenador para su subsiguiente procedimiento (Salamanca & Sánchez, 2009).

Ilustración 2: Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas



Fuente: (Mexico Documents, 2015)

El acoplamiento de la cromatografía gaseosa previa a la espectrometría de masas aporta una poderosa técnica de identificación de estructuras que se encuentran en forma de mezcla compleja, como es el caso de los aceites esenciales. Cada uno de los componentes puros de un aceite esencial separados por cromatografía gas-liquido (CGL) y representados en un cromatograma por un pico simple. Se transfiere directamente al espectrómetro de masas, en el que sufre diversos procesos de ionización, fragmentación y detección (Stashenko & Jairo, 2010).

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

El cromatograma obtenido aporta la información sobre los porcentajes relativos de cada uno de los componentes en la mezcla, al mismo tiempo que la información espectral de cada pico permite identificar a las diversas sustancias que la forman (Ayzemberg, 2009).

2.2.5.3.1 Ventajas e inconvenientes del método analítico

Ventajas	Inconvenientes
Identifica totalmente a las sustancias	Requiere el apoyo de programas informáticos
Alta sensibilidad	Técnica de poca aplicación
Separación adecuada de los diversos componentes de la mezcla	Técnica destructiva
	No válida para componentes no volátiles

Tabla 1: ventajas e inconvenientes del método analítico (Ayzemberg, 2009)

2.2.6 Aceites esenciales

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas.

Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos como la destilación simple y la maceración. En general son los responsables del olor de las plantas (Suárez, 2012).

Según la norma (ISO, 2013), un aceite esencial es un producto obtenido a partir de una materia prima vegetal, después de la separación de la fase acuosa por procedimientos físicos: por arrastre con vapor de agua o por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los Citrus o por destilación seca.

2.2.6.1 Características de los aceites

Según (Martínez, 2003) se describen los aceites esenciales de la siguiente manera:

- ☞ Los aceites esenciales, en general constituyen del 0,1 al 1% del peso seco de la planta.
- ☞ Son fuente del aroma y sabor de una planta.
- ☞ Los compuestos que contienen los aceites esenciales tienen todo tipo de actividades biológicas.
- ☞ Se conocen por proteger contra amenazas medioambientales, aliviar el cuerpo y aún calmar la mente.
- ☞ Son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos.
- ☞ Cuando están frescos a temperatura ambiente son incoloros, ya que pueden oxidarse, se resinifican¹ y toman un color amarillento oscuro (lo que se previene depositándolos en recipientes de vidrio de color topacio, totalmente llenos y cerrados perfectamente).
- ☞ La mayoría de los aceites son menos densos que el agua (salvo excepciones como los aceites esenciales de canela, sazafrán y clavo) y con un alto índice de refracción.
- ☞ Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

2.2.6.2. Caracterización de los aceites esenciales

Una manera de caracterizar los aceites esenciales se basa en los grupos funcionales. Los grupos funcionales son fáciles de identificar en una fórmula desarrollada porque aparecen deletreados, en contraste con las moléculas de carbono e hidrógeno. Los grupos funcionales son grupos distintos de átomos dentro de una molécula, pero tienen propiedades características que se manifiestan sin importar los demás átomos dentro de la molécula (David K. Hill; s.f).

2.2.6.2.1. Alcoholes

Un grupo de alcoholes consta de un átomo de oxígeno enlazado tanto a la estructura molecular carbónica en un extremo como a un átomo de hidrógeno en el otro. En general, las moléculas de

¹ Se vuelve de consistencia pastosa, pegajosa y se solidifica en contacto con el aire

alcohol tienen nombres que terminan con el sufijo –ol. Son ejemplos de alcoholes monoterpénicos: mentol, terpen-4-ol, citronelol, geraniol y linalool. Una excepción a esta regla de nomenclatura es el compuesto eucaliptol, que es un epóxido (un tipo de éter).

2.2.6.2.2. Aldehídos

Los aldehídos se caracterizan por un carbono doblemente enlazado a un oxígeno, donde el mismo átomo de carbono también está enlazado a un hidrógeno y a otro carbono en la estructura molecular principal. Las moléculas de aldehídos tienen nombres que terminan con el sufijo –al o –aldehído. Ejemplo de ello, geranial, neral, cinamaldehído, cuminal y decenal, que son ejemplos de monoterpénicos aldehídos; Santanal, farnesal y valeranal son ejemplos de sesquiterpénicos aldehídos.

2.2.6.2.3. Alquenos

Un alqueno es una molécula que no tiene grupos funcionales presentes y tiene por lo menos un enlace doble entre cualquiera de dos de los carbonos de su estructura molecular. Las moléculas de alquenos usualmente tienen nombres que terminan con el sufijo –eno. Podemos nombrar: alfa-pineno, sabineno, limoneno y gamma-pineno, que son monoterpénicos alquenos; Germanecreno D, Cariofileno, zingibereno y alfa-cedreno son ejemplos de sesquiterpénicos alquenos.

Los monoterpénicos y sesquiterpénicos alquenos son conocidos por sus propiedades antioxidantes. El gran número de enlaces dobles y la existencia de estructuras cíclicas de estas moléculas las hacen excelentes para aceptar electrones solitarios que contienen los radicales libres.

2.2.6.2.4. Ésteres

Los ésteres tienen un átomo carbónico central, doblemente enlazado a un átomo de oxígeno, individualmente enlazado a la estructura molecular e individualmente enlazado a un segundo átomo de oxígeno. Este segundo oxígeno está enlazado a una corta cadena de hidrocarburos en el otro extremo. Debido a que hay dos cadenas de carbonos en una molécula estérica, usualmente tienen nombres compuestos por dos palabras y la primera palabra termina con el sufijo –ato. Ejemplos de monoterpénicos ésteres que se encuentran en los aceites esenciales: acetato de linalilo,

angelato de metilamilo, acetato de benzilo, acetato de bornilo. Los sesquiterpenos ésteres son muy poco comunes en los aceites esenciales.

2.2.6.2.5. Éteres

Un éter es una molécula con un átomo de oxígeno enlazado entre dos carbonos. Para que sea un éter, los dos carbonos laterales solo pueden tener enlaces con otros dos carbonos (o hidrógenos). Los ésteres a veces se encuentran en la cadena carbónica principal o en estructuras cíclicas, pareciendo como si un oxígeno hubiera sido reemplazado un carbono en la estructura molecular. También pueden encontrarse en las partes periféricas de algunas moléculas.

Los éteres no son muy comunes en monoterpenos. El monoterpeno éter eucaliptol, conocido como 1,8-cineol, es el éter más abundante que se encuentran en los aceites esenciales. El anisol es otro monoterpeno éter común. Los sesquiterpenos, por otro lado, tienden más a contener grupos éteres. Por ejemplo, el curzereno y el furanoeudsema-1,3-dieno son dos sesquiterpenos éteres.

2.2.6.2.6. Cetonas

Una cetona es una molécula con un átomo de carbono doblemente enlazado a un átomo de oxígeno. Los dos carbonos aledaños a este no pueden estar enlazados a ningún átomo que no sea carbono (o hidrógeno). Las moléculas cetonas usualmente tienen nombre que terminan con el sufijo –ona. Por ejemplo: la mentona y la carvona son cetonas. Muchos sesquiterpenos contienen cetonas, Jatamansona, rotundona, faurinona, davanona y leptospermona.

2.2.6.2.7. Fenoles

Son un subtipo especial de alcoholes. Es un grupo de alcoholes (un oxígeno y un hidrógeno) adjunto a un ciclo de benceno. Un ciclo de bencenos tiene seis átomos de carbono arreglados en forma hexagonal y tiene que tener exactamente tres enlaces dobles dentro del ciclo. Debido a que los fenoles son alcoholes, sus nombres también terminan con el sufijo –ol. Timol, carvacrol y eugenol son los monoterpenos fenoles más comunes. Los sesquiterpenos fenoles son muy poco comunes.

2.2.6.2.8. Fenilpropenos

Un grupo de fenilpropenos se caracteriza por un carbono en un ciclo bencénico enlazado a un segundo carbono que entonces se enlaza doblemente a un tercer carbono. El tercer carbono se enlaza individualmente a un cuarto carbono al final de la cadena. Los fenilpropenos usualmente se encuentran en compuestos monoterpénicos, pero no son comunes en la mayoría de aceites esenciales. Anetol y cavicol, también conocido como estragol, son los dos fenilpropenos más comunes.

2.2.6.3 Usos de los aceites esenciales

Desde el punto de vista farmacológico, las propiedades de los AE son muy variables debido a la heterogeneidad de sus componentes. Algunas de las moléculas presentes en los aceites esenciales de ciertas plantas poseen gran interés terapéutico, lo que ha dado origen a la aromaterapia. Algunas de estas acciones, por sus efectos sobre la piel, han encontrado también su aplicación en cosmética.

Entre las acciones farmacológicas de los aceites esenciales, según (López, 2004) las más destacables son las siguientes:

- ☞ **Poder antiséptico:** Esta acción antiséptica se manifiesta frente a un gran número de bacterias patógenas e incluye ciertas cepas antibiorresistentes. Algunos aceites son también activos frente a hongos inferiores responsables a la micosis e incluso frente a levaduras (*Candida*). Compuestos como el citral, geraniol, linalol o timol muestran un poder antiséptico muy superior al del fenol.
- ☞ **Propiedades anti-irritantes:** Utilizados por vía externa, son muy numerosos los distintos preparados de uso tópico que incorporan aceites esenciales destinados a aliviar esguinces, agujetas, distensiones y otras áreas articulares o musculares.
- ☞ **Acción espasmolítico y sedante:** Los aceites esenciales con anetol (los de menta o los de verbena) son eficaces en disminuir o suprimir los espasmos gastrointestinales. Frecuentemente

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

intensifican la secreción gástrica por lo que se han calificado de digestivos y estomáquicos. Así mismo algunos aceites esenciales ejercen una acción neurosedante (lavanda y valeriana).

Otros aceites esenciales presentan una acción antirreumática, antiinflamatoria y algunos un efecto cicatrizante.

2.2.6.4 Aplicación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales suelen tener aplicaciones en diferentes campos de la industria y la ciencia, según (QuimiNet, 2012) pueden ser en:

- ☞ **Perfumería:** Son utilizados para dar olor a los perfumes o para fijar los olores.
- ☞ **Industria Alimenticia:** Como conservante de algunos alimentos, principalmente cárnicos, se facilita con la ayuda de aceites esenciales.
- ☞ **Botánica:** La presencia de los aceites esenciales permite clasificar plantas, árboles y flores por familias.
- ☞ **Medicina:** Algunos aceites esenciales se utilizan en el tratamiento de heridas y quemaduras.
- ☞ **Aromaterapia:** Los aceites esenciales ayudan a promover tanto el bienestar físico como psicológico.

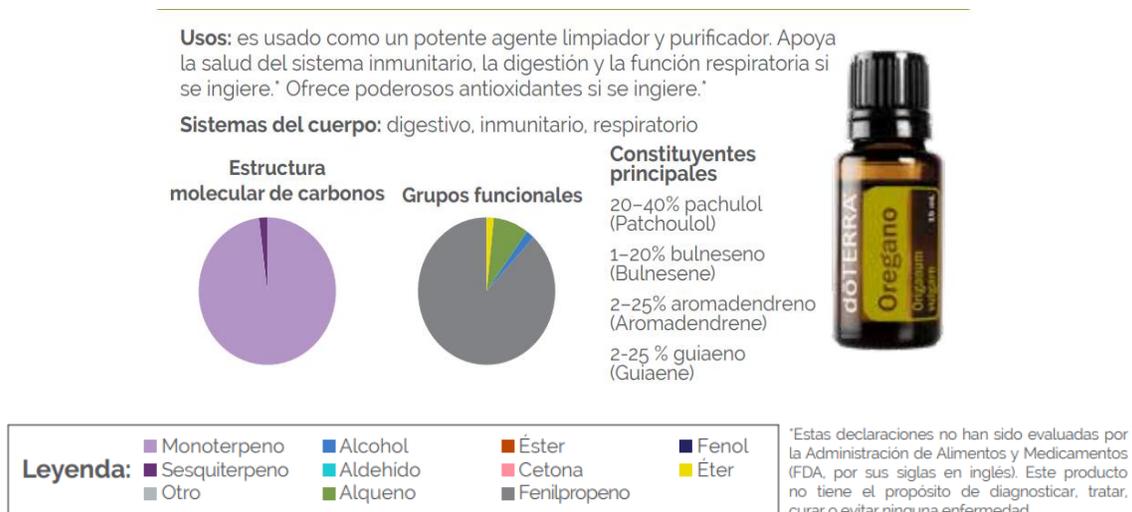
Uno de los principios de la aromaterapia es que las plantas tienen su propia personalidad, lo que al obtener la esencia estamos tomando el alma de cada planta. Ya que tiene como función el provocar tranquilidad, estimulación, refresca, etc. Cuando se aplica la aromaterapia influye positivamente en el aspecto físico al estimular las hormonas y el metabolismo. Lo cual es importante para que exista un equilibrio en el cuerpo (Rodas, 2005).

La terminología aromaterapia la introdujo el francés Maurice Gattefosse descubridor de varias propiedades de las plantas como medicina. En sus investigaciones comprobó que los aceites esenciales ayudan para una buena circulación sanguínea y linfática y el modo en que influye sobre el metabolismo. E hizo énfasis en que la memoria puede ser un factor positivo en el equilibrio integral de las personas, recordando que el bebé reconoce a su madre por el olor (Rodas, 2005).

