



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Determinación de la composición química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll) como posible alternativa terapéutica en medicina veterinaria

Trabajo de Integración Curricular previo
a la obtención del título de Médico
Veterinario

AUTOR:

Maycol Rodrigo Diaz Massa

DIRECTOR:

Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **VACACELA AJILA WILMER AUGUSTO**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Determinación de la composición química del arbusto Moshquera (Croton wagneri Müll) como posible alternativa terapéutica en Medicina veterinaria**, perteneciente al estudiante **MAYCOL RODRIGO DIAZ MASSA**, con cédula de identidad N° **1105121782**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 5 de Agosto de 2024



Firmado electrónicamente por:
WILMER AUGUSTO
VACACELA AJILA

F) -----
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-001996

Autoría

Yo, Maycol Rodrigo Diaz Massa, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Maycol', with a large, sweeping flourish underneath.

Cédula de identidad: 1105121782

Fecha: 26 de noviembre de 2024

Correo electrónico: maycol.diaz@unl.edu.ec

Teléfono: 0939613222

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Maycol Rodrigo Diaz Massa**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Determinación de la composición química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri Müll*) como posible alternativa terapéutica en medicina veterinaria**, como requisito para optar por el título de **Médico veterinario**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de noviembre de dos mil veinticuatro.

Firma:



Autor/a: Maycol Rodrigo Diaz Massa

Cédula: 1105121782

Dirección: Pózul

Correo electrónico: maycol.diaz@unl.edu.ec

Teléfono: 0939613222

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila. Mg.Sc

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico principalmente a mis padres Rodrigo y Zoila, que son las personas más importantes en mi vida y aquellas que me han apoyado durante este trayecto. A mis hermanos Yanela, Brayan, y Dayana, quienes me apoyaron siempre de muchas formas posibles, sin importar la distancia y a mis sobrinos que siempre serán una inspiración. En memoria de mis abuelitos, que todas las enseñanzas y amor que dejaron fueron de apoyo para este periodo en mi vida, aunque no estén físicamente siempre sus recuerdos fueron un aliento para alcanzar la meta. Finalmente, a mis amigos quienes me acompañaron a lo largo de la carrera que con su amistad fueron un aliento para superar cualquier contratiempo.

Maycol Rodrigo Diaz Massa

Agradecimiento

Quiero dar mi gran agradecimiento a mis padres, hermanos y a toda mi familia por siempre estar presentes de una u otra manera para dar apoyo durante este periodo, y como no agradecer a la Universidad Nacional de Loja, así como a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, y a todos los docentes que forman parte de la carrera de Medicina Veterinaria, por su valiosa aportación a mi crecimiento académico y personal.

En particular, deseo reconocer al Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg. Sc, quien como director de mi Trabajo de Integración Curricular me brindó su apoyo académico y me dirigió correctamente para elaborarlo de mejor manera. Su orientación fue esencial para perfeccionar mis habilidades de redacción, ampliar mi comprensión y desarrollar adecuadamente mi Trabajo de Integración Curricular.

A todos mis compañeros que a lo largo de este tiempo se han convertido en amigos muy cercanos por el tiempo compartido. Pero en especial a aquellos amigos más cercanos los cuales fueron importantes para muchas actividades que cumplimos juntos.

Maycol Rodrigo Diaz Massa

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Género Croton.....	6
4.1.1. Croton wagneri Müll. Arg	6
4.1.2. Usos Comunes de Croton wagneri Müll. Arg	8
4.1.3. Características Químicas de la Planta	8
4.1.4. Principios Activos	9
4.2. Métodos de Extracción de Aceites Esenciales en Plantas.....	9
4.2.1. Difusionales o Soluciones	10
4.2.2. Tipos de Solventes	12
4.3. Trabajos Relacionados al Tema de Investigación.....	12
5. Materiales y Métodos	14
5.1. Área de Estudio	14
5.2. Procedimiento	14
5.2.1. Enfoque Metodológico	14
5.2.2. Diseño de Investigación	14
5.2.3. Tamaño de la Muestra y Tipo de Muestreo	15

5.2.4. Técnicas.....	15
5.3. Procesamiento y Análisis de la Información.....	16
5.4. Consideraciones Éticas	17
6. Resultados.....	18
6.1. Determinación del Rendimiento del Aceite Esencial	18
6.2. Composición Química del Aceite Esencial de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	18
6.2.1. Análisis Cualitativo.....	18
6.2.2. Análisis Cuantitativo.....	20
7. Discusión	23
7.1. Rendimiento del Arbusto <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	23
7.2. Composición Química del Aceite Esencial de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	23
7.2.1. Análisis Cualitativo.....	23
7.2.2. Análisis Cuantitativo.....	23
7.3. Compuestos Mayoritarios	24
7.3.1. trans- β -Ionone.....	24
7.3.2. Germacrene D.....	24
7.3.3. Caryophyllene.....	25
7.3.4. Elemene < β ->	25
7.3.5. Citronellyl tiglate	26
8. Conclusiones	27
9. Recomendaciones.....	28
10. Bibliografía	29
11. Anexos.....	36

Índice de Tablas

Tabla 1. Taxonomía de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.....	6
Tabla 2. Características físicas de las hojas de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.....	7
Tabla 3. Principios activos de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.....	9
Tabla 4. Ventajas y desventajas de la destilación por agua.....	11
Tabla 5. Variables de estudio.....	16
Tabla 6. Rendimiento de aceite esencial del arbusto Moshquera.....	18
Tabla 7. Componentes químicos identificados del aceite esencial de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.....	19
Tabla 8. Concentración de compuestos químicos.....	20
Tabla 9. Compuestos mayoritarios presentes en el aceite esencial.....	22

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de las operaciones unitarias en ingeniería química.	10
Figura 2. Sistema Clevenger	11
Figura 3. Uso de solventes en la extracción.....	12
Figura 4. Mapa de la parroquia Pózul	14

Índice de Anexos

Anexo 1. Equipo de cromatografía	36
Anexo 2. Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	36
Anexo 3. Recolección del material vegetal	37
Anexo 4. Certificado de traducción del resumen	38

1. Título

Determinación de la composición química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri Müll*) como posible alternativa terapéutica en medicina veterinaria.

2. Resumen

El arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll.) es una planta endémica de Ecuador utilizada tradicionalmente por sus propiedades medicinales. Sin embargo, pocos estudios han explorado su potencial terapéutico en medicina veterinaria. El presente proyecto tiene como objetivo determinar la composición química del aceite esencial de esta planta y evaluar su posible uso como alternativa terapéutica en medicina veterinaria, dado su posible efecto antiinflamatorio, antimicrobiano y antioxidante. La investigación se llevó a cabo mediante la recolección de muestras del arbusto en la parroquia Pózul, en el cantón Celica. El aceite esencial se extrajo utilizando el método de destilación por arrastre de vapor y se analizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y detector de ionización de llama (GC-FID). Esto permitió la identificación y cuantificación de los compuestos químicos presentes en el aceite esencial. Los resultados revelaron que el rendimiento del aceite esencial fue de aproximadamente 0.1%. Se identificaron 53 compuestos, siendo los mayoritarios *trans*- β -ionone (13.32%), *germacrene D* (9.84%), *cariofileno* (8.98%) y β -elemene (8.74%), todos ellos conocidos por sus propiedades farmacológicas. En particular, se destacó la capacidad antioxidante, antimicrobiana y antiproliferativa de algunos de estos compuestos. En conclusión, los resultados del estudio sugieren que el aceite esencial de *Croton wagneri* Müll. tiene un gran potencial como alternativa terapéutica en medicina veterinaria. Se recomienda continuar con estudios *in vitro* e *in vivo* para validar sus propiedades medicinales y explorar su uso en tratamientos veterinarios.

Palabras Clave: *Croton wagneri* Müll. Arg, compuestos, aceite esencial, terapéutico.

Abstract

Moshquera shrub (*Croton wagneri* Müll.) is a plant endemic to Ecuador traditionally used for its medicinal properties. However, few studies have explored its therapeutic potential in veterinary medicine. The present project aims to determine the chemical composition of the essential oil of this plant and evaluate its possible use as a therapeutic alternative in veterinary medicine, given its possible anti-inflammatory, antimicrobial and antioxidant effects. The research was carried out by collecting samples of the shrub in the Pózul parish, in the Celica canton. The essential oil was extracted using the steam distillation method and analyzed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) and flame ionization detector (GC-FID). This allowed the identification and quantification of the chemical compounds present in the essential oil. The results revealed that the yield of the essential oil was approximately 0.1%. Fifty-three compounds were identified, the major ones being trans- β -ionone (13.32%), germacrene D (9.84%), caryophyllene (8.98%) and β -elemene (8.74%), all known for their pharmacological properties. In particular, the antioxidant, antimicrobial, and antiproliferative capacity of some of these compounds was highlighted. In conclusion, the results of the study suggest that the essential oil of *Croton wagneri* Müll. has great potential as a therapeutic alternative in veterinary medicine. Further in vitro and in vivo studies are recommended to validate its medicinal properties and explore its use in veterinary treatments.

Keywords: *Croton wagneri* Müll. Arg, compounds, essential oil, therapeutic.

3. Introducción

Croton wagneri Müll. Arg es una especie endémica de Ecuador y gracias a la transmisión del conocimiento cultural de una generación a otra, ha sido empleada como medicina ancestral (Jorgensen & León, 1999), mediante infusiones o la administración de la savia lechosa de la planta, particularmente por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas (Terán et al., 2021).

Históricamente el arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll. Arg) ha sido empleado empíricamente dándole propiedades medicinales, tanto en humanos como en animales (Aguirre, 2012), esto ha permitido consolidar las propiedades que se le atribuyen desde hace mucho tiempo (Houghton, 1999), esto gracias a la ayuda de la ciencia con la determinación de cual son los compuestos que están presentes en la planta y que están produciendo acciones farmacológicas.

Describir tanto los compuestos como sus concentraciones presentes en la planta generaría un interés principalmente de la parte científica (González-García et al., 2022) conocidos los principios activos se podrá poner en marcha diversas pruebas que pueden ser de campo o de laboratorio. Las personas que usan esta planta para tratar patologías lo hacen sin un conocimiento objetivo, solo de manera cultural o empírica (Baldelomar et al., 2018).

Los resultados del presente estudio pueden contribuir exitosamente para que se dé su uso en diferentes formas, ya que al determinar cuáles son esos principios activos se podría utilizar en diferentes formas medicamentosas (Ojeda et al., 2010), fomentando de esa manera el uso de otras alternativas a las de la medicina convencional.

Pino y colaboradores (2018) realizaron la descripción química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll. Arg) lo cual marcó precedentes para que Terán y colaboradores (2019) desarrollaran ensayos de reacciones irritantes sobre la mucosa bucal a partir del extracto hidroalcohólico. Otra investigación hecha por los mismos autores (2020) es la evaluación fisicoquímica del polvo de la Moshquera. Cabe destacar el material vegetal usado fue recolectado en la provincia de Imbabura a una altura de 2 380 msnm, por lo cual se marca la diferencia ya que en la presente investigación se lo obtuvo de la parroquia Pózul que se encuentra a una altura de 1 700 msnm, lo cual al tener una diferencia marcada se busca si la composición puede variar según este factor.

En el ámbito de la medicina veterinaria, la exploración de alternativas terapéuticas naturales se ha convertido en un enfoque prometedor para abordar diversas problemáticas asociadas con tratamientos convencionales. Esta investigación se centra en la determinación de la composición

química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll. Arg), una especie endémica de Ecuador, con el objetivo de evaluar su potencial como alternativa terapéutica en la medicina veterinaria. La hipótesis subyacente de este estudio es que el arbusto Moshquera posee propiedades químicas específicas que pueden ser beneficiosas en tratamientos veterinarios para diversas especies. Los objetivos que guían esta investigación incluyen la caracterización química del arbusto y la identificación de los componentes del aceite esencial mediante técnicas avanzadas como la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) y al detector de ionización en llama (CG-FID). Con estos objetivos en mente, se busca contribuir al conocimiento científico de las propiedades medicinales de la flora ecuatoriana y abrir nuevas vías para el desarrollo de tratamientos veterinarios más sostenibles y accesibles.

Se busca que con esta nueva inserción de conocimientos sobre esta planta los conocimientos ancestrales y/o empíricos sean reforzados con bases científicas ya que, con las facilidades y amplia gama de medicamentos industriales se ha venido dejando de lado estas prácticas, lo cual limitaría la disponibilidad de información sobre la aplicación histórica de la planta en medicina veterinaria. Una limitación que es importante mencionar es la falta de estudios científicos previos sobre muchas plantas medicinales, incluida la Moshquera, lo que subvalora su potencial y dificulta la validación de sus propiedades medicinales.

4. Marco Teórico

4.1. Género *Croton*

El género *Croton*, perteneciente a la familia Euphorbiaceae, presenta diversos usos en la medicina tradicional, destacándose por la presencia de compuestos como diterpenos labdano, ciclitoles, triterpenos, esteroides, sustancias fenólicas y flavonoides. Estos compuestos exhiben una amplia gama de actividades biológicas, lo cual motiva la exploración de nuevas sustancias bioactivas con potencial interés terapéutico, buscando posibles aplicaciones farmacológicas en el futuro. Este género incluye varias especies conocidas popularmente como "sangre de drago", "sangregao", "palo sangre", "huampo", "palo de grado", "zangrado", entre otros, variando según las zonas geográficas y los grupos étnicos (González & Gómez, 2021).

4.1.1. *Croton wagneri* Müll. Arg

Croton wagneri Müll. Arg, conocida comúnmente como Moshquera, es una especie exclusiva de Ecuador y, gracias a la transmisión del conocimiento cultural de una generación a otra, ha sido empleada como remedio medicinal, mediante infusiones o la administración de la sabia lechosa de la planta, particularmente por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas (Terán et al., 2021).

4.1.1.1. Clasificación taxonómica

Aguirre (2012) reporta por lo menos 39 especies del género *Croton*, de las cuales 15 son consideradas endémicas.

Esta especie en particular se usa la abreviatura "Müll. Arg." para denotar a Johannes Müller Argoviensis (1828–1896), un botánico que hizo muchas contribuciones a la clasificación de plantas.

Tabla 1. Taxonomía de *Croton wagneri* Müll. Arg

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Mangnoliophyta
Clase	Mangnoliopsida
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	<i>Croton</i>
Especie	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg

Fuente: (Aguirre, 2012)

4.1.1.2. Distribución geográfica

Especie endémica que crece en bosque natural e intervenido; en las provincias de Loja, Azuay, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Pichincha y Tungurahua. Se desarrolla entre 500-2 500 m s.n.m. (Jorgensen & León, 1999).

4.1.1.3. Descripción botánica

Arbusto de hoja caduca que alcanza alturas de 2 a 4 metros. Presenta varios tallos retorcidos, con una corteza de tono café claro y pubescencias. Su copa es irregular y abierta. Las hojas son simples, alternas, de forma ancha y ovalada, con una pubescencia estrellada de color amarillento en ambas caras. El tallo y las ramas liberan una resina transparente que, al oxidarse, adquiere un tono marrón. Las flores, de color blanco y discretas, surgen en racimos largos desde la parte superior de la planta. El fruto es una cápsula tricoca pequeña, de color verde, que contiene tres semillas de tonalidad café. Todas las partes de la planta tienen un olor fuerte (Granda & Guamán, 2006, como se citó en Aguirre, 2012).