2.2.7 Aceite esencial de Orégano

Coleus amboinicus (Lour), se ha utilizado en el tratamiento de la fiebre palúdica, el asma crónica, la bronquitis, la tos, los cálculos renales y vesicales, la hepatopatía, el hipo, los antihelmínticos, los cólicos, las convulsiones y la inflamación. (Narayanan & Saktihivel, 2011).

Ilustración 3: Aceite esencial de orégano



Fuente: (Algaba, s.f)

Los aceites esenciales de plantas aromáticas y medicinales contienen principios activos que exhiben bioactividades como la antioxidante, antifúngica, antimicrobiana, entre otras. En particular el aceite esencial de la especie vegetal *Coleus amboinicus*, contiene compuestos fenólicos como el timol y el carvacrol, a los cuales se les atribuye propiedades antisépticas, antioxidante y bactericidas. La actividad antifúngica y antibacterial también ha sido estudiada en contra de bacterias patógenas y hongos (Singh & et. al, 2002).

Los compuestos presentes en las plantas aromáticas poseen principios activos que ayudan al funcionamiento normal de los sistemas biológicos. Estas cualidades potencializadas podrían ser muy utilizadas en las industrias farmacéuticas y cosméticas, además se podrían adicionar a diferentes productos de la industria de alimentos y a la industria farmacéutica, con la finalidad de alargar la vida útil, evitando la alteración de sus características organolépticas así conservar la calidad de los productos.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

2.2.7.1 Composición Química

Contiene una mayor cantidad de carvacrol alrededor del 50,07%, de igual manera tiene compuestos aromáticos y oxigenados. Sus componentes principales son: carvacrol, timol, humuleno, γ -terpineno, ρ -cimeno, óxido de cariofileno, α -terpineol y β -selineno.

<i>Componentes</i>	<i>Función</i>	<i>%</i>
<i>Carvacrol</i>	Bactericida	28,65
<i>Timol</i>	Antifúngico	21,66
<i>Humuleno</i>	Antitumoral	9,67
<i>γ-terpineno</i>	Antimicrobiano	7,76
<i>ρ-cimeno</i>	Antibacteriano, antifúngico, antiviral	6,46
<i>Óxido de cariofileno</i>	Antifúngico	5,85
<i>α-terpineol</i>	Bactericida	3,28
<i>β-selineno</i>	Antibacterial y antidiarréico	2,01

Tabla 2: Composición Química de *P. amboinicus L (Coleus amboinicus L)* (Senthilkumar, 2010)

2.2.7.2 Propiedades del aceite esencial de orégano

La dosis tóxica de esta hierba en particular se probó en ratones de laboratorio que mostraron que la planta *Coleus amboinicus* (Lour) es una hierba que no tiene efectos secundarios. Es una planta usada para enfermedades muy comunes como cefalea, cólera, anorexia, convulsiones, asma, tos, bronquitis crónica, cálculos de riñones, cálculos de vesícula, hipo, hepatopatía, fiebre y malaria (Kumar & et. al, 2020).

En estudios se ha comprobado que el aceite esencial de orégano presenta actividad antimicrobiana, debido a sus dos principales compuestos fenólicos.

Plectranthus amboinicus (Lour) es un sinónimo de *Coleus amboinicus* (Lour). Posee actividades antiinflamatorias y antitumorales, larvicidas, antitrombóticas y antioxidantes. Estas propiedades terapéuticas y medicinales se atribuyen principalmente a sus compuestos fitoquímicos naturales presentes en los aceites esenciales o el extracto vegetal (Ashaari, 2020).

2.2.8 Orégano

Sufrútice o arbusto de hasta 1m de alto, muy aromático; pubescencia² densa en hojas y tallos jóvenes; hojas aterciopeladas, succulentas, deltoides, base truncada, margen crenado, ápice agudo; inflorescencias terminales laxas; flores lila-morado claro (Orsini, 2020).

Ilustración 4: Coleus amboinicus (Lour Spreng)



Fuente: (Mazza, s.f)

Nombres comunes	Nombres científicos asociados(*)	Nombres científicos actualizados
Orégano orejón, Oreganón.	<i>Coleus aromaticus</i> <i>Plectranthus amboinicus</i> <i>Plectranthus aromaticus</i>	<i>Coleus amboinicus</i>

Tabla 3: actualización del nombre científico (Orsini, 2020)

2.2.8.1 Cultivo

Según Molina R. (2019) en su trabajo Evaluación del comportamiento y desarrollo vegetativo del orégano (*P. amboinicus* (Lour)) en tres sustratos a nivel de vivero en la Universidad Nacional Agraria, afirma que:

- ☞ La mejor calidad de la planta tomando en cuenta biomasa y contenido de humedad se obtiene al utilizar un sustrato con 35% suelo, 30% arena de bokashi y 5% cal.

² Pelusilla fina y suave

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- ☞ Emplear suelo que se observe que contenga buena cantidad de materia orgánica para el buen desarrollo vegetativo de la planta y/o sustrato si las condiciones económicas lo permiten.
- ☞ Se debe sembrar el orégano en un lugar que reciba luz solar.
- ☞ Hacer un manejo de maleza y plagas.
- ☞ Seleccionar el mejor material vegetativo con condiciones sanas, vigorosas para su reproducción asexual.
- ☞ Disponer de la planta para el comercio cuando alcance 32 cm de altura.

2.2.8.2 Variedades de orégano en Nicaragua

En búsqueda bibliográfica, se encontraron tres tipos de variedades de orégano, las cuales se detallarán a continuación:

- ☞ ***Origanum vulgare L.*** Especie herbácea, vivaz, perteneciente a la familia botánica de las labiadas, con tallos erectos, ramificados, que alcanzan una altura variable entre 0,30 y 0,70 m. Las hojas son enteras, ovales, opuestas, verdes, vellosas en su cara inferior, lisas en la superior. Las flores son pequeñas, ordinariamente púrpuras, dispuestas en inflorescencias terminales; el cáliz con cinco dientes iguales o casi iguales, brácteas lanceoladas u ovales. Las semillas son pequeñas, ovales y de color marrón (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2015).
- ☞ ***Lippia cardiostegia Benth.*** Arbustos (árboles pequeños), 1-3 m de alto, a veces con olor desagradable. Hojas ovaladas, elípticas, obovadas y suborbiculares, inflorescencia 0.5-1 cm de largo y de ancho (1-2 cm de largo y 0.7-1.2 cm de ancho en fruto), 2-4 espigas fasciculadas por axila, pedúnculo 0.5-2.5 cm de largo, ápice acuminado (agudo), no mucronado; cáliz 2-lobado, 1.5-2 mm de largo, con densos tricomas largos en las carinas y tricomas pequeños entre las carinas; corola (4-5 mm de largo, blanca, crema, blanca con centro amarillo o a veces amarilla. Normalmente se encuentra en los bosques de pino-encino, Estelí (Norori & Padilla, 2008).
- ☞ ***Coleus amboinicus.*** Se cultiva en la India, Ceilán, Java, Indochina y África en regiones tropicales bajas, húmedas y calientes. Su propagación se efectúa en forma vegetativa por

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

estacas o tubérculos. La demanda de esta hierba beneficiosa ha causado que el cultivo se extienda a otras áreas tropicales de todo el mundo con las condiciones de cultivos adecuadas. La planta es muy resistente y crece rápidamente, requiere poca agua, e incluso puede crecer en condiciones más frías si el clima cambia drásticamente (Molina, 2019).

2.2.9 Coleus amboinicus (Lour)

El *Coleus amboinicus* L (referenciado como *Plectranthus*) es una hierba perenne, contiene propiedades terapéuticas y nutricionales atribuidas a sus componentes fitoquímicos naturales, que son altamente importantes en la industria farmacéutica. Es comúnmente utilizado en la medicina tradicional para tratar condiciones como gripe, asma, constipaciones, dolores de cabeza, resfríos, fiebre y enfermedades de la piel. Según la literatura, tiene 76 componentes volátiles y 30 no-volátiles, perteneciente a diferentes clases de grupos funcionales como monoterpenos, diterpenos, triterpenos, sesquiterpenos, fenoles, flavonoides, ésteres, alcoholes y aldehídos (Arrumugam, 2016).

2.2.9.1 Descripción

Hierba perenne, ramificada, mide 30 – 90 cm, tallos cuadrangulares y carnosos. Hojas opuestas, pecioladas, limbo ovadoelíptico, romboidal. Inflorescencia verticilastro, terminal, ramificado. Flores hermafroditas, zigomorfas, pentámeras, hipóginas. Cáliz con sépalos soldados. Corola bilabiada, azulada o rosada. Androceo didínamo. fruto tetranúcula.

Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

2.2.9.2 Taxonomía

Reino Plantae

Filo	Traqueofita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	<i>Coleo</i>
Especie	<i>Coleus amboinicus</i>

Tabla 4: Taxonomía del Orégano (Govaerts, 2017)

ΚΑΠÍTULO III:

ΗΥΠÓΤΕΣΥΣ



HIPÓTESIS

Mediante la aplicación del método por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas se podrá determinar la composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano).

CAPITULO IV:

DISEÑO METODOLÓGICO



4.1 Descripción del ámbito de estudio

Para cumplir con los objetivos planteados, esta investigación está conformada por dos fases:

a. Área geográfica del sitio de recolección de muestra

La muestra, hojas de *Coleus amboinicus* (Lour), utilizada para la extracción de aceite esencial fue recolectada en el Barrio Costa Rica, Managua-Nicaragua.

b. Área experimental para la extracción y análisis

Comprende dos escenarios, que se detallan a continuación:

Área para la obtención del aceite esencial: Laboratorio 101 del Departamento de química UNAN-Managua. Pabellón 1.

Área para el análisis del aceite esencial: Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA).

4.2 Tipo de estudio

La presente investigación monográfica está dentro de la línea de investigación de Botánica y farmacognosia, ya que se estudia el aceite esencial del *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano).

Es del tipo experimental ya que se observa una relación causal entre la variable independiente y dependiente, con un grupo experimental de estudio y grupo de control; de prevalencia, por el estudio simultáneo de las variables en un determinado momento. Con respecto al diseño metodológico y de acuerdo con las manifestaciones de fenómenos sometidos en una determinada medición es considerado un estudio descriptivo. En base a los métodos utilizados se considera una investigación aplicada ya que se caracteriza por la utilización de conocimientos adquiridos; de acuerdo al tiempo transcurrido, el registro de información obtenida, el período y la secuencia, se considera un estudio prospectivo y de corte longitudinal. Según el análisis y alcance de los resultados es analítico; hipotético-deductivo, ya que se plantea una hipótesis y se comprueba o refuta, según los datos obtenidos.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

En este estudio la población está formada por dos fases en cuanto a la metodología experimental empleada:

- ☞ **Población para la extracción del aceite esencial:** Especie de *Coleus amboinicus* (Lour) (Orégano), ubicada en el Barrio Costa Rica, Managua-Nicaragua.

- ☞ **Población para el análisis del aceite esencial:** Aceite esencial de las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour) (Orégano)

4.3.2 Muestra

Las muestras utilizadas a partir de la población antes especificada son: Hojas secas de las ramas de *Coleus amboinicus* (Lour), así como, aceite esencial de las Hojas de *C. amboinicus* (Lour) extraído por el método de arrastre de vapor.

4.3.2.1 Criterios de inclusión

- ☞ Hojas recolectadas del barrio Costa Rica, Managua-Nicaragua.
- ☞ Hojas enteras sin mordeduras de insectos.
- ☞ Hojas secas de *C. amboinicus* (Lour).
- ☞ Aceite esencial de *C. amboinicus* (Lour) extraído por arrastre de vapor.
- ☞ Aceite esencial caracterizado por las investigadoras.

4.3.2.2 Criterios de exclusión

- ☞ Hojas en mal estado físico (con manchas o signos de enfermedades)
- ☞ Hojas caídas de la planta.
- ☞ Hojas quemadas.
- ☞ Aceite esencial que no sea de las hojas de orégano.
- ☞ Aceite esencial con un tiempo de almacenamiento mayor a 1 mes.

4.4 Variables

4.4.1 Variables independientes

☞ Método de extracción.

4.4.2 Variables dependientes

☞ Presencia de compuestos con utilidad terapéutica en el aceite esencial.

4.4.3 Operacionalización de las variables

	Variable	Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Escala
I N D E P E N D I E N T E	Método de extracción	El método de arrastre de vapor, es uno de los métodos más sencillos y aprovecha la propiedad que tienen las moléculas de agua en estado de vapor de asociarse con las moléculas de aceite.	Arrastre de vapor	Tiempo Temperatura Solvente Cantidad de extracto	Horas °C mL mL
D E P E N D I E	Presencia de compuestos con utilidad terapéutica en el aceite esencial	Son sustancias de origen natural, poseedoras de propiedades para el tratamiento o profilaxis de enfermedades.	Composición Química (Carvacrol, linalool, citral, eugenol,	Compuestos Químicos	%

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

E		γ -terpineno,		
N		limoneno,		
T		cariofileno		
E		α -pineno		
		ρ -cimeno y		
		timol)		

Tabla 5: Operacionalización de las variables.

4.5 Material y Método

4.5.1 Materiales para recolectar información

La obtención de la información planteada en esta investigación fue recolectada por las siguientes fuentes:

- ☞ **Fuentes primarias:** Libros, Revistas, Artículos científicos, trabajos de tesis, trabajos de monografías, informes de sitio web, equipos de laboratorio y cámara fotográfica.
- ☞ **Fuentes secundarias:** Ficha de identificación y ficha de recolección manual y computarizado de los procesos experimentales desarrollados.

4.5.2 Materiales para procesar la información

Se utilizó herramientas informáticas en el análisis y procesamiento de la información obtenida tales como:

- ☞ **Microsoft office Word 2013:** software que permitió edición y diseño total de este documento.
- ☞ **Microsoft office Power Point 2013:** Permitió la creación de la presentación de este trabajo a través de diapositivas.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- ☞ **Microsoft office Excel 2013:** Fue un programa dirigido a elaborar tablas, gráficos y formatos que incluyeron cálculos matemáticos mediante fórmulas.
- ☞ **MassHunter y ChemStation Data Analysis:** Softwares de adquisición de datos
- ☞ **Biblioteca Nist 2017:** Permitió la identificación de compuestos químicos presentes en el aceite esencial.

4.5.3 Materiales de laboratorio, equipos y reactivos.

Extracción por solvente – destilación por arrastre de vapor					
Materiales y equipos	Marca	Capacidad	Unidad de medida	Material	Reactivo
Balón de una boca	Pyrex	500	mL	Vidrio	Agua destilada
Balón de dos boca	Pyrex	500	mL	Vidrio	Alcohol
Cabeza de destilación	Pyrex	-	-	Vidrio	
Condensador de serpentina	Pyrex	-	-	Vidrio	
Alargadera	Pyrex	-	-	Vidrio	
Beaker	Pyrex	250	mL	Vidrio	
Beaker	Pyrex	50	mL	Vidrio	
Puente	Pyrex	-		Vidrio	
Probeta	Pyrex	250	mL	Vidrio	
Probeta	Pyrex	10	mL	Vidrio	
Erlenmeyer	Pyrex	250	mL	vidrio	
Embudo de decantación	Pyrex	500	mL	Vidrio	

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Termómetro	-	200	°C	Vidrio	
Perlas de ebullición	-	-	-	-	
Mortero y Pilon	-	-	-	Porcelana	
Mangueras	-	-	-	Plástico	
Pizeta	-	-	mL	Plástico	
Espátula	-	-	-	Metal	
Soportes	-	-	-	Metal	
Pinzas de tres dedos	-	-	-	Metal	
Aros	-	-	-	Metal	
Rejillas	-	-	-	Metal	
Mecheros	-	-	-	Metal	
Frasco de recolección	-	10	mL	Vidrio	
Balanza analítica	Scout Pro	2000	gr	-	
Análisis del AEO					
Método Cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de masas					
Balón aforado	Pyrex	10	mL	Vidrio	Hexano
Pipetas	Pyrex	100	μL	Vidrio	
Pipeta pasteur	-	2	mL	Vidrio	
Pera	-	-	-	Hule	
GC-MS	Agilent 5977B GC/MS	-	-	-	

Tabla 6: Materiales y equipos utilizados en el desarrollo de los métodos experimentales

4.5.4 Métodos para la obtención de aceite esencial de las hojas de *coleus amboinicus* (Lour)

4.5.4.1 Tipo de método:

- ☞ Extracción con solvente

4.5.4.2 Técnicas empleadas para la extracción:

Destilación por arrastre de vapor de agua para la obtención del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour).

Material vegetal	Equipo	Solvente
Hojas de <i>C. amboinicus</i> (Lour)	Destilador por arrastre de vapor	Agua destilada

Tabla 7: Muestra y equipo utilizado en la técnica de extracción.

Procedimientos empleados:

☞ Preparación de las muestras de *Coleus amboinicus* (Lour)

Como parte de este proceso se verificó el estado y tamaño de las muestras tomando como principal aspecto su estado físico botánico. Las hojas de *C. amboinicus* fueron separadas del tallo que las agrupa, y lavadas con abundante agua para luego ser sometidas en secadores artesanales durante 10 días. Posteriormente las muestras se trituraron con un mortero y un pilón, teniendo en cuenta no pulverizarlas por completo; al disminuir el tamaño se permite mayor contacto con el solvente y se facilita la extracción.

☞ Aplicación del método de extracción por arrastre de vapor para la obtención de aceites esenciales.

Se procedió a desinfectar el área de trabajo con alcohol al 96% para evitar contaminación, luego se realizó la asepsia de los materiales con agua y detergente, seguido se lavó con alcohol y luego se endulzó. Posteriormente se instaló el montaje de destilación por arrastre de vapor para ser lavado en el interior de los tubos con agua destilada a 100 °C por 10 minutos; con el fin de eliminar todo tipo de impurezas y así evitar contaminación al momento de obtener el extracto. Realizada la asepsia dio inicio la destilación.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

☞ **Obtención del aceite esencial *Coleus amboinicus* (Lour)**

Se utilizaron 122.2 g de muestra total, con el fin de obtener mayor rendimiento, fue dividida en 4 muestras más pequeñas para realizar las extracciones, que duraron un promedio de 01:29 horas.

La cantidad de solvente utilizado fue de 350 mL para cada extracción; la recolección del extracto se realizó a temperatura constante, tomando como referencia el punto de ebullición del agua (100 °C); lo que se obtuvo fue una mezcla de aceite con hidrolato, que fue depositado en una pera de decantación y se dejó en reposo por 24 horas para su posterior separación por diferencia de densidades.

Realizados los controles, el volumen se midió en una probeta, obteniendo como resultado 2 mL de aceite esencial de *Coleus amboinicus*. El aceite fue almacenado en un frasco ámbar a una temperatura entre 22°C a 25°C durante 13 días.

4.5.5 Métodos para el análisis de aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour)

4.5.5.1 Tipo de método

- ☞ Cromatográfico
- ☞ Espectrofotométrico

4.5.5.2 Técnicas empleadas para el análisis

Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Muestra	Equipo	Fase móvil
Aceite de las hojas de <i>C. amboinicus</i> (Lour)	CG/EM	Helio

Tabla 8: Muestra y equipo utilizado en la técnica de análisis.

Procedimientos empleados:

☞ Preparación de la muestra del AEO para el análisis por CG/EM

Se llevó una muestra de 100 μ l de AEO a un balón aforado de 10 mL, utilizando como solvente Hexano y se homogenizó. Con una pipeta Pasteur se tomó una alícuota de la muestra diluida y se depositó en viales de borosilicato de 2 mL.

☞ Aplicación del método de análisis por CG/EM y la biblioteca NIST17

Se empleó un cromatógrafo de gas Agilent 5977B acoplado a un espectrómetro de masas Agilent 889. Equipado con un puerto de inyección Split, un inyector automático Agilent G4513A y un sistema de datos HP *Chem Station* y la base de datos NIST versión 2.3 (2017).

Para la separación de las mezclas se utilizó una columna capilar HP-5MS (30 m x 250 μ m x 0.25 μ m), temperatura inicial 45 °C, temperatura de la línea de transferencia del MSD 280 °C y volumen de inyección de 1.0 μ l en modo Split (20:1) con temperatura del inyector de 250 °C. La detección de los compuestos se realizó por comparación de espectro de masas, en cada tiempo de retención, con lo reportado en la base de datos NIST17.

CAPÍTULO V:

ANÁLISIS DE LOS

RESULTADOS



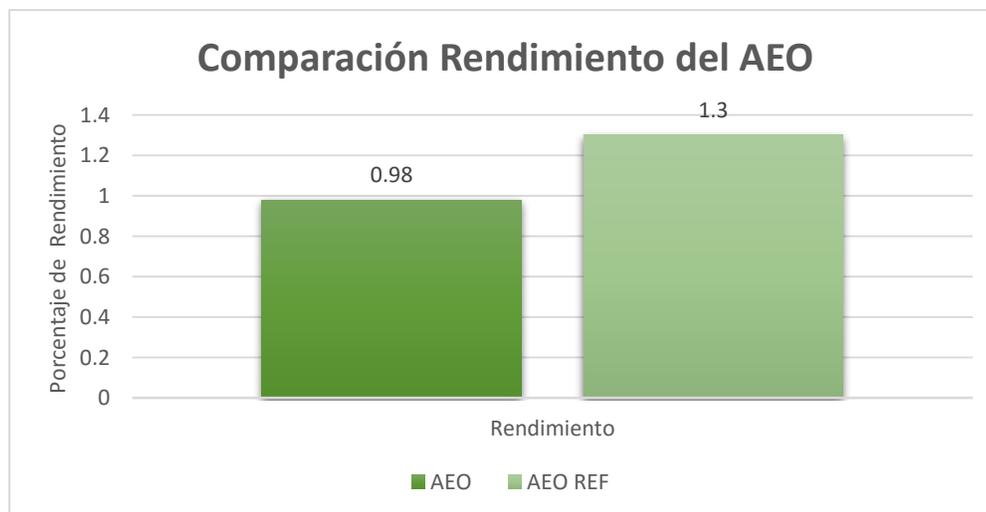
5.1 Extracción del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour).

Tabla 9: Resultados del aceite esencial *Coleus amboinicus*

RESULTADOS	
Color	Amarillo claro
Olor	Suigéneris
Sabor	Pujante, amargo y ligeramente picante
Textura	Aceitosa/oleosa
Cantidad de aceite	2 mL
% Rendimiento	0.98
Densidad relativa	0.6 g/mL
pH	5

Luego de la recolección del AEO, se realizaron las características fisicoquímicas y organolépticas debidas. El aceite presentó un color amarillo claro; olor característico a la planta; sabor pujante, amargo y ligeramente picante; textura aceitosa/oleosa; pH de 5, utilizando una cinta pH de escala del 0-11; Fue almacenado en un frasco color ámbar y en refrigeración para evitar degradación o volatilización de algunos compuestos.

Gráfico #1: comparación de los porcentajes de rendimiento



Fuente: Elaboración propia

Tomando como referencia (Albado & et. al, 2001) el porcentaje de rendimiento está dentro de lo aceptable, con una diferencia del 0.3% frente al 1,3% de rendimiento que obtuvieron

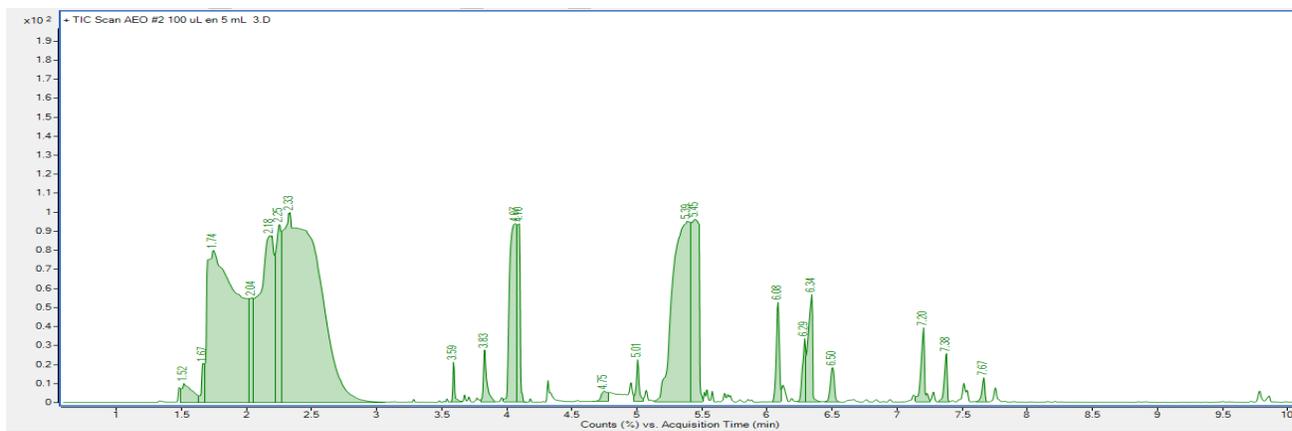
Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

utilizando el mismo método de extracción. Como resultado del empleo del método de extracción por arrastre de vapor se puede puntualizar que, es un método simple y apto para la extracción pura del aceite esencial de orégano. Sin embargo, no es rentable por la cantidad de recursos tanto de laboratorio (agua, gas o electricidad) y de materia prima que se utilizan.

5.2 Análisis del AEO por CG/EM

El cromatograma que se presenta en el gráfico 2 contiene los picos de todos los 5,227 compuestos presentes en el aceite esencial, sin embargo, solo refleja los tiempos de retención de aquellos compuestos que se encuentran en mayor concentración y en la tabla 10 se menciona los 28 compuestos de interés, tiempo de retención y propiedades terapéuticas de cada uno.