4.1.1.4. Propiedades

Al ser una planta conocida desde hace mucho tiempo por las poblaciones donde esta se hace presente, para lo cual se le han dado propiedades de manera ancestral como analgésicos, para tratamientos en la piel de las personas, e incluso para tratar problemas gastrointestinales, en animales no ha existido esa experimentación ancestral, lo que si es que ha servido como alimento para animales.

4.1.1.5. Características físicas

Las hojas de *Croton wagneri* Müll. Arg tienen características propias de su género, las cuales fueron descritas a continuación:

Tabla 2. Características físicas de las hojas de *Croton wagneri* Müll. Arg

Prueba	Resultado
Color	Verde heterogéneo
Olor	Herbáceo
Sabor	Amargo, astringente
Textura	Membranoso

Fuente: (Terán Portelles et al., 2020)

4.1.2. Usos Comunes de *Croton wagneri* Müll. Arg

4.1.2.1. En medicina humana

El látex de la planta se ha empleado para desinfectar heridas gracias a sus propiedades antibacterianas, lo que también favorece el proceso de cicatrización. Además, ha sido usado por la capacidad de aliviar los síntomas de los "fuegos de la boca" o herpes labial. Asimismo, su aplicación directa en las encías ayudaría a curar heridas pequeñas, sino también proporcionaría alivio al dolor de muelas (Aguirre, 2012). Aplicado de manera regular, el látex contribuye a la eliminación de verrugas cutáneas causadas por el virus del papiloma humano (VPH).

4.1.2.2. En medicina veterinaria

Las hojas de este arbusto han sido utilizadas como alimento para el ganado caprino, el cual es conocido por su amplio abanico de plantas que puede consumir. También se lo ha empleado como antifúngico, siendo aplicaciones que no han sido comprobadas (Motto, 2005).

Mediante pruebas de laboratorio realizadas por Terán y otros, (2021) llegaron a la conclusión que puede ser utilizado como un potente antiinflamatorio por la presencia en el aceite esencial como cis-Chrysanthenol; Myrcene, que sería suministrado por vía oral, para diferentes especies de traspatio, como a los bovinos.

4.1.3. Características Químicas de la Planta

Mediante un tamizaje fitoquímico de los extractos etéreos, alcohólico y acuoso de las diferentes partes de la planta *Croton wagneri* Müll. Arg. En lo cual se encontraron los siguientes metabolitos secundarios, los cuales se representan de la totalidad de la planta (Terán et al., 2021).

4.1.3.1. Extracto etéreo

En este se encontraron metabolitos secundarios como compuestos grasos, alcaloides y triterpenos/esteroides, los cuales se encontraban en abundancia.

4.1.3.2. Extracto alcohólico

En este hay una gran cantidad y todos lo que se mencionen a continuación se encuentran en abundancia en este extracto: alcaloides, coumarinas, triterpenos/esteroides, compuestos reductores, fenoles/taninos, aminoácidos libres, flavonoides, antocianinas.

4.1.3.3. Extracto acuoso

En este extracto tenemos que diferencia un poco de los anteriores, y encontramos los siguientes: alcaloides, compuestos reductores, saponinas, fenoles/taninos, flavonoides y en menor cantidad mucílagos.

4.1.4. Principios Activos

El estudio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) realizado por González y otros (2015) obtiene de la extracción etanólica de *Croton wagneri* Müll. Arg, identificó varios componentes químicos en la planta, incluyendo aceites esenciales, triterpenos, aminoácidos y flavonoides. Algunos de los principales principios activos identificados en la planta son:

Tabla 3. Principios activos de *Croton wagneri* Müll. Arg

Principales principios activos	
Aceites esenciales	cis-Chrysanthenol; Myrcene
Triterpenos y/o esteroides	Stigmastane, 23,24-epoxy-; Pregnan-20-one, 3,11,21-tris[(trimethylsilyl)oxy]-, O-(phenylmethyl) oxime; 5.beta.-Pregnane-17,20.alpha.-diol, 3.alpha.-(trimethylsiloxy)-, cyclic methaneboronate; Ergostane-5,25-diol, 3,6,12-tris[(trimethylsilyl)oxy]-, 25-acetate
Derivado de antraceno	Anthracene, 9-ethyl-9,10-dihydro-9,10-dimethyl
Aminoácidos o sus derivados	L-Alanina; Valina; L-Prolina; Derivado de L-Lisina; Derivado de L-D-Alanina
Flavonoide	Rotenona

Es importante tener en cuenta que estos son solo algunos de los principios activos identificados en la planta y que puede haber otros compuestos presentes en la misma (Terán Portelles et al., 2020).

4.2. Métodos de Extracción de Aceites Esenciales en Plantas

Los métodos de extracción de aceites esenciales en plantas son procedimientos utilizados para obtener los compuestos volátiles aromáticos presentes en diversas partes de las plantas, como flores, hojas, tallos, raíces o frutas (Dellacassa et al., 2004). Estos aceites esenciales son conocidos por sus propiedades aromáticas y beneficios terapéuticos, y se utilizan en industrias como la aromaterapia, perfumería, alimentaria y medicinal.

El propósito de aplicar operaciones unitarias en el ámbito de la ingeniería química y bioquímica para la extracción de productos naturales es llevar a cabo modificaciones en materiales sólidos y/o líquidos con el fin de lograr la separación de un conjunto específico de compuestos de interés. Estas operaciones, según el método utilizado para la separación, pueden ser categorizadas como mecánicas o difusionales (Rodríguez et al., 2012).

Las operaciones mecánicas se utilizan para separar mezclas, mientras que las difusionales se emplean en soluciones. Un ejemplo clásico de operación mecánica es la clasificación de sólidos mediante tamizado, mientras que un ejemplo de operación difusional sería la destilación.

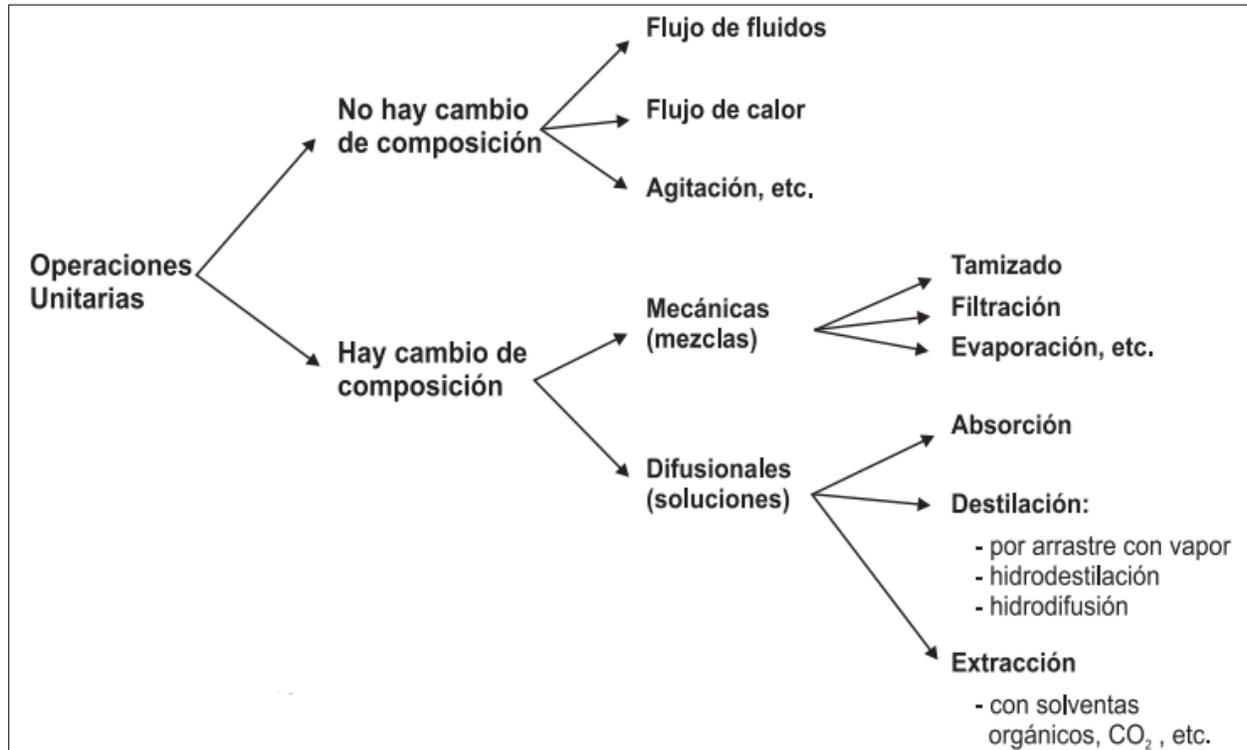


Figura 1. Clasificación de las operaciones unitarias en ingeniería química.
Fuente: (Dellacassa et al., 2004)