Gráfico #2: Cromatograma del análisis del aceite esencial de AEO



Fuente: (Bermúdez & Estrada)

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

No.	COMPUESTO	T _R	Propiedad farmacológica
1	Tolicaina	1.6889	Anestésico (Haneke, 2008)
2	3- pentanona	2.1617	Antiparkinson en ratones; precursor vitamina E
3	Etilefrina	2.2831	Estimulante cardíaco (Bolaños & et. al 2016)
4	Ciclopropano	2.5011	Anestésico (Muhye, 2021)
5	Pipradol	2.5882	Estimulante suave sobre el SNC (Simmler & et. al, 2014)
6	Isoetarina	2.8084	Alivia los broncoespasmos y el asma (National Center for Biothecnology Information, 2021)
7	Alfa-pineno	3.5908	Antiinflamatorio (Saldanha, 2018)
8	Canfeno	3.6761	Propiedades bactericidas y fúngicas (Otaviano, 2008)
9	Beta-pineno	3.8260	Expectorante, antibacterianas, hipotensivas y miorrelajantes (Santos, 2013)
10	Beta-mirceno	3.8285	Propiedades de relajación muscular (Brugnatelli, s.f)
11	Alfa-felandreno	3.9262	Antiinflamatorio, analgésico, inmunosupresor y anticonceptivas (Ordoñez, 2020)
12	Mecisteína	4.0305	Mucolítico y fluidificante para los transtornos respiratorios crónicos (Chung & Mazzone, 2012)
13	D-limoneno	4.0801	Antioxidante y antiinflamatorio (Midori & Coello, 2020)
14	Gamma-terpineno	4.1802	Fuerte actividad antioxidante y antiinflamatorio (Sensi Seeds, 2020)
15	Linalool	4.3277	Antiséptico, antiinflamatorio, anifúngico, antimicrobiano y proapoptóticas (FvDirect, 2020)
16	Terpinen-4-ol	4.7416	Antimicrobiano, antioxidante, anticancerígeno y antiinflamatorio (Ossa, 2020)
17	Timol	4.7466	Antibacteriano (Rovetto, 2010)
18	Eugenol	5.6314	Antiséptico y anestésico local (Escobar, 2002)
19	Alfa-bisabolol	5.9794	Bacteriostático, calmante y antiirritante (Veronelli, 2018)
20	Cariofileno	6.0656	Antiinflamatorio y sedativo (Canna, 2020)
21	Humuleno	6.6835	Agente antibacteriano y antiinflamatorio (Canna, 2020)

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

22	Óxido de cariofileno	7.1695	Antifúngico (Canna, 2020)
23	Guaiol	7.9500	Antibacteriano y repelente (Sinha, 2020)
24	Alfa-santalol	8.0148	Neuroléptico (Cebrián, 2020)
25	Anetol	9.3584	Diurético, carminativo y expectorante (Carretero, 2011)
26	Ácido N-hexadecanoico	9.8382	Antifúngico, antioxidante, antimicrobiano y antimalarial (Caman, 2019)
27	Fitol	11.1898	Antimicrobiano, antiinflamatorio y anticancerígeno (Canna, 2020)
28	Ácido retinoico	11.4880	Antiacné (Armario, 2003)

Tabla 10: resultados del escaneo del cromatógrafo en la Biblioteca NIST17

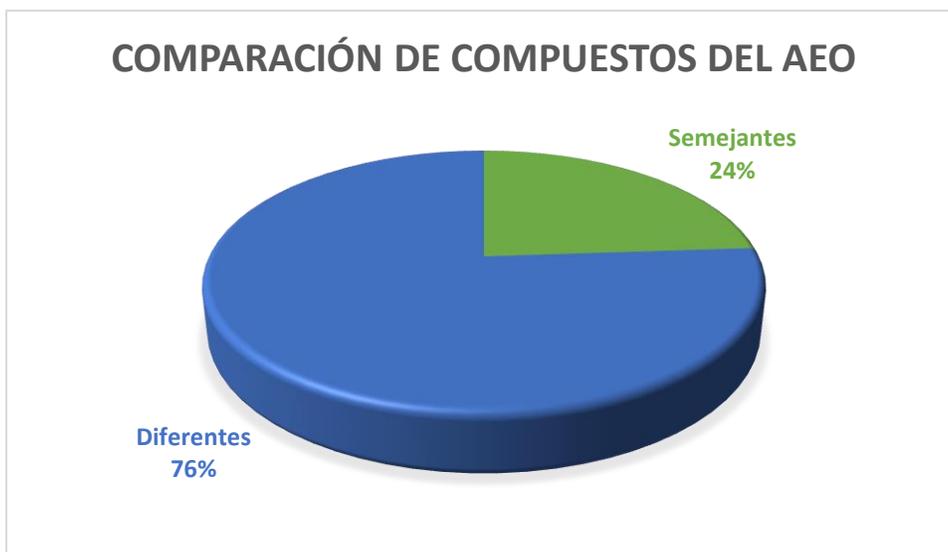
Mediante el CG/EM se identificaron alrededor de 5,227 compuestos químicos en las hojas de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano), de los cuales 28 fueron seleccionados, por sus propiedades o usos terapéuticos. Se comprobó que el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas es el adecuado para identificar la composición química del aceite.

Los compuestos mayoritarios presentes, fueron: Óxido de cariofileno, cariofileno, mirceno, canfeno, humuleno & bisaboleno; también se encontraron otros componentes como: timol, eugenol, aromadendreno, p-aminotolueno, alfa-santalol, trans-carveol, aristoleno, ledol, o-cimeno, entre otros. La presencia de todos estos compuestos antes mencionados, se relacionan con los antecedentes encontrados, aunque existen divergencias cualitativas. Se pueden mencionar algunos factores que pueden relacionarse a estas discrepancias, tales como:

- ☞ Sensibilidad analítica con la que se trabaja
- ☞ Época de cosecha de la muestra
- ☞ Método de extracción
- ☞ Condiciones de almacenamiento
- ☞ Condiciones geobotánicas

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Gráfico #3: Comparación de compuestos del AEO



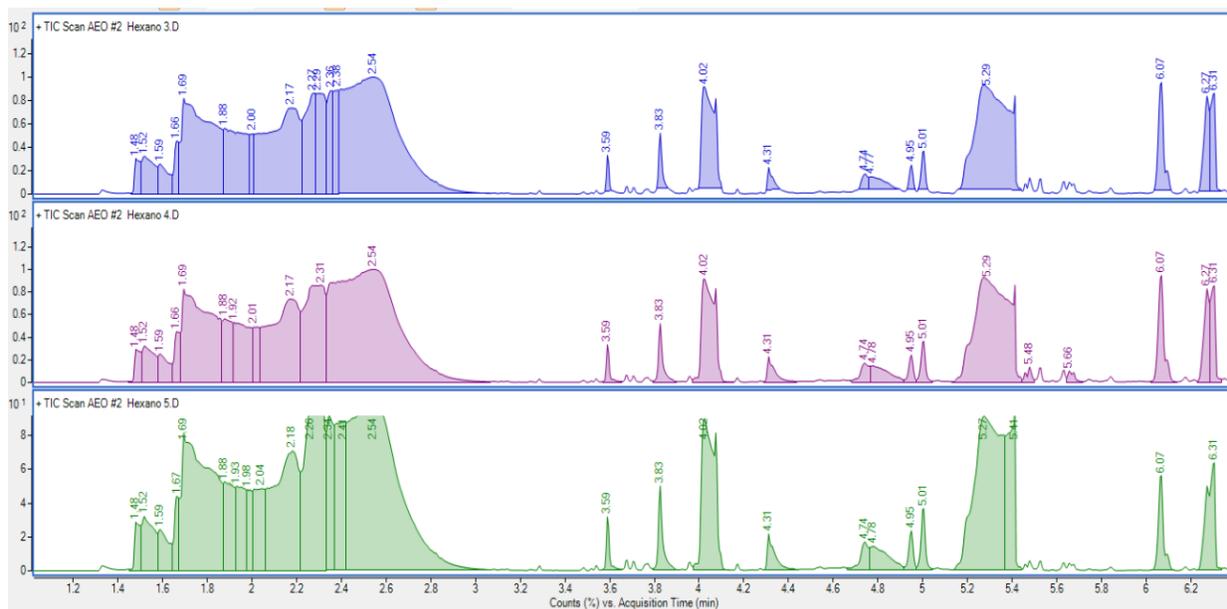
Fuente: (Bermúdez & Estrada)

Se compararon los compuestos encontrados en el análisis por cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas, con los encontrados por (Senthilkumar & Venkatesalu, 2010) utilizando el mismo método cromatográfico para el análisis del aceite esencial de orégano obtenido por hidrodestilación con un aparato tipo Clevenger para la extracción del aceite y diferente tratamiento de la hoja de orégano.

El 24% hace referencia a los compuestos: Mirceno, alfa-terpineno, para-cimeno, gamma-terpineno, timol, beta-felandreno y óxido de cariofileno, siendo los únicos que se muestran en los resultados de ambos análisis cromatográficos.

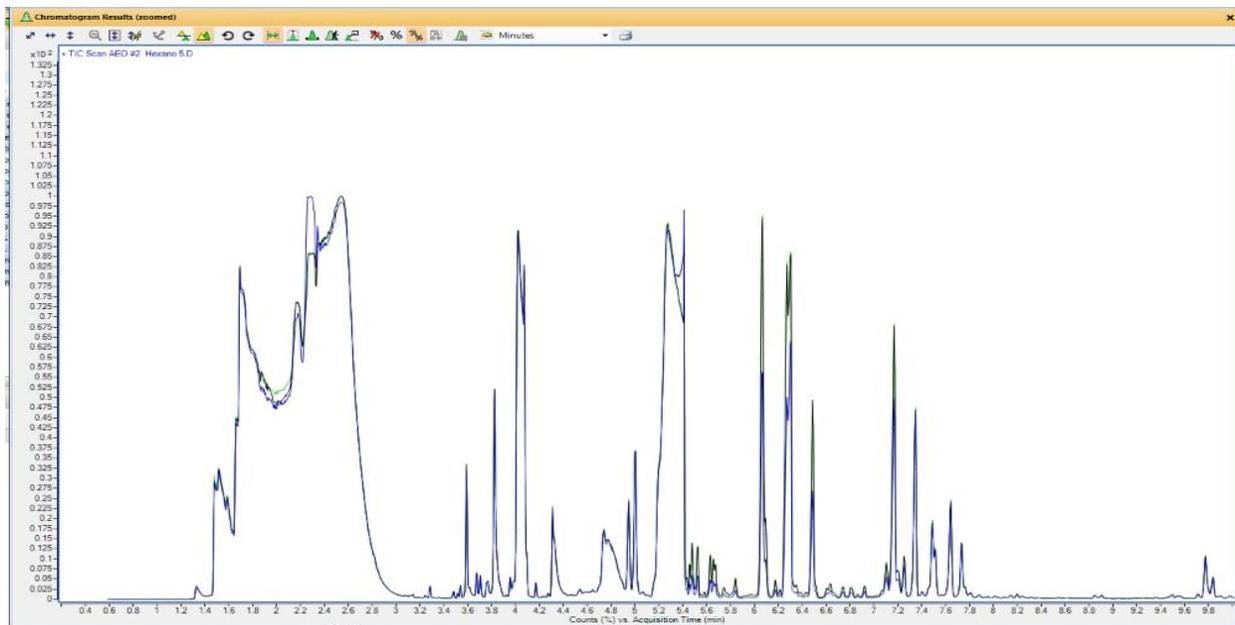
Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Gráfico #4: repetibilidad de las inyecciones



Fuente: (Bermúdez & Estrada)

Gráfico #5: Comparación de las tres inyecciones realizadas

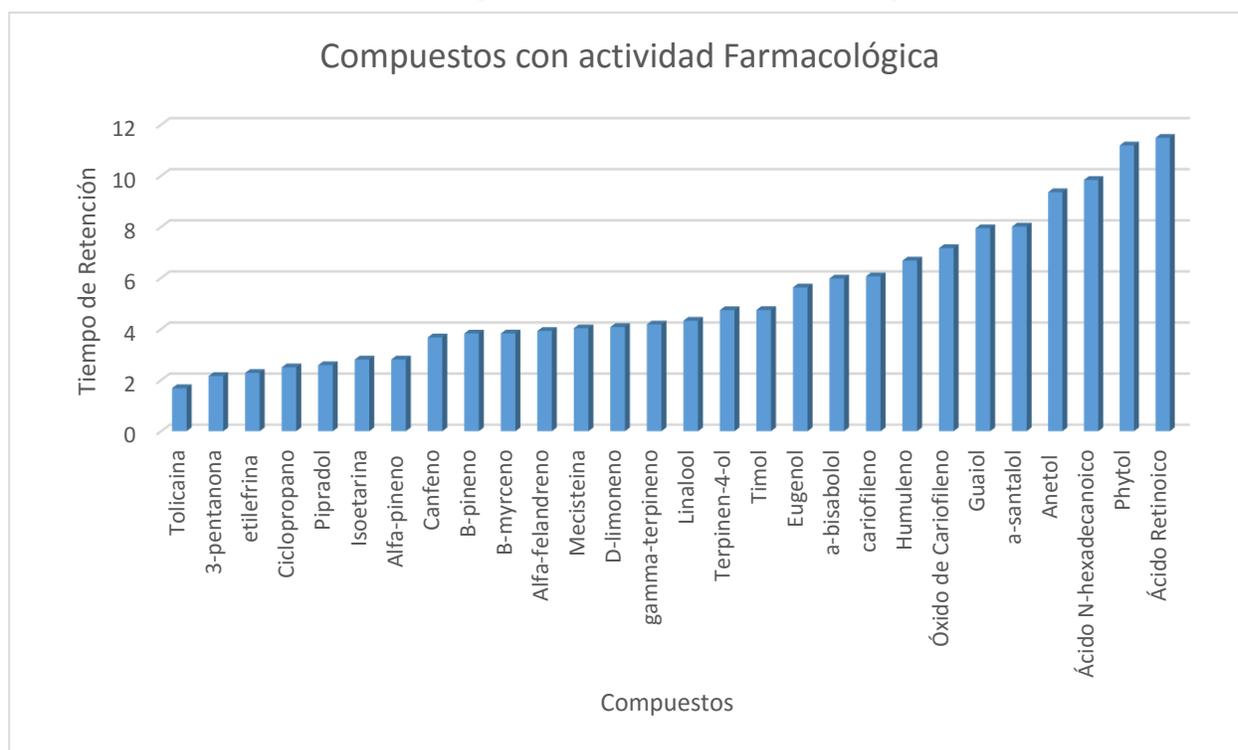


Fuente: (Bermúdez & Estrada)

A través de las tres inyecciones se obtuvo la concordancia entre los resultados de las mediciones sucesivas del AEO realizadas en las mismas condiciones de medición.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Gráfico #6: compuestos con actividad farmacológica

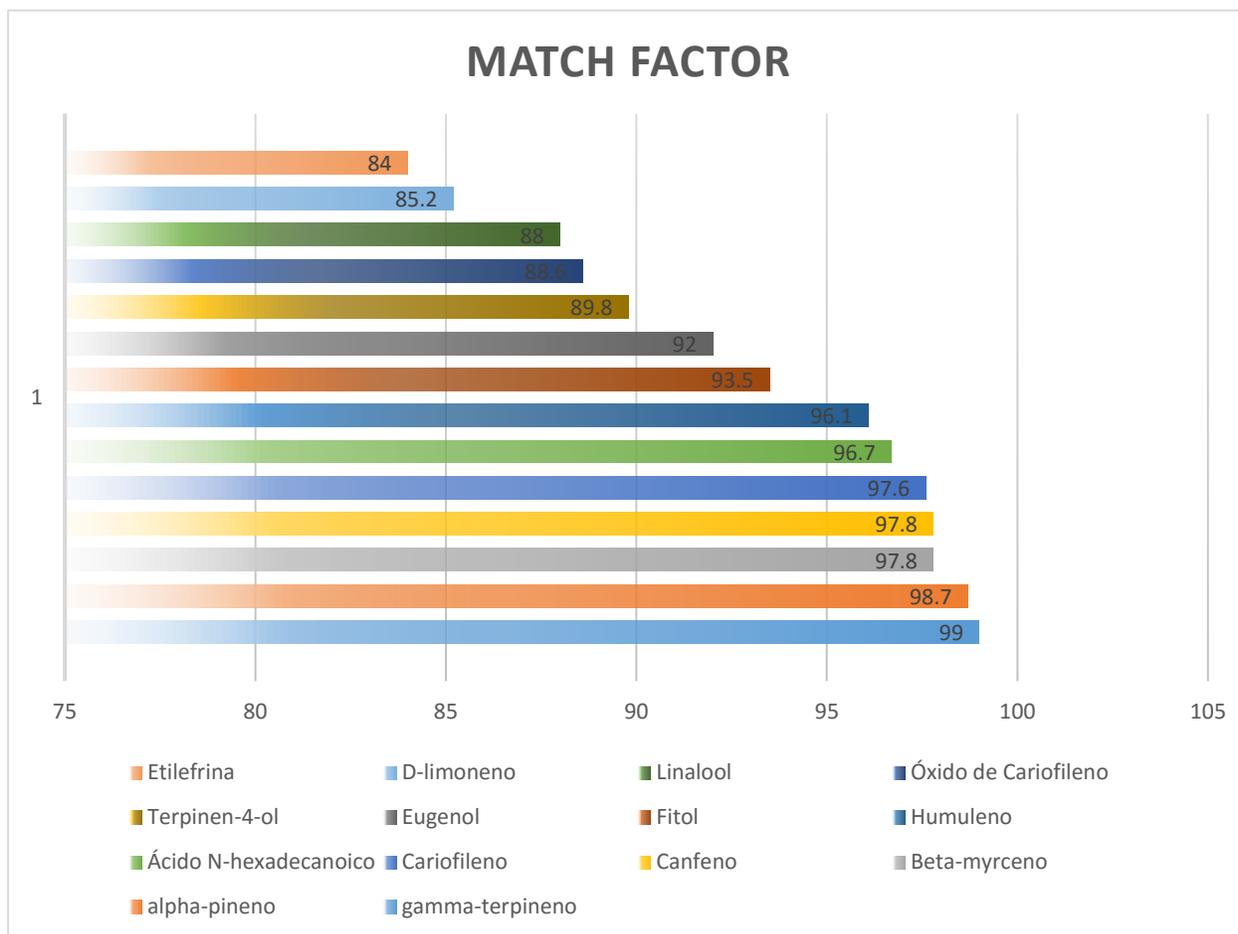


Fuente: (Bermúdez & Estrada)

En el gráfico #6 se representan 28 compuestos que fueron seleccionados por poseer actividades farmacológicas versus los tiempos de retención que presentaron en el cromatógrafo de gases acoplado al espectrómetro de masas. Siendo el Tolicaina, el que presentó menor tiempo de retención (1.6869) y el ácido propanoico con 11.6502 el tiempo de retención más alto. Los tiempos de retención varían dependiendo de la afinidad que tienen los compuestos con la columna del cromatógrafo.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Gráfico #7: factor de coincidencia con la Biblioteca NIST17



Fuente: (Bermúdez & Estrada)

El gráfico #7 contiene los compuestos con propiedades terapéuticas, que tienen una probabilidad superior al 80% de coincidencia con los espectros registrados en la biblioteca NIST versión 2.3, publicada en el 2017. Esto quiere decir que, se tiene una confiabilidad mayor a 80% que estos compuestos se encuentran en el AEO y que le brindan sus propiedades farmacoterapéuticas. Entre los más confiables están: gamma-terpineno (99%), Alfa-pineno (98.7%), b-mirceno y Canfeno (97.8%), Cariofileno (97.6%), ácido N-hexadecanoico (96.7%) y Humuleno (96.1%).

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES



6.1. CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos que fueron planteados para el desarrollo de este trabajo científico, se concluye lo siguiente:

- ☞ Se aplicó apropiadamente el método de extracción por arrastre de vapor, que permitió la obtención del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour), obteniendo como resultado satisfactorio, un rendimiento de 0.98% y dentro de los criterios de aceptación de las características organolépticas y fisicoquímicas.
- ☞ Se analizó el aceite esencial a través de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, utilizando para la separación de las mezclas una columna capilar HP-5MS (30 m x 250 μ m x 0.25 μ m), temperatura inicial 45 °C, temperatura de la línea de transferencia del MSD 280 °C y volumen de inyección de 1.0 μ l en modo Split (20:1) con temperatura del inyector de 250 °C; demostrándose que es un método adecuado para la identificación de compuestos del AEO.
- ☞ A través de comparación de espectros realizados por la Biblioteca NIST 2017, diversos compuestos químicos fueron identificados en las tres inyecciones que se realizaron en el equipo, bajo las mismas condiciones, encontrándose diferencias mínimas. Se identificaron 28 compuestos con propiedades terapéuticas de interés, siendo como compuestos mayoritarios: el cariofileno, mirceno, canfeno, bisaboleno, óxido de cariofileno y humuleno.

En base a la identificación de estos compuestos se le confiere al aceite esencial *Coleus amboinicus* (Lour), propiedades antioxidantes, antisépticas, expectorantes y antiinflamatorias; incluso se considera como promisorio para diseñar productos magistrales.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a futuros investigadores de la carrera de química farmacéutica interesados en la línea de investigación de botánica y farmacognosia a:

- ☞ Cuantificar porcentualmente los compuestos orgánicos con propiedades terapéuticas, utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas con la ayuda de estándares.

- ☞ Hacer estudios para ver la factibilidad de aislar ciertos compuestos con actividad terapéutica.

- ☞ Elaborar fitofármacos utilizando *Coleus amboinicus* (Lour).

GLOSARIO

- 1. Alambique:** Utensilio que sirve para destilar una sustancia volátil.
- 2. Bokashi:** Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos, que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados.
- 3. Elucidar:** Poner en claro algo.
- 4. Esquejes:** Tallo o cogollo que se introduce en la tierra para la reproducción de la planta.
- 5. Epicarpio:** Capa externa de las tres que forman el pericarpio de los frutos, es decir la piel de dichos frutos.
- 6. Hipógina:** Flores en las que los sépalos, pétalos o estambres se insertan más abajo del ovario.
- 7. Pecioladas:** Es el rabillo que une la lámina de una hoja a su base foliar o tallo.
- 8. Pubescencia:** Estado de una superficie cubierta de vello (pelusilla fina y suave)
- 9. Proapoptóticas:** Sustancia o mecanismo que propicia la apoptosis y estorba la aparición y progresión del cáncer.
- 10. Suigéneris:** Que es de su género u especie.
- 11. Sufrutice:** Plantas que son leñosas en la base y herbáceas en la zona superior.
- 12. Zigomorfa:** Que tiene simetría bilateral, es decir un solo plano de simetría.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Plectranthus_amboinicus.htm
- AGRI nova Sciencie. (s.f.). *InfoAgro*. Obtenido de infoagro.com/aromaticas/oregano.htm
- Al, G. L. (2015). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Revista Cubana de farmacia*, 12.
- Albado, E., Saez, G., & Grabiell, S. (2001). Composición Química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum Vulgare* (Orégano). *Revista médica Hered*(12), 16-19.
- Arboles ornamentales. (2020). Obtenido de <https://www.arbolesornamentales.es/hojas.htm#:~:text=D%C3%ADcese%20de%20la%20hoja%20con%20forma%20de%20lanza%2C%20es%20decir,hoja%20con%20forma%20de%20rombo.>
- Arcila, C. e. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 11.
- Armario, J. F. (2003). Retinoides en dermatología. *Med Cutan*, 24.
- Arumugam, Arumugam, G., Kumara, M., & Rani, U. (2016). *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and nutritional significance. *Molecules*, 369. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6274163/>
- Ashaari, N. &. (15 de Junio de 2020). *PLoS ONE*. (B. Hamberger, Ed.) Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0235416>
- Ayzemberg, C. E. (20 de 02 de 2009). Obtenido de <https://hera.ugr.es/tesisugr/17914085.pdf>
- Bolaños, D. &. (2016). Etilerfrina vs. fenilerfrina en hipotensión por anestesia espinal por cesárea: ensayo clínico multicéntrico, controlado, aleatorizado y doble ciego. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 89-96.
- Bolívar, G. (2019). Pentanona: estructura química, propiedades, síntesis, usos. *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/pentanona/>
- Bravo, L. (2003). *FARMACOGNOSIA*. España: GEA consultoría Editorial, S.L.L.
- Brugnatelli, V. (s.f). *Fundación CANNA*. Obtenido de <https://www.fundacion-canna.es/propiedades-antiinflamatorias-y-anticonceptivas-de-v-mirceno&ved=2ehUKEwiNjeTBs07xAhVHSN8KHevlCtgQFjAAegQlAxAC&usg=A0vVaw2WHD66WonDedV77-Ji77Nc>
- Camán, A. (2019). Extracción y caracterización del aceite esencial de espinaca (*Spinacia Oleracea* L.) por arrastre de vapor. *Repositorio Institucional UNA-PUNO*, 102.
- Canna. (2020). Los terpenos. *Fundación Cunna*.
- Carretero, M. E. (2011). Plantas medicinales con aceites esencial rico en anetol. *Lifeder*.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- Casanova, T. P. (2019). Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/T-UCE-0008-CQU-081.pdf
- Cebrián, J. (2020). Sándalo, un antiséptico sagrado. *Revista de salud y bienestar*.
- Christian, G. (2009). QUIMICA ANALITICA. En G. Christian, *QUIMICA ANALITICA* (pág. 858). México, D.F.
- Chung, K., & Mazzone, S. (2012). Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine.
- David K. Hill; (s.f). Manual de química de aceites esenciales de Terra. (D. Hill, Ed.) Obtenido de <https://media.doterra.com/us/es/brochures/essential-oil-chemistry-handbook.pdf>
- David, & Hill, D. (s.f). Manual de Química de Aceites Esenciales.
- Escobar, R. G. (2002). Eugenol: Propiedades farmacológicas y toxicológicas. Ventajas y desventajas de su uso. *Revista Cubana de Estomatología*.
- Farmacognosia. (2016). *Plantas medicinales*. Obtenido de <https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/m%C3%A9todos-de-extracci%C3%B3n/maceraci%C3%B3n/>
- FvDirect. (2020). El linalool, más que una molécula aromática. *Productos Naturales*.
- García, M., & Silva, M. (2006). *Técnico en Laboratorio de Diagnóstico clínico en Bioquímica*. Sevilla: MAD, S. L. Obtenido de https://books.google.com.ni/books?id=B3XbyZ_5NcYC&pg=PA25&dq=definicion+de+cromatograf%C3%ADa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiM1-y8upbpAhWDTN8KHeZyAXQQ6AEIJjAA#v=onepage&q=definicion%20de%20cromatograf%C3%ADa&f=false
- Glicerio, L. M. (2015). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Revista Cubana de farmacia*, 12.
- Govaerts, R. (Agosto de 2017). *Catalogue of life*.
- Haneke, E. (27 de Enero de 2008). *Anesthesia and analgesia in dermatologic surgery*. (M. Harahap, & A. Abadir, Edits.)
- Hernández, L., & Claudio, G. (2002). *Introducción al análisis instrumental*. España: Ariel, S.A.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Octubre de 2015).
- ISO. (2013). Obtenido de <https://www.iso.org/standard/51017.html>
- ISO, N. (2013). Aromatic natural raw materials. 11.
- Kumar, D. (Diciembre de 2016). *MedCrave*. Obtenido de <https://medcraveonline.com/APAR/vegetative-propagation-strategy-of-plectranthus-amboinicus-lour-spreng-in-herbal-garden.html>