4.2.1. *Difusionales o Soluciones*

Estas abarcan la mayoría de los procesos extractivos utilizados en la obtención de productos aromáticos. La separación tiene lugar debido a la transferencia por "difusión" de uno o varios componentes cuando dos fases entran en contacto. La difusión implica el movimiento a nivel molecular de componentes químicos dentro de una sustancia, desde una región de alta concentración hacia una de baja concentración.

4.2.1.1. Destilación con agua (hidrodestilación)

La destilación en agua se basa en la idea de llevar una suspensión acuosa de un material vegetal aromático a su punto de ebullición, de modo que los vapores producidos puedan ser condensados y recolectados. Posteriormente, se procede a separar el aceite, que es inmisible en agua (Rojas, 2009). Este sistema de extracción es particularmente empleado en zonas rurales que

no cuentan con instalaciones auxiliares para la generación de vapor. Es de gran importancia que el material vegetal siempre esté en contacto con el agua.

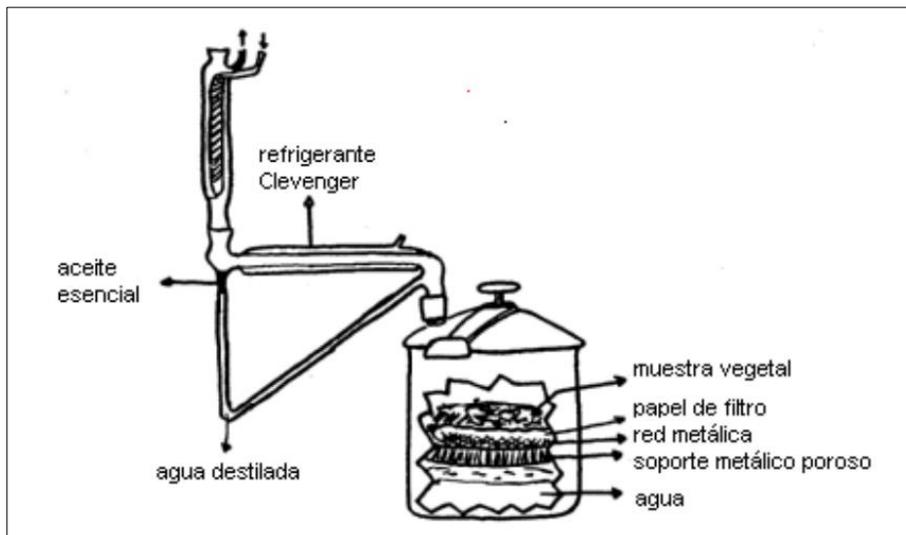


Figura 2. Sistema Clevenger

Fuente: (Gonzales et al., 2015)

Según Dellacassa y otros (2004) los aceites esenciales obtenidos mediante destilación en agua normalmente presentan notas más fuertes y un color más oscuro con respecto a los producidos por otros métodos.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de la destilación por agua

Destilación con agua	
Ventaja	Una ventaja destacada de este método es que implica costos de fabricación de equipo notablemente bajos en comparación con otras alternativas. Además, su operación no demanda servicios de energía eléctrica, vapor, aire u otros.
Desventaja	Una desventaja significativa de estos aceites esenciales es su considerada menor calidad, atribuida a diversas razones. La sensibilidad de ciertos componentes a la hidrólisis, la propensión a la polimerización de otros, y la dificultad para eliminar completamente compuestos oxigenados, como los fenoles, son factores que contribuyen a esta percepción. Además, los tiempos prolongados necesarios para la destilación en agua se asocian con un deterioro en la calidad del aceite obtenido, lo que refuerza la noción de que este método resulta menos favorable en términos de la calidad general de los aceites esenciales.

4.2.1.2. Extracción

La expresión "oleorresina" se emplea para referirse a los extractos obtenidos mediante el uso de disolventes orgánicos en especias aromáticas, una vez que el disolvente ha sido completamente eliminado. Las oleorresinas de especias herbáceas incluyen, además de los aceites

esenciales, los aceites vegetales fijos, pigmentos y otros principios activos. La composición final de la oleorresina depende del tipo de disolvente utilizado.

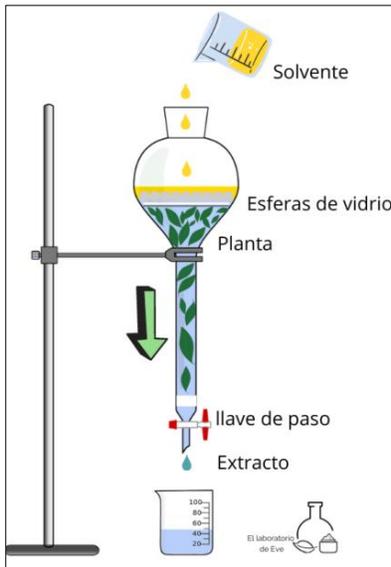


Figura 3. Uso de solventes en la extracción
Fuente: (Eve, 2020)

4.2.2. Tipos de Solventes

Los solventes comunes para extracciones vegetales caseras incluyen agua, alcohol/glicol y aceite. El agua, aunque poco selectiva, es útil para extraer compuestos como glicósidos, gomas y proteínas. Sin embargo, puede ser un medio propicio para la proliferación bacteriana, por lo que se recomienda el uso de conservantes. El alcohol/glicol, como el etanol, es eficaz para extraer alcaloides, polifenoles y terpenoides, siendo adecuado para uso cosmético en concentraciones de 60-80°C. La glicerina y el propilenglicol son opciones alternativas. Por último, el aceite, como el de girasol u oliva, puede extraer polifenoles y carotenoides, siendo no tóxico y adecuado para diversos usos. Cada solvente tiene sus ventajas y consideraciones específicas, dependiendo del tipo de compuestos a extraer y del propósito final del extracto.

4.3. Trabajos Relacionados al Tema de Investigación

A través de la búsqueda de información sobre el tema tratado para la presente investigación se han encontrado algunos textos que nos hablan del arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll. Arg) importantes para ampliar información sobre este.

Tenemos a Pino y otros (2018) que menciona su investigación “Chemical composition of the essential oil from *Croton wagneri* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) grown in Ecuador”

De igual manera tenemos a Terán y otros (2021) (2019) (2020) que nos aportan tres investigaciones relacionadas que son: “Toxicidad aguda del extracto hidroalcohólico de *Croton wagneri* Müll. Arg. (moshquera) y su efecto irritante sobre la mucosa bucal”, “Physicochemical Evaluation Of *Croton wagneri* Müll. Arg. Powder (Moshquera)” y “Tamizaje fitoquímico de extractos etéreo, acuoso y alcohólico de *Croton wagneri* Müll. Arg. (moshquera)”.

Otro texto que es importante resaltar ya que nos guía de las plantas en que nos menciona el uso de las plantas medicinales en el sur del Ecuador, presentado por Tene y otros (2007) “An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipec, Ecuador”

5. Materiales y Métodos

5.1. Área de Estudio

Para el estudio se recolectó material vegetal, obtenido de la parroquia San Juan de Pózul, perteneciente al cantón Celica. La Parroquia se encuentra a una distancia de 182 km desde la ciudad de Loja, ubicada en la parte inferior del cerro Pircas, a 16 km del cantón Celica a 1 719 m s.n.m., siendo su ubicación geográfica la siguiente: 4°07'17.56 Sur, 80°03'13.69 Oeste. Cuenta con un clima templado y con una vegetación espesa (*GAD Parroquial Pózul*, 2023).

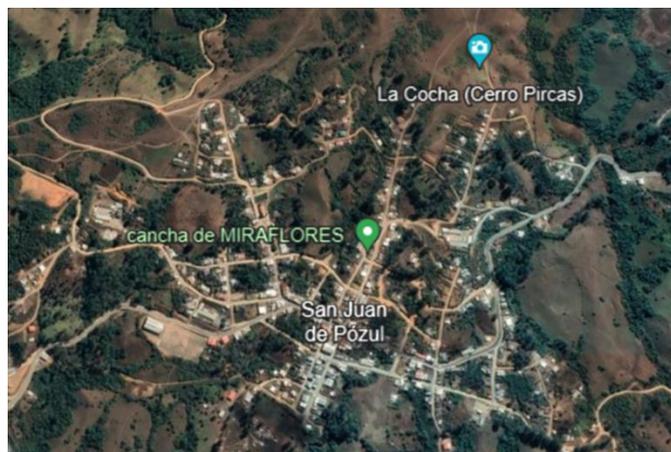


Figura 4. Mapa de la parroquia Pózul
Fuente: Google Maps (2024)

5.2. Procedimiento

5.2.1. Enfoque Metodológico

El enfoque metodológico de la presente investigación fue cuantitativo, porque permitió determinar los rendimientos y concentraciones de los compuestos de *Croton wagneri* Müll. Arg, esto implicó el uso de técnicas analíticas como cromatografía y espectrometría de gases acoplado a masas.

5.2.2. Diseño de Investigación

Se realizó un estudio observacional de tipo descriptivo, de corte transversal.

El diseño descriptivo nos permitió determinar la composición química del arbusto *Croton wagneri* Müll. Arg, crucial para evaluar su potencial uso en medicina veterinaria.

Es de corte transversal, dado que la toma de muestra se realizó una sola vez en el lugar de estudio, lo que facilita la recolección directa de datos de las muestras, garantizando precisión en la caracterización de los compuestos presentes.

5.2.3. *Tamaño de la Muestra y Tipo de Muestreo*

Se tomaron 10 muestras de 100 gramos, las cuales se homogeneizaron para formar un kilogramo, este procedimiento se realizó por triplicado para obtener tres kilogramos en total de material vegetal para reducir la variabilidad, posteriormente pasaron por un proceso de destilación.

El tipo de muestreo a utilizar fue no probabilístico por conveniencia, ya que es un método de muestreo donde los participantes o elementos se eligen no de manera aleatoria, sino por su disponibilidad y conveniencia.

5.2.4. *Técnicas*

5.2.4.1. **Recolección del material vegetal**

La recolección del material fresco de las partes aéreas del arbusto Moshquera (*Croton wagneri Müll. Arg*) se realizó con autorización número: MAE-DBN-2016-0655; del Ministerio del Medio Ambiente de Ecuador (MAE) y se llevó a cabo en el cantón Celica de la provincia de Loja, ubicada en la zona Sur del Ecuador. El estado fenológico de la planta para ser colectadas fue en floración y fructificación.

5.2.4.2. **Extracción del aceite esencial**

El aceite esencial se obtuvo a partir de las partes aéreas de la especie recolectada, se realizó por medio del método de destilación por arrastre de vapor, haciendo uso de un destilador tipo Clevenger del Departamento de Química y Ciencias Exactas de la Universidad Técnica Particular de Loja.

La mezcla de aceite y agua se recolectó en un florentino, donde se separa por diferencia de densidades, se realizó por triplicado para la especie vegetal objeto de estudio.

5.2.4.3. **Determinación del porcentaje de rendimiento**

El rendimiento porcentual de la extracción del aceite esencial se determinó para cada una de las destilaciones, mediante la relación aceite vs planta (peso/peso) y se reportó un valor medio de todas las destilaciones, para el cálculo del rendimiento se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento del aceite esencial (\%)} = \frac{\text{masa del aceite esencial obtenido (g)}}{\text{masa de materia vegetal (g)}} \times 100$$

5.2.4.4. **Caracterización química del aceite esencial**

La caracterización química se prepararon las muestras para su análisis en Cromatografía de gases acoplado a Espectrometría de masas (CG-EM) y Cromatografía de gases acoplado a un detector de Ionización de la Flama (CG-FID), con la finalidad de obtener un análisis cualitativo y

cuantitativo del aceite esencial. Las columnas de cromatografía empleadas fueron DB5-ms y HP-Innowax, de característica apolar y polar, respectivamente (E. González, 2020).

5.2.4.5. Preparación de las muestras

Las muestras fueron preparadas en un vial de cromatografía ámbar de 2 mL de capacidad, en el cual se colocó 990 μ L de diclorometano y 10 μ L de aceite esencial de la especie vegetal, obteniéndose una dilución al 1%, así mismo se realizó la inyección de hidrocarburos (C9 a C25), las inyecciones se realizaron tanto en la columna DB5-ms como en HP-INOWAX, las mismas que se utilizaron para la determinación de los índices de retención lineales, lo que nos permitió identificar y cuantificar cada uno de los compuestos contenidos en el aceite esencial de la especie vegetal seleccionada como objeto de estudio.

Tabla 5. Variables de estudio

Variable	Definición operacional	Indicadores o medidas	Escala	Tipo
Rendimiento	El rendimiento del aceite esencial se midió en porcentaje mediante la relación entre la cantidad de material vegetal destilado y la cantidad de aceite obtenido	Porcentaje de aceite obtenido de las muestras destiladas	Razón	Cuantitativa
Composición química cualitativa	Identificación de los compuestos en base a las muestras destiladas mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas	Compuestos identificados en las muestras destiladas	Nominal	Cualitativa
Composición química cuantitativa	Cuantificación de los compuestos identificados en base a las muestras destiladas	Concentración en porcentaje de los compuestos identificados en las muestras destiladas	Razón	Cuantitativa

5.3. Procesamiento y Análisis de la Información

Las variables o resultados fueron tabuladas mediante el uso de estadística descriptiva:

- Rendimiento del aceite esencial. Se calculó la media para obtener un valor promedio del rendimiento del aceite esencial y la desviación estándar por la variabilidad que puede presentar el rendimiento.
- Composición química cualitativa. Los compuestos fueron identificados comparando sus índices de retención con los de una serie de n-alcenos y mediante la comparación de sus espectros de masas con los datos almacenados en bibliotecas estandarizadas, como WILEY 7n.1 y otras bases de datos de referencia, lo que permitió una identificación precisa de los compuestos químicos.
- Composición química cuantitativa. Se calculó la media con base en la concentración calculada de los compuestos identificados.

La identificación cualitativa y cuantitativa de los compuestos químicos del aceite esencial se realizó basándose en los índices de Kóvats, este índice permitió comparar los tiempos de retención de los compuestos, así mismo utilizamos los espectros de masas, apoyados de la base de datos, bibliografía o librería WILEY 7n.1 (Adams, 2007; Kowalski, 2011; Yayli et al., 2005).