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- Kumar, P., Singh, S., & Kumar, N. (2020). Plectranthus amboinicus: a review on its pharmacological and pharmacognostical studies. *American Journal of physiology Biochemistry and Pharmacology*, 55-62. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340047480_PLECTRANTHUS_AMBOINICUS_A_REVIEW_ON_ITS_PHARMACOLOGICAL_AND_PHARMACOGNOSTICAL_STUDIES
- León, G., Osorio, M., Torrenegra, M., & Gil, J. (2015). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de Plectranthus amboinicus L. *Revista cubana de Farmacia*, 49(4).
- López, T. (Julio de 2004). Los aceites esenciales. *ELSEIVER*, 88-91.
- Martínez, A. (Febrero de 2003). *OBSERVAMED*. Obtenido de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
- Mazza, G. (s.f). *Monaco Nature Encyclopedia*. Obtenido de <https://www.monaconatureencyclopedia.com/plectranthus-amboinicus-2/?lang=es>
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (11 de Noviembre de 2019). *Atlas de histología vegetal y animal*. Obtenido de http://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/guia_o_v_hoja.php
- Méndez, L., Osorio, M., Torrenegra, M., & Gil, J. (2015). *Medigraphic*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2015/rcf154k.pdf>
- Mercado libre . (2020). Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-440631655-equipo-destilacion-por-arrastre-vapor-nuevo-extraer-aceite-_JM
- Mexico Documents. (Octubre de 2015). *Mexico Documents*. Obtenido de https://vdocuments.mx/cromatografia-de-gases-acoplada-a-espectroscopia-de-masas.html#google_vignette
- Midori, A., & Coello, D. (Enero de 2020). D-limoneno un monoterpeneo sustancial para la vida y su vinculación con el cannabis. *ResearchGate*, 40, 117-119. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.researchgate.net/publication/338526205_D-LIMONENO_UN_MONOTERPEENO_SUSTANCIAL_PARA_LA_VIDA_Y_SU_VINCULACION_CON_EL_CANNABIS&ved=2ahUKEwjRme3Bru7xAhVtnuAKHbLGBOIQFjAMegQIHBAC&usg=AOvVaw0Eb10CmZ
- Molina, R. (Noviembre de 2019). Evaluación del comportamiento y desarrollo vegetativo del orégano (Plectranthus amboinicus (Lour) Spreng) en tres sustratos a nivel de vivero en la Universidad Nacional Agraria. 57. Nicaragua.
- Muhye, A. (11 de Junio de 2021). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/ciclopropano/>

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- Narayanan, K., & Saktihivel, N. (2011). Extracellular synthesis of silver nanoparticles using the leaf extract of *Coleus amboinicus* Lour. *ScienceDirect*, 1708-1713.
- National Center for Biotechnology Information. (2021). *PubChem*. Obtenido de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Isoetharine>
- Olaya, J. M., & Alzamora, J. (2003). *Guía de plantas y productos medicinales*. (L. E. Acero, & L. Rodríguez, Edits.) Bogotá. Obtenido de https://books.google.com.ni/books?id=0Zs6HmaBy_gC&pg=PA17&dq=Extraccion+de+aceites+esenciales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj3y_GY_pXpAhWEUt8KHRqlAUoQ6AEIMTAC#v=onepage&q=Extraccion%20de%20aceites%20esenciales&f=false
- OMS. (2000). *General guidelines for methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine*. Rockville, MD, USA: WHO. doi:https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66783/WHO_EDM_TRM_2000.1.pdf
- OMS. (s.f). *Definiciones de medicina tradicional*. Rockville: WHO. Obtenido de https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/
- Ordoñez, G. &. (2020). Estudio químico del aceite esencial de la "Yareta" *smallathus parviceps* (blake) Rob. *Revista de la sociedad química del Perú*, 86(2), 143-151.
- Orsini, G. (2020). *Coleus & Plectranthus* (Lamiaceae) en Venezuela: actualización nomenclatural y usos tradicionales. *Revista de la Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela*, 124-137.
- Ossa, J. (2020). Evaluación de las características fisicoquímicas y de la actividad antimicrobiana del aceite del árbol de té contra *Cutibacterium acnes* (*Propionibacterium acnes*) ATCC 6919. *Biomédica*.
- Otaviano, P. (2008). Actividade antiproliferativa de benzaldehído canfeno tiossemicarbazonas em células de melanoma humano (SK-MEL-37) . *Universidades Federal de Goiás*.
- Patón, A., Mwanyambo, M., & Culham, A. (2018). Phylogenetic study of *Plectranthus*, *Coleus* and allies (Lamiaceae): taxonomy, distribution and medical use. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 355-376.
- Payá, A. (2006). *herbogeminis*. Obtenido de http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/espectrometria_de_masas.pdf
- Paz, A. (10 de Octubre de 2005). METODOS ANALITICOS PARA LA IDENTIFICACION DE PLANTAS MEDICINALES.
- Pitzer, S. (1973). *Growing & Using Oregano*. Storey Publishing.
- Puccio, P. (s.f.). *Monaco Nature Encyclopedia*. Obtenido de <https://www.monaconatureencyclopedia.com/plectranthus-amboinicus-2/?lang=es>

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

- QuimiNet. (06 de 02 de 2012). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/aceites-esenciales-obtencion-y-aplicaciones-2676632.htm#:~:text=Los%20aceites%20esenciales%20son%20utilizados,sirve%20para%20protegerse%20de%20enfermedades>.
- Rodas, O. (Julio de 2005).
- Rovetto, G. M. (2010). Aplicaciones medicinales del tomillo. *Revista Boliviana*.
- Salamanca, M., & Sánchez, M. (2009).
- Saldanha, E. &. (2018). Health effects of varius dietry agents and phytochemicals (therapy of Acute Pancreatitis). En *Therapeutic, probiotic and unconventional foods* (págs. 303-314). India.
- Sánchez Ocharan, C. (2012). *Introducción a la botánica general*. Perú. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/284721934_Introduccion_a_la_Botanica_General
- Santos, M. (2013). Prospección tecnológica para el uso de Beta-pineno. *REVISTA GEINTEC-GESTAO INOVACAO E TECNOLOGIAS*, 186-194.
- SCAI. (2016). *SCAI/UMA.ES*. Obtenido de <http://www.scai.uma.es/areas/aqcm/ems/ems.html>
- Schürhopp, G. (1967). *CURSO DE BOTÁNICA GENERAL Y APLICADA* (Tercera ed.). (J. Springer, Ed.) Barcelona, Calabria: LABOR, S.A.
- Sensi Seeds. (11 de Noviembre de 2020). *SENSI SEEDS*. (S. Sinha, Editor) Obtenido de <https://sensiseeds.com/es/blog/que-son-los-terpenos-y-cuales-son-sus-usos-medicinales/>
- Senthilkumar, A., & Venkatesalu, V. (2010). Chemical composition and larvacidal activity of the essential oil of plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng against Anopheles stephensi: a malarial vector mosquito. *Springer-Verlag*, 1275-1278.
- Simmler, L., Rickli, A., Schramm, Y., Hoener, M., & Liechti, M. (28 de Enero de 2014). Perfiles farmacológicos de aminoindanos, piperazinas y derivados de pipadrol. *Biochem Pharmacol*, 237-244.
- Singh, G., Singh, O., Prasad, Y., M.P, L., & Catalán, C. (2002). Studies on essential oils, part 33: chemical and insecticidal investigations on leaf oil of Coleus amboinicus Lour. *FLAVOUR AND FRAGRANCE JOURNAL*, 440-442.
- Sinha, S. (2020). Los terpenos y sus usos medicinales. *Sensi seeds*.
- Skoog, D. &. (2005). *Fundamentos de Química Analítica*. México,D.F: Thomson.
- Stashenko, E., & Jairo, M. (2010). Algunos aspectos prácticos para la identificación de analitos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. *II*. Bucuramanga, Colombia.

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Suárez, E. (2012). *UNAN.edu.ni*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/78/1/90907.pdf>

Tecnosoluciones. (2020). *Aceites esenciales: Sus usos e importancia*.

Telesca, J., Carballo, S., & Banchemo, L. (2007). *Manuela de secado solar de especies medicinales y aromáticas para predios familiares*. Uruguay, Montevideo.

Téllez, L., & Nolazco, D. (10 de Enero de 2017). *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*.

Universidad de Málaga. (s.f.). *Jardín botánico*. Obtenido de <http://www.jardinbotanico.uma.es/bbdd/index.php/jb-34-02/>

Veronelli, E. &. (2018). El alfa-bisabolool: un regalo de la naturaleza. *Industria Cosmética*.

Anexos



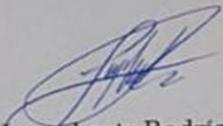
UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CERTIFICADO DE IDENTIFICACION

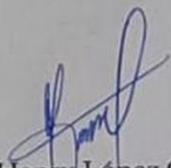
El Herbario del Departamento de Biología de la UNAN Managua a petición de las bachilleras Br. Kathya Auxiliadora Bermúdez Gómez (201-080599-1006X) y Br. Paola Denise Estrada Hernández (041-300300-1006R), hace constar que la siguiente identificación con base en criterios taxonómicos pertenece a la especie: *Coleus amboinicus* Lour. De nombre común orégano francés, orégano orejón, menta mexicana. Esta planta no pertenece a la flora nativa de América.

A solicitud de la parte interesada y para los fines que estime conveniente se extiende la presente en la ciudad de Managua a los 6 días del mes de agosto del 2021.

Sin más que referir


Layo Leets Rodríguez
layo.leets@unan.edu.ni
Técnico del herbario del
departamento de Biología




Henry López Guevara
henry.lopez@unan.edu.ni
Técnico del herbario del
departamento de Biología

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 1: Descripción Coleus amboinicus (Lour)



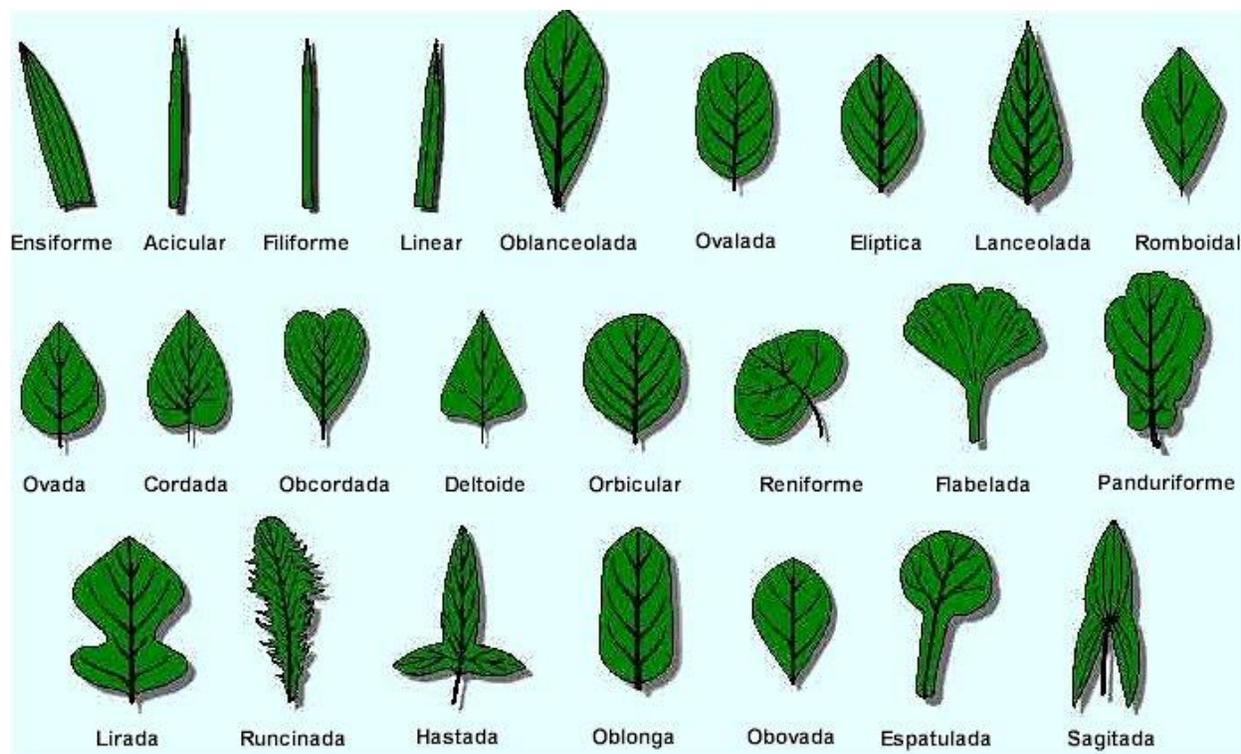
Fuente: (Bermúdez & Estrada, 2020)

Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 2: Ficha de identificación morfológica

<i>Especie</i>	<i>Altura</i>	<i>Forma de la hoja</i>	<i>Color de la hoja</i>
<i>Origanum Vulgare</i> L	0,30 - 0,70 m	Enteras Ovaladas Opuestas	Verde
<i>Lippia</i> <i>Cardiostegia Benth</i>	1 – 3 m	Ovaladas Elípticas Suborbiculares	Verde
<i>Coleus amboinicus</i> (Lour Spreng).	30 – 90 cm	Opuestas Pecioladas Ovado elíptico Romboidal	Verde

Fuente: (Bermúdez & Estrada, 2020)



Fuente: (Arboles ornamentales, 2020)

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 3: Guía de laboratorio para extracción del aceite esencial.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA FARMACÉUTICA

**EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Coleus amboinicus* (Lour) (ORÉGANO),
UTILIZANDO DESTILACIÓN CON ARRASTRE DE VAPOR**

OBJETIVO:

1. Extraer aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de destilación por arrastre de vapor.
2. Calcular el rendimiento porcentual del aceite esencial extraído.

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas. Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos como la destilación simple y la maceración. En general son los responsables del olor de las plantas (Suárez, 2012).

Las esencias naturales, se aíslan por diferentes métodos, de acuerdo con la naturaleza y las propiedades de las mismas o de los cuerpos aromáticos de donde precede. El método más común es destilación, con este método se obtiene aceite con mayor pureza y calidad, el aceite esencial de orégano contiene hidrocarburos aromáticos como carbarol, fenol, origanero, timol, junto con cimeno y a veces linacol, que forman el sabor y olor.

Los rendimientos de extracción generalmente van desde el 1,8% hasta el 5,6%. En cuanto a su composición se han logrado identificar hasta 56 compuestos, y se han encontrado diferencias cuantitativamente significativas en sólo dos fenoles isoméricos, carvacrol (0,1-56,6%) o fenol no-

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

cristalizable y timol (7,9-53,6%) o fenol cristalizable; incluyéndose sus precursores biosintéticos el γ -terpineno y el p-cimeno.

Destilación por arrastre de vapor, se trata de la capacidad que tiene el vapor de agua de arrastrar las materias olorosas. Para ello, se calienta agua para generar vapor y que este pase a través de la planta, para luego ser enfriado en un serpentín y finalmente ser recolectado. El líquido así obtenido es una mezcla de aceite y agua que se separa por decantación obteniendo el aceite esencial y el hidrolato. Hay que tomar en cuenta que la cantidad y calidad del aceite esencial también depende del tratamiento que se le dio a la muestra en estudio.

El material cortado se deja expuesto al sol para favorecer la pérdida de humedad por aproximadamente 5-6 horas, luego se traslada a un ambiente cerrado para completar el deshidratado natural. El secado también puede hacerse en forma artificial, lo que permite secar una gran cantidad de material en corto tiempo, obteniendo un producto más uniforme. Para utilizar este sistema de secado hay que tener ciertas consideraciones en cuanto temperatura y humedad del proceso para obtener un producto de calidad. La literatura internacional declara que las temperaturas de secado deben oscilar entre 25 – 40 grados entre 2,5 – 4 horas

Según (Telesca, Carballo, & Banchemo, 2007)

- El momento de cosecha más oportuno es antes de la floración.
- La cantidad de materia verde para obtener 1kg de materia seca es de 4kg
- Los valores preestablecidos de contenido de agua para la comercialización de orégano es 11%

Extracción de aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) por destilación por arrastre de vapor

PARTE 1: SECADO DEL MATERIAL VEGETAL

1. Recolección de la muestra:

- a. Identificar la especie de orégano. (utilizar ficha de identificación)
- b. Una vez identificada la especie, recolectar las hojas que cumplan con los criterios de inclusión previstos:
 - ☞ Hojas adultas.
 - ☞ Hojas de tamaño aproximadamente entre 5.5 cm de largo x 6 cm de ancho.
 - ☞ Hojas recolectadas en el barrio Costa Rica, del Municipio de Managua.
- c. Separar las hojas del tallo, lavarlas y almacenarlas utilizando papel craft.

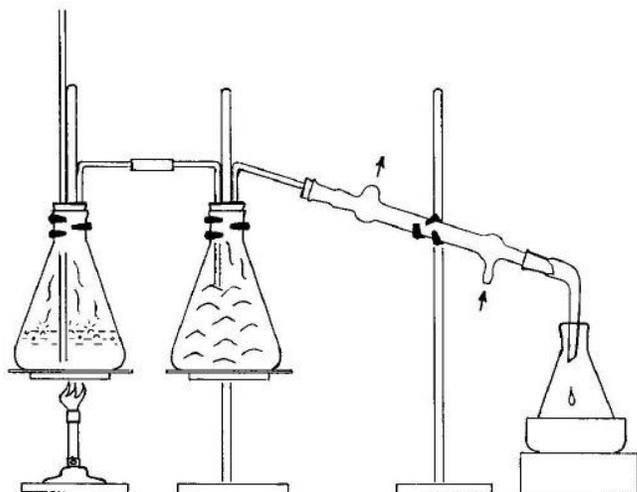
2. Tratamiento de la muestra:

- a. Cortar en pequeños trozos las hojas de orégano
- b. Pesar en la balanza analítica aproximadamente 2.5 kg (2500 g) de las hojas de orégano
- c. Lavado
- d. Escurrido
- e. Secar las hojas al sol en secadores artesanales
- f. Almacenar en un lugar limpio, seco, fresco, protegido de la luz, polvo y separada de otras plantas.

CANTIDAD	MATERIAL	REACTIVOS	EQUIPOS
1	Tina para el lavado	Hojas de orégano	Balanza analítica
1	Papel craft	Agua	

PARTE 2: EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL

1. Realizar el montaje del equipo



2. Pesar en una balanza analítica 30 g de hojas de orégano deshidratadas y agregarlas cuidadosamente al balón #2
 3. Agregar 250 mL de agua destilada en el balón #1 y 100 mL al balón #2
 4. Empezar el proceso aplicando calor al balón #1.
 5. Luego de 20 minutos, aplicar calor para ayudar al proceso, al balón #2
 6. Recolectar el aceite impuro en un Erlenmeyer o beacker.
 7. Llevar el aceite impuro a un embudo de decantación y dejar reposar por 24 horas.
 8. Separar el hidrolato del aceite esencial.
 9. Medir el volumen del aceite recolectado.
 10. Calcular el rendimiento % del aceite esencial
 11. Medir pH del aceite esencial
 12. Envasar el aceite esencial en un frasco ámbar, rotularlo y realizar pruebas organolépticas.
 13. Guardarlo en un lugar fresco.
-

Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 4: Extracción del aceite esencial



Recolección de la muestra



Lavado de la muestra

Pesado de la muestra



Secado de la muestra



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas



Asepsia de Cristalería



Triturado de la muestra

Extracción por arrastre de vapor



Preparación de la muestra para la extracción



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas



Recolección del aceite impuro



Decantación

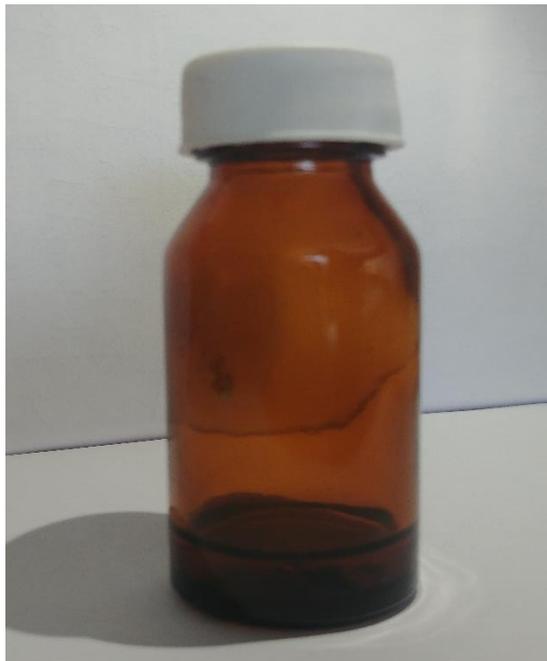
Realización de pruebas fisicoquímicas y organolépticas



Recolección del aceite



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 5: Análisis del AEO por CG/EM



Toma de 100 μ L de AEO



Dilución con Hexano

Programación del Método



Muestras de AEO diluido
en el CG-MS

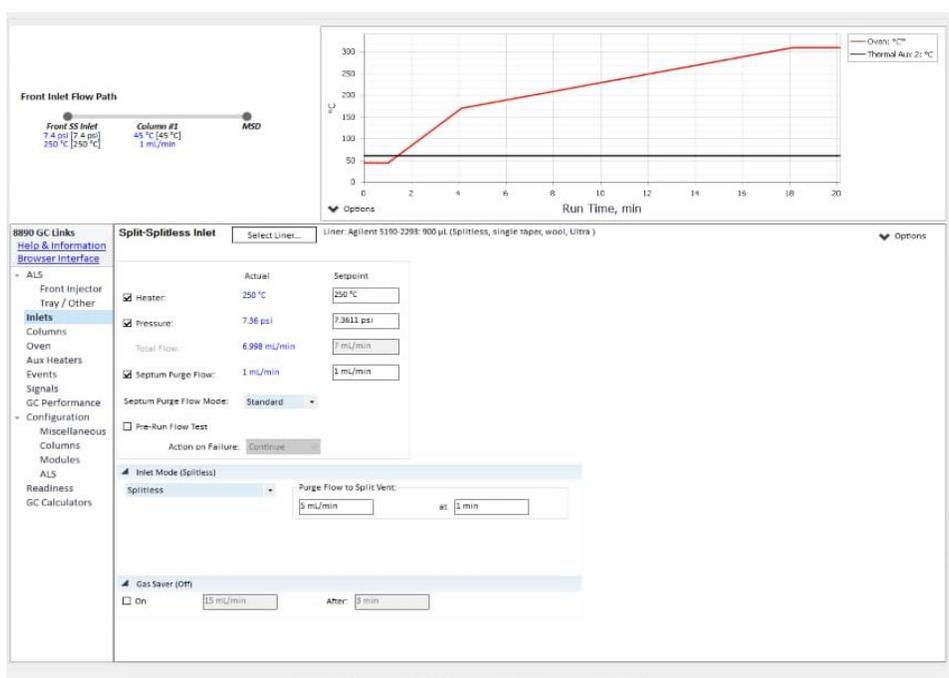
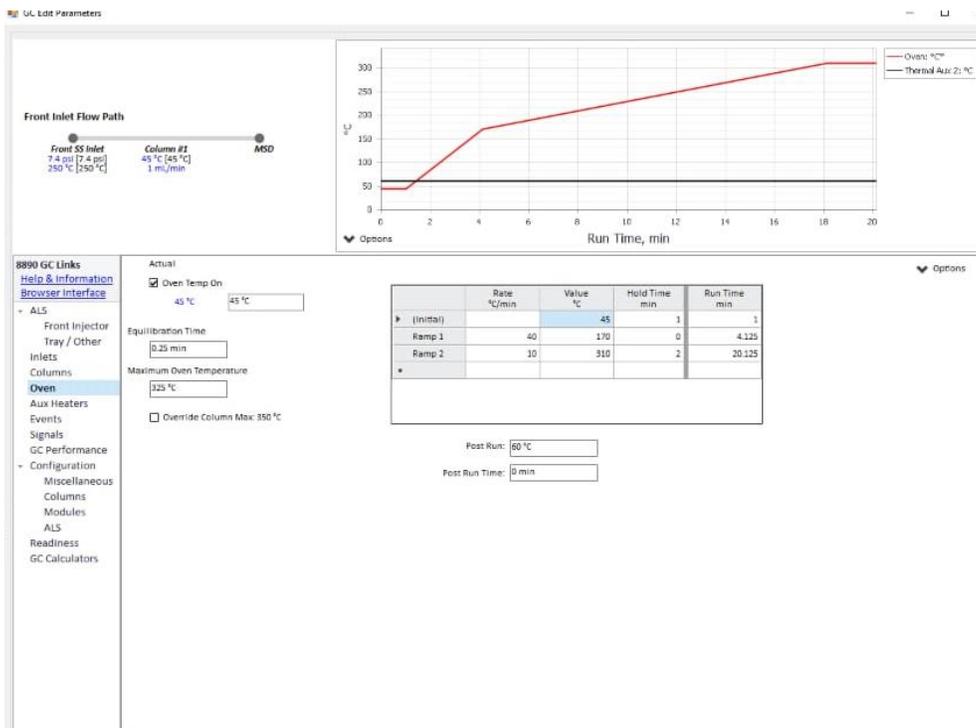


Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

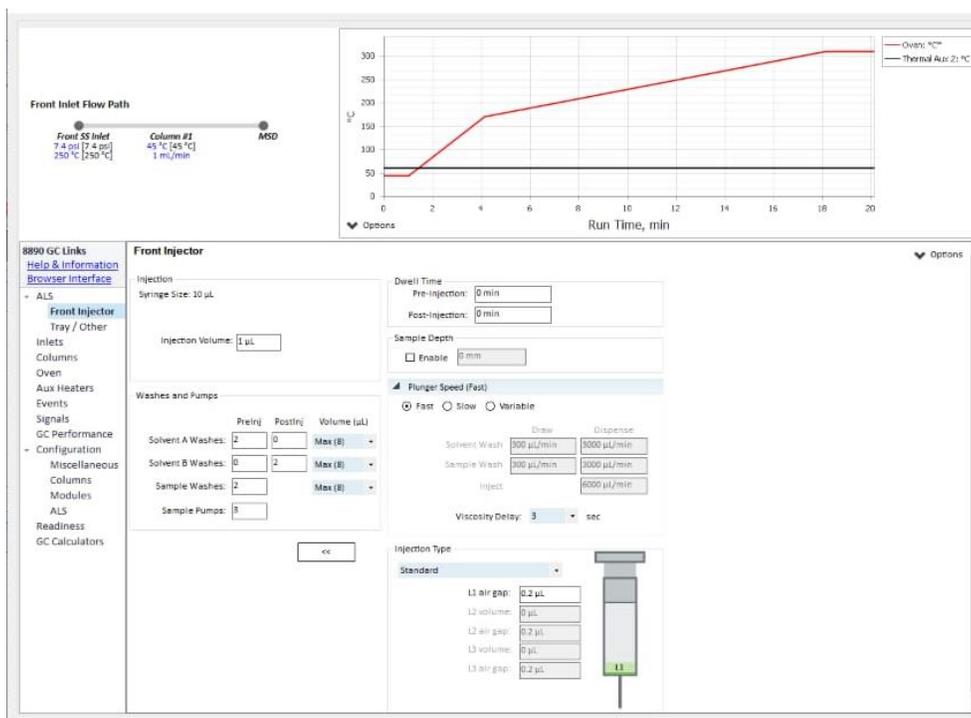


Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 6: Condiciones operativas.