La determinación de los compuestos mayoritarios se hizo considerando un compuesto como mayoritario si su concentración relativa supera un umbral del 5% de la concentración total (Harris, 2007; Skoog et al., 2018).

Los resultados del análisis de variables se representan mediante tablas y gráficos.

5.4. Consideraciones Éticas

Para la realización de este proyecto de investigación se actuó acorde con las normativas propuestas por el comité de bioética y sugeridas para este tipo de estudios, se realizó con autorización número: MAE-DBN-2016-0655; del Ministerio del Medio Ambiente de Ecuador (MAE).

6. Resultados

Se presentan los resultados obtenidos del estudio realizado para la caracterización química del arbusto Moshquera (*Croton wagneri* Müll. Arg) con el propósito de evaluar su potencial uso terapéutico en medicina veterinaria. La investigación se centra en la determinación del rendimiento del aceite esencial del arbusto mediante arrastre de vapor y en la identificación de sus componentes químicos utilizando técnicas avanzadas de cromatografía.

Las muestras se recolectaron en la parroquia Pózul, un total de 3 000g, los cuales sus rendimientos como los nombres de los compuestos fueron tabulados cuantitativamente y cualitativamente.

6.1. Determinación del Rendimiento del Aceite Esencial

En la tabla 6 se explican los valores obtenidos a partir de las tres destilaciones y se agrega información como la media y la desviación estándar.

Tabla 6. Rendimiento de aceite esencial del arbusto Moshquera

	Materia vegetal (kg)	Aceite esencial (g)	Rendimiento
Muestra 1	1000	1.0645	0.1064%
Muestra 2	1000	1.0842	0.1084%
Muestra 3	1000	1.0108	0.1011%
σ	0.0031%		
\bar{x}	0.1053%		

σ : Desviación estándar, \bar{x} : Media aritmética

Se presentan los tres rendimientos de tres diferentes destilaciones con la misma cantidad de masa, la cual en la muestra 2 es donde se refleja un mayor rendimiento, aunque mínimo comparado con las otras dos muestras.

La desviación estándar de 0.0031% al ser un valor bajo sugiere que los rendimientos de las tres muestras no varían mucho entre sí. Esto implica una consistencia en el proceso de extracción del aceite esencial.

6.2. Composición Química del Aceite Esencial de *Croton wagneri* Müll. Arg

6.2.1. Análisis Cualitativo

En la tabla 7 se presentan los 53 compuestos químicos que se obtuvieron a partir del aceite esencial, luego del proceso de identificación mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y detector de ionización de llama (GC-FID). Se logró identificar el 97.7% de los compuestos.

Los compuestos se identificaron utilizando sus índices de retención y espectros de masas. Los índices de retención, calculados mediante interpolación lineal en relación con los tiempos de retención de C8 - C24 de n-alcános, se compararon con esos estándares y datos de la literatura. Para la identificación de los espectros de masas se compararon con los datos estándar de referencia correspondientes informados en la literatura (Adams, 2007; Kowalski, 2011; Yayli et al., 2005).

Tabla 7. Componentes químicos identificados del aceite esencial de *Croton wagneri* Müll. Arg.

No.	Compuesto	No.	Compuesto
1	N.I.	28	Germacrene A
2	Pinene < α ->	29	Cadinene < γ ->
3	Mentha-2,8-diene <cis-meta->	30	δ -Cadinene
4	Pentyl furan <2->	31	Calamenene <cis->
5	N.I.	32	Cadinene < α ->
6	N.I.	33	Muurool-5-en-4- β -ol <cis->
7	Isophorone <4-methylene->	34	Dauca-4(11),7-diene <trans->
8	N.I.	35	Sesquisabinene hydrate <trans->
9	Decenoic acid <9->	36	Gleenol
10	Copaene < α ->	37	Apofarnesol <(Z)-dihydro->
11	Bourbonene < β ->	38	Guaiol
12	Elemene < β ->	39	Copaen-4- α -ol < β ->
13	Tetradecane <n->	40	Hexadecane
14	Damascone <(E)- β ->	41	trans-Z- α -Bisabolene epoxide
15	Caryophyllene	42	Cubenol <1-epi->
16	Ionone <dihydro- β ->	43	Cubenol
17	Sesquisabinene	44	Citronellyl tiglate
18	Humulene α	45	Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol
19	Caryophyllene <9-epi-(E)->	46	Eudesm-7(11)-en-4-ol
20	N.I.	47	Heptadecane <n->
21	Germacrene D	48	E-2-Tetradecen-1-ol
22	trans- β -Ionone	49	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-
23	Bicyclogermacrene	50	Hexadecanol <n->
24	Pentadecane <n->	51	Farnesyl acetone <(5E,9E)->
25	Premnaspirodien	52	Sclarene
26	Guaiene <trans- β ->	53	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-OL
27	Farnesene (E,E)- α		

N.I: Compuesto no identificado

6.2.2. Análisis Cuantitativo

6.2.2.1. Determinación de la concentración de los compuestos químicos.

A continuación, se presenta la tabla 8 donde se incluyen todos los compuestos con su concentración promedio de aceite esencial obtenido mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y detector de ionización de llama (GC-FID).

Tabla 8. Concentración de compuestos químicos

Compuesto	IR Cal.	IR. Ref.	\bar{x}	σ
trans- β -Ionone	1493	1487	13.32	0.05
Germacrene D	1489	1480	9.84	0.04
Caryophyllene	1425	1417	8.98	0.01
Elemene < β ->	1394	1389	8.74	0.01
Citronellyl tiglate	1671	1666	8.11	0.03
2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-	1849	1847	3.58	0.01
Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol	1677	1685	3.52	0.05
E-2-Tetradecen-1-ol	1727	1713	3.26	0.01
δ -Cadinene	1526	1522	2.68	0.01
Copaen-4- α -ol < β ->	1596	1590	2.52	0.02
Sesquisabinene	1460	1457	2.45	0.02
Hexadecane	1600	1600	2.19	0.02
Humulene α	1463	1452	2.11	0.02
Guaiol	1593	1600	2.10	0.02
Farnesene (E,E)- α	1510	1505	1.89	0.02
Eudesm-7(11)-en-4-ol	1692	1700	1.79	0.05
Germacrene A	1516	1508	1.75	0.01
3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-OL	2119	2119	1.63	0.01
Pentadecane <n->	1500	1500	1.33	0.02
Gleenol	1576	1586	1.17	0.02
Heptadecane <n->	1700	1700	1.15	0.05
Bourbonene < β ->	1388	1387	1.09	0.02
Sesquisabinene hydrate <trans-> (IPP vs. OH)	1571	1577	0.99	0.02
Premnaspirodienne	1504	1505	0.96	0.02
Cadinene < γ ->	1522	1513	0.95	0.01
Guaiene <trans- β ->	1506	1502	0.94	0.01
Apofarnesol <(Z)-dihydro->	1579	1571	0.85	0.02
Ionone <dihydro- β ->	1436	1434	0.73	0.02
Farnesyl acetone <(5E,9E)->	1930	1913	0.69	0.01
Tetradecane <n->	1400	1400	0.66	0.02
N.I.	1350		0.63	0.02
Copaene < α ->	1380	1374	0.56	0.02

Cadinene < α ->	1541	1537	0.52	0.02
N.I.	1111		0.51	0.03
Bicyclogermacrene	1497	1500	0.47	0.02
Decenoic acid <9->	1352	1359	0.45	0.02
Sclarene	1979	1974	0.44	0.01
Pinene < α ->	935	932	0.43	0.01
N.I.	1625		0.39	0.02
Isophorone <4-methylene->	1215	1216	0.38	0.02
N.I.	1478		0.34	0.02
Mentha-2,8-diene <cis-meta->	983	983	0.31	0.01
Calamenene <cis->	1533	1528	0.31	0.02
Cubenol <1-epi->	1630	1627	0.29	0.02
Damascone <(E)- β ->	1421	1413	0.27	0.02
Cubenol	1659	1645	0.26	0.02
Muurool-5-en-4- β -ol <cis->	1546	1550	0.26	0.02
N.I.	1049		0.25	0.02
Caryophyllene <9-epi-(E)->	1467	1464	0.21	0.02
Hexadecanol <n->	1870	1874	0.20	0.01
Pentyl furan <2->	987	984	0.19	0.02
Dauca-4(11),7-diene <trans->	1563	1556	0.18	0.02

σ : Desviación estándar, \bar{x} : Media aritmética, IR Cal: Índice de refracción calculado, IR Ref: Índice de refracción de referencias consultadas, N.I: No identificado.

Los compuestos están ordenados de mayor a menor promedio de concentración, el cual se lo obtuvo mediante el análisis de las áreas relativas, la diferencia que hay entre el índice de refracción calculado y de referencia, da a conocer que hay una precisión durante la identificación de los compuestos, al igual que la desviación estándar la cual señala la poca dispersión entre repeticiones de la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y detector de ionización de llama (GC-FID).

6.2.2.2. Compuestos mayoritarios de *Croton wagneri* Müll. Arg.

Se tomaron los compuestos mayoritarios los cuales tienen los porcentajes más altos a diferencia del resto que tienen concentraciones bajas. En este caso se han tomado los seis compuestos que cuentan con mayor presencia en el aceite esencial como se evidencia en la tabla 9.

Tabla 9. *Compuestos mayoritarios presentes en el aceite esencial*

No. Picos	Tiempo de retención	Compuesto	IR Cal.	IR. Ref.	\bar{x} (%)	σ
22	33.76	trans- β -Ionone	1493	1487	13.32	0.05
21	33.58	Germacrene D	1489	1480	9.84	0.04
15	30.93	Caryophyllene	1425	1417	8.98	0.01
12	29.61	Elemene < β ->	1394	1389	8.74	0.01
44	40.69	Citronellyl tiglate	1671	1666	8.11	0.03

σ : Desviación estándar, \bar{x} : Media aritmética, IR Cal: Índice de refracción calculado, IR Ref: Índice de refracción de referencias consultadas.

Entre los compuestos destacados se encuentran el trans- β -Ionone, Germacrene D y Caryophyllene, con porcentajes promedio de 13.32%, 9.84% y 8.98%, respectivamente. Estos datos indican que estos compuestos son los más abundantes en el aceite esencial. La similitud entre los índices de refracción calculados y de referencia sugiere una alta precisión en la identificación de los compuestos. La baja desviación estándar en la mayoría de los casos muestra una consistencia significativa en los resultados obtenidos.

7. Discusión

7.1. Rendimiento del Arbusto *Croton wagneri* Müll. Arg

Se realizó la destilación de *Croton wagneri* Müll. Arg en su estado de floración y fructificación, se obtuvo un rendimiento promedio de las tres destilaciones de 0.1053%. El cual se compara con el estudio realizado por Pino y colaboradores (2018) en el mismo estado, del cual obtuvieron un rendimiento de 0.1% el cual es muy similar al obtenido en el presente estudio, ambos estudios realizaron una destilación de tipo Clevenger.

Es importante conocer que es la única extracción de aceite esencial por este método y la importancia de aportar con más datos del rendimiento de esta especie. Cabe mencionar que si se han realizado extracciones no específicamente del aceite por ejemplo el extracto etanólico (González & Gómez, 2021) y también un tamizaje fitoquímico de extractos etéreo, acuoso y alcohólico por parte de Terán y otros (2021), donde se obtuvo de la planta completa un total de 70,51 mg, de fenoles totales, lo cual marca un rendimiento de 0.141%.

7.2. Composición Química del Aceite Esencial de *Croton wagneri* Müll. Arg

7.2.1. Análisis Cualitativo

Analizando los compuestos presentados por Pino y colaboradores (2018) existe una diferencia en cuanto al número de compuestos, mientras que en ese estudio encontraron 135 compuestos, en el presente se encontraron 53, mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) y al detector de ionización en llama (CG-FID). Donde los que se presentan como mayoritarios son cis-chrysanthenol y Myrcene, y en el presente son trans- β -Ionone, Germacrene D y Caryophyllene.

Cabe mencionar que se han reportado los compuestos principales en diferentes especies del género *Croton*, algunos que se han informado son germacrene D, terpinen-4-ol y (E)-caryophyllene en *C. pallidulus*; bicyclogermacrene en *C. isabelli* y β -pinene en *C. ericoides* (Vunda et al., 2012); 7-hydroxycalamenene en *C. cajucara* (Rodrigues et al., 2013) y (E)-caryophyllene, germacrene D, γ -elemene, β -elemene, α -humulene y δ -elemene en *C. campestris* y *C. eriocladus*, mientras spathulenol, bicyclogermacrene, δ -elemene, germacrene D, (E)-caryophyllene and δ -cadinene in *C. chaetocalyx* y *C. glandulosus* (Turiel et al., 2016) fueron los componentes principales.

7.2.2. Análisis Cuantitativo

En el estudio presentado por (Pino y colaboradores (2018), se identificaron varios compuestos mayoritarios en *Croton wagneri* Müll. Arg., comparándose sus concentraciones con

los resultados obtenidos en la investigación actual. Por ejemplo, la concentración de **trans- β -Ionone** reportada por Pino fue del 1.2%, mientras que en el presente estudio se encontró un 13.32%. Para **Germacrene D**, Pino reportó 1.7%, y en esta investigación se obtuvo un 8.84%. En el caso de **Caryophyllene**, Pino y su equipo encontraron un 4.1%, mientras que en la investigación actual la concentración fue mayor, alcanzando el 8.98%. Además, el compuesto **Elemene** no fue reportado por Pino, pero en este estudio se obtuvo un 7.85%, y para **Citronellyl tiglate**, que tampoco fue mencionado en el estudio anterior, se encontró una concentración del 8.11%. Cabe destacar que compuestos como **cis-chrysanthenol** y **Myrcene** fueron reportados por Pino con concentraciones del 27.5% y 19.2%, respectivamente, pero no se reportaron en el presente estudio.

Esta comparativa evidencia la variabilidad en los compuestos y sus concentraciones entre diferentes investigaciones.

7.3. Compuestos Mayoritarios

7.3.1. *trans- β -Ionone*

Según Akhbari y colaboradores (2018) tiene una alta actividad antioxidante al ser muy activos para eliminar los radicales libres y también para inhibir la peroxidación lipídica. Además, posee una actividad antimicrobiana considerable contra una amplia gama de cepas de bacterias grampositivas y gramnegativas.

Este compuesto volátil actúa como una señal ecológica, participando en la atracción de insectos polinizadores y en la disuasión de plagas, lo que evidencia su importancia en las interacciones ecológicas y en la defensa de organismos frente a patógenos y herbívoros. También ayuda a atraer insectos, que actúan como controladores biológicos al parasitar plagas que afectan a la planta, demostrando cómo este compuesto contribuye a la defensa natural de las plantas (Paparella et al., 2021; Zhang et al., 2022).

Es un ingrediente de fragancia utilizado en muchos compuestos de fragancia. Se puede encontrar en fragancias utilizadas en cosmética decorativa, finas fragancias, champús, jabones y otros artículos de tocador, así como en productos no cosméticos como limpiadores y detergentes domésticos (Lalko et al., 2007).

7.3.2. *Germacrene D*

Según estudios realizados en Brasil se da a conocer que puede ser usado como un antibiótico demostrando eficacia contra bacterias Gram positivas y Gram negativas. Pero sugiere que los

componentes menores del aceite esencial son críticos para la actividad y pueden tener un efecto sinérgico o una influencia potenciadora (Montanari et al., 2011).