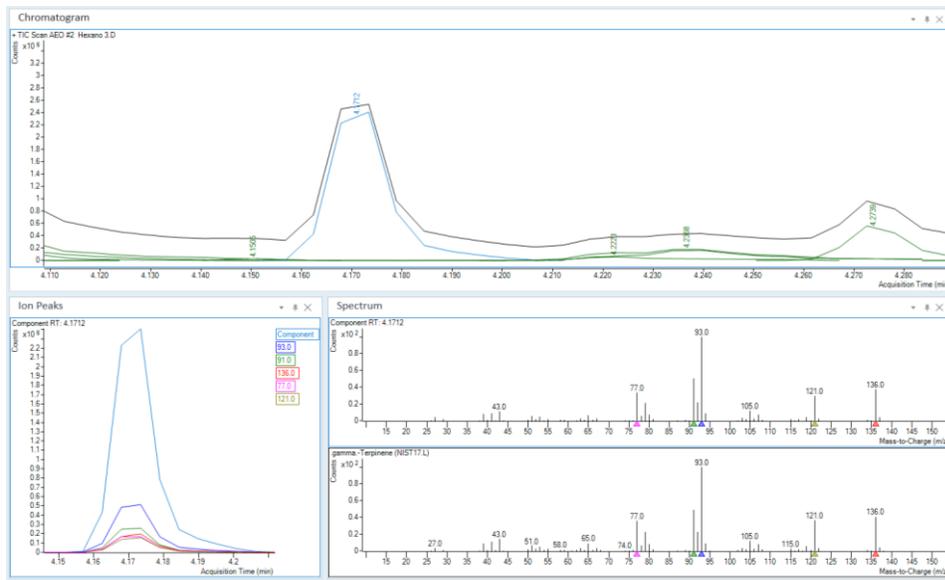
Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas



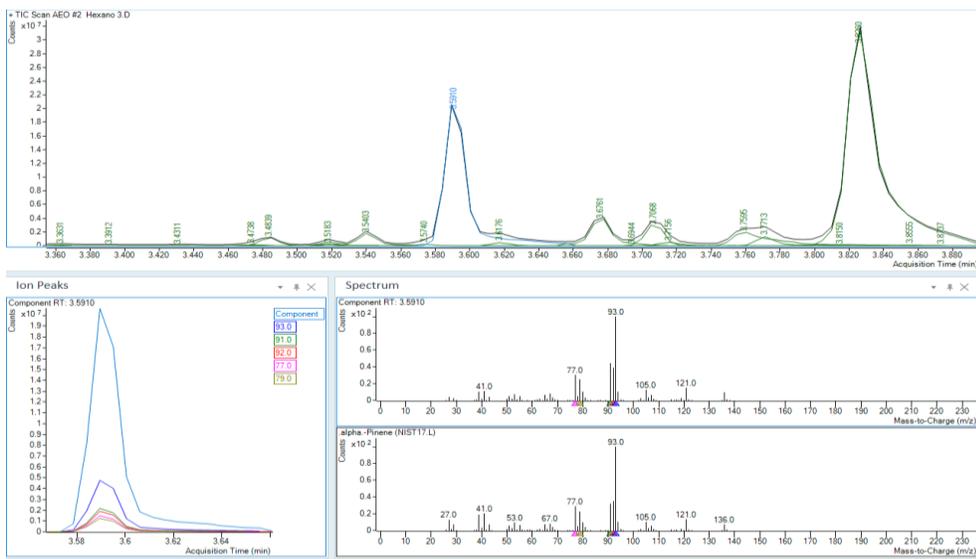
Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 7: Compuestos con alta probabilidad de confianza

Gamma-terpineno

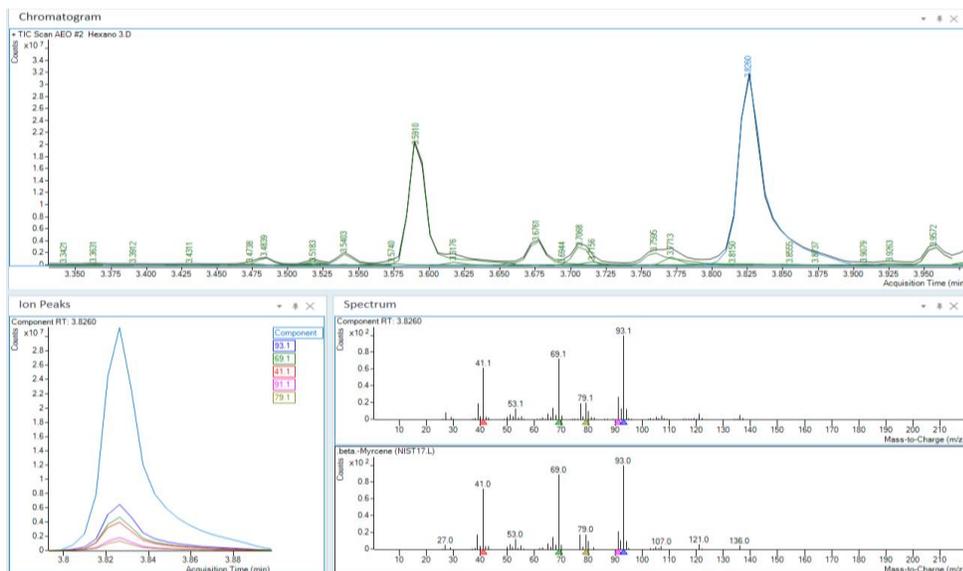


Alfa-pineno

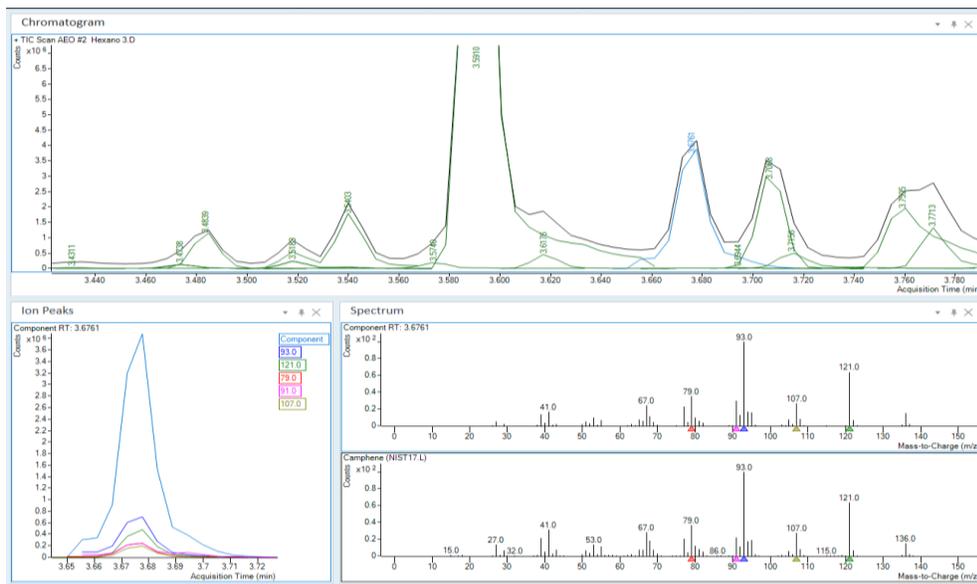


Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Beta-mirceno

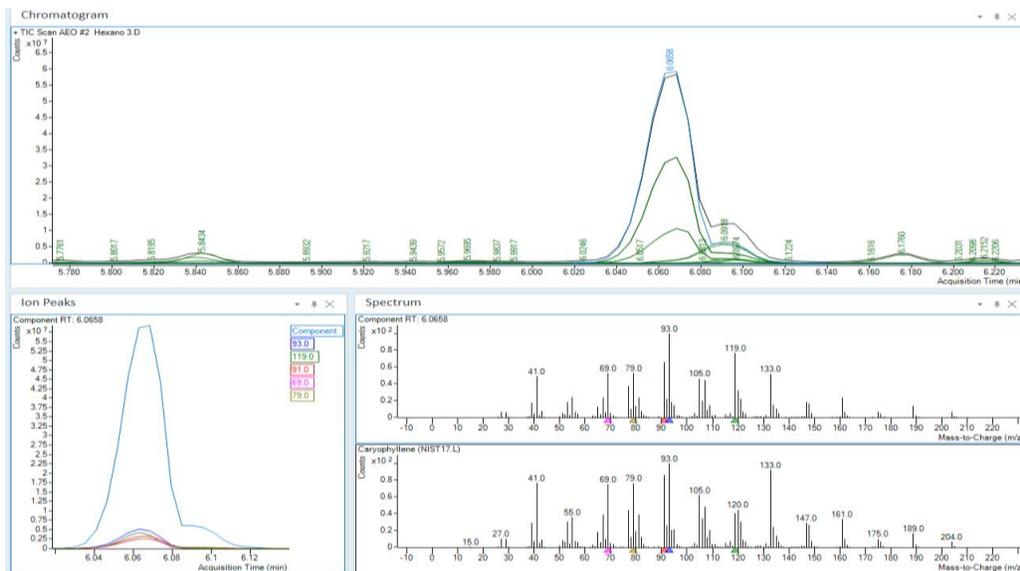


Canfeno

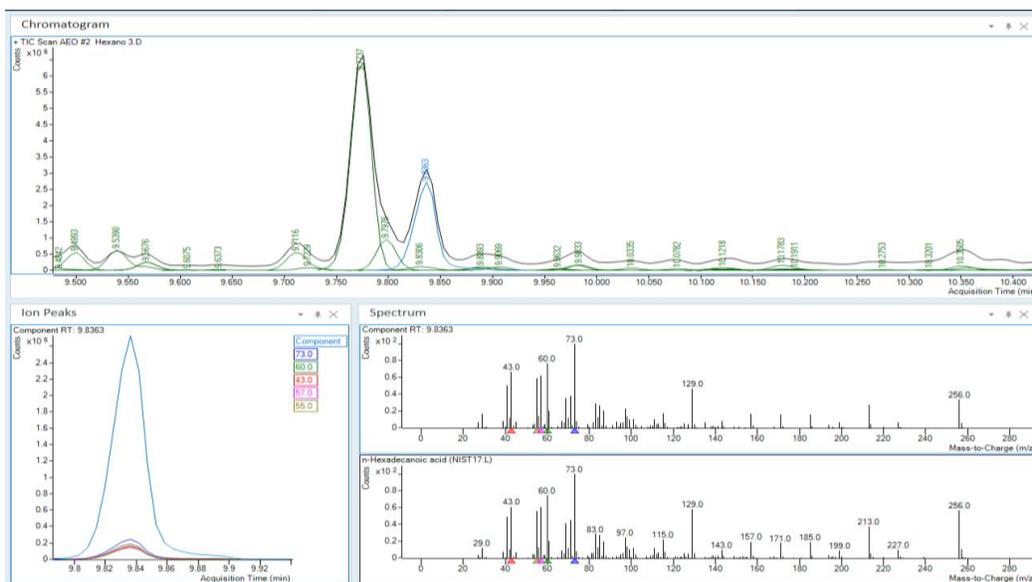


Composición química del aceite esencial de *Coleus amboinicus* (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Cariofileno

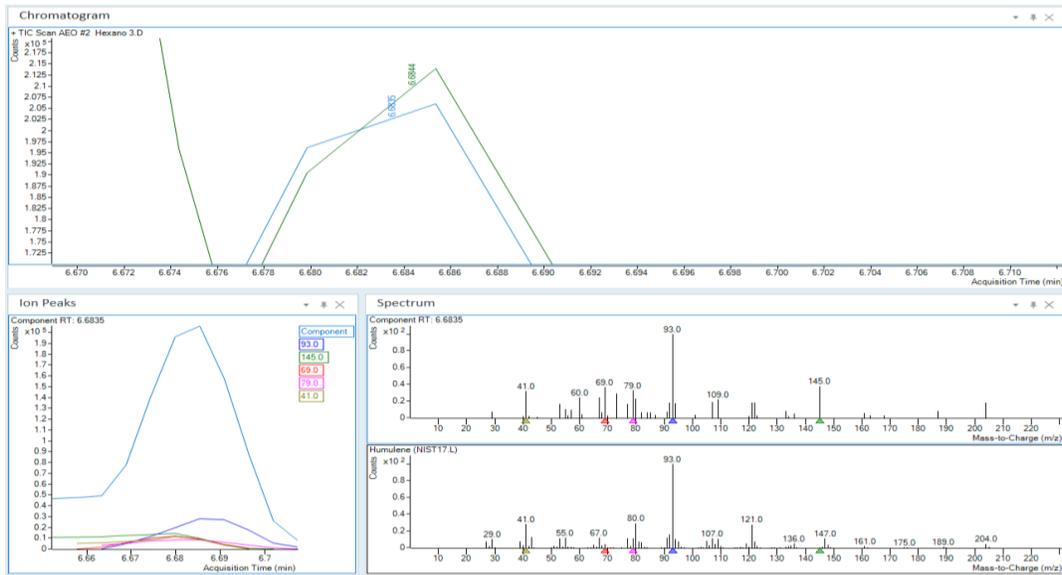


Ácido N-hexadecanoico



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Humuleno



Composición química del aceite esencial de Coleus amboinicus (Lour) (orégano) utilizando el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

Anexo 8: Cálculo de la densidad del aceite esencial Coleus amboinicus.

$$\text{Ecuación: } D = \frac{m_{\text{aceite obtenido}}}{v_{\text{aceite obtenido}}}$$

Masa del aceite obtenido= 1.2 g

Volumen del aceite obtenido= 2 mL

$$D = \frac{1.2 \text{ g}}{2 \text{ mL}} = \mathbf{0.6 \text{ g/mL}}$$

Anexo 9: Calculo del rendimiento del aceite esencial Coleus Amboinicus.

$$\text{Ecuación: } \% \text{RAE} = \frac{m_{\text{aceite obtenido}}}{m_{\text{muestra utilizada}}} \times 100$$

Masa del aceite obtenido: 1.2 g

Masa de la muestra utilizada: 122.2 g

$$\% \text{RAE} = \frac{1.2 \text{ g}}{122.2 \text{ g}} \times 100 = \mathbf{0,98\%}$$