Se puede indicar su uso prometedor como productos farmacéuticos, con actividades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y antiproliferativas (Sitarek et al., 2017).

En cuanto a su potencial anticancerígeno, Dhyani et al., (2022) destacan que los sesquiterpenoides como Germacrene D restringen la progresión celular, inducen la muerte celular programada y promueven la apoptosis de células cancerosas, posicionándolo como un posible tratamiento alternativo para el cáncer.

Este compuesto también se ha identificado en otros aceites esenciales donde contribuye al perfil general del aceite, que es utilizado por la planta para múltiples funciones, incluidas propiedades antimicrobianas y repelencia a insectos (Taherpour et al., 2017).

7.3.3. *Caryophyllene*

Es uno de los compuestos químicos que contribuyen al sabor picante de la pimienta negra. En un estudio realizado por Gertsch y otros, (2008) el Cariofileno demostró ser agonista selectivo del receptor cannabinoide de tipo 2 (CB 2) y ejercer efectos significativos antiinflamatorios en ratones. El cariofileno no se une al receptor cannabinoide tipo 1 (CB1) presente en el sistema nervioso central, por lo que no produce efectos psicoactivos. También es usado en la prevención y tratamiento de la osteoporosis (Yamaguchi & Levy, 2016).

Esto lo han confirmado estudios posteriores como Klauke y colaboradores, (2014) donde se evidenció que la administración oral de cariofileno disminuía las respuestas de dolor inflamatorio y también reducía la neuro inflamación en la médula espinal. Los autores concluyeron que el cariofileno podría ser muy eficaz para tratar estados de dolor crónico y debilitante.

En aceites esenciales donde se ha demostrado ser un compuesto mayoritario, presenta una notable actividad farmacológica. mostrando potencial terapéutico en el tratamiento de diversas patologías inflamatorias, incluyendo enfermedades neurodegenerativas, cáncer, y trastornos metabólicos (Francomano et al., 2019; Ramya, 2022).

7.3.4. *Elemene* < β ->

Diversos estudios a lo largo de los últimos años dicen que el β Elemeno tiene efectos anti proliferativos hacia algunos tipos de células cancerosas, indicando la posibilidad de su uso en quimioterapia (Wang et al., 2005; Yao et al., 2008; Zhu et al., 2011).

El β -elemeno es un sesquiterpeno aislado del aceite esencial de plantas medicinales chinas, conocido por sus potentes propiedades antitumorales, antiinflamatorias y antioxidantes. Ha sido utilizado para tratar varios tipos de cáncer debido a su capacidad para inducir apoptosis, inhibir vías de señalización celular, y frenar la proliferación y metástasis de células tumorales. Su baja toxicidad y efectividad contra cánceres como el glioblastoma y el cáncer gástrico lo hacen prometedor para la terapia clínica (Chen et al., 2023).

7.3.5. *Citronellyl tiglate*

Ćavar & Maksimović, (2012) reportaron que el Tiglato de citronelilo posee propiedades antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes y antiinflamatorias.

El citronellyl tiglate se encuentra como compuesto mayoritario en varias plantas. Estas especies son conocidas por sus aceites esenciales, utilizados tanto en la industria farmacéutica como en perfumería. Desde una perspectiva farmacológica, los aceites esenciales que contienen citronellyl tiglate exhiben propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes, lo que los hace útiles en el tratamiento de afecciones cutáneas y en productos para el cuidado personal (Niculau et al., 2020; Rao, 2002).

8. Conclusiones

- Se presenta el rendimiento del aceite esencial de *Croton wagneri* Müll. Arg, mediante arrastre de vapor de 0.1% el cual se obtuvo de tres kilogramos de materia vegetal.
- Se identificaron 53 compuestos químicos, lo cuales fueron presentados de manera cualitativa mencionando a cada uno de ellos e identificados aquellos con mayor concentración: trans- β -Ionone, Germacrene D, Caryophyllene, β -elemene, Citronellyl tiglate.
- Las propiedades de los compuestos mayoritarios identificados, como trans- β -ionone, germacrene D, caryophyllene, β -elemene y citronellyl tiglate, incluyen efectos antiinflamatorios, antimicrobianos, antioxidantes e incluso antiproliferativos de células cancerígenas, lo que resalta su potencial terapéutico y su relevancia en aplicaciones veterinarias.

9. Recomendaciones

- Culminado este proyecto, se abren las puertas para realizar ensayos, inicialmente de laboratorio, para comprobar la efectividad de este aceite en las diferentes propiedades presentadas.
- Se recomienda continuar con la investigación sobre el *Croton wagneri* Müll. Arg, específicamente en su aplicación en medicina veterinaria, para confirmar y expandir los hallazgos actuales sobre sus propiedades terapéuticas y beneficios potenciales.
- Los resultados del presente estudio pueden contribuir exitosamente para que se dé su uso en diferentes formas, ya que al determinar cuáles son esos principios activos se podría utilizar en diferentes formas medicamentosas, fomentando de esa manera el uso de otras alternativas a las de la medicina convencional.

10. Bibliografía

- Adams, R. P. (2007). *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry* (4th ed). Allured Pub. Corp.
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador: Guía dendrológica*.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/133397-opac>
- Akhbari, M., Yaghoobei, M., & Hamed, S. (2018). Composition of the oily compounds, phytochemical screening and biological activity of different aerial parts of *Smirnovia turkestanica* Bunge. *Natural Product Research*, 32(22), 2697–2700.
<https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1374263>
- Baldelomar, M., Viana, M. L., & Telles, F. J. (2018). El rol de los compuestos orgánicos volátiles florales en las interacciones planta-insecto. *Oecologia Australis*, 22(04), 348–361.
<https://doi.org/10.4257/oeco.2018.2204.02>
- Ćavar, S., & Maksimović, M. (2012). Actividad antioxidante del aceite esencial y del extracto acuoso de *Pelargonium graveolens* L'Her. *Food Control*, 23(1), 263–267.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.07.031>
- Chen, X., Huang, C., Li, K., Liu, J., Zheng, Y., Feng, Y., & Kai, G. (2023). Recent advances in biosynthesis and pharmacology of β -elemene. *Phytochemistry Reviews*, 22(1), 169–186.
<https://doi.org/10.1007/s11101-022-09833-0>
- Dellacassa, E., Lorenzo, D., & Paz, D. (2004). Procesos de extracción aplicados a la obtención de productos aromáticos de origen vegetal. *Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas*.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8784/1/Fpta-11-p.153-158.pdf>
- Dhyani, P., Sati, P., Sharma, E., Attri, D. C., Bahukhandi, A., Tynybekov, B., Szopa, A., Sharifi-Rad, J., Calina, D., Suleria, H. A. R., & Cho, W. C. (2022). Sesquiterpenoid lactones as

- potential anti-cancer agents: An update on molecular mechanisms and recent studies. *Cancer Cell International*, 22(1), 305. <https://doi.org/10.1186/s12935-022-02721-9>
- Eve. (2020, noviembre 14). ¿Cómo preparar extractos vegetales empleando solventes? *El Laboratorio de Eve*. <https://laboratoriodeeve.com/como-preparar-extractos-vegetales-con-solventes/>
- Francomano, F., Caruso, A., Barbarossa, A., Fazio, A., La Torre, C., Ceramella, J., Mallamaci, R., Saturnino, C., Iacopetta, D., & Sinicropi, M. S. (2019). β -Caryophyllene: A Sesquiterpene with Countless Biological Properties. *Applied Sciences*, 9(24), 5420. <https://doi.org/10.3390/app9245420>
- GAD Parroquial Pózul*. (2023). Ecuaneños. <https://www.pozul.gob.ec/>
- Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., Racz, I., Chen, J.-Z., Xie, X.-Q., Altmann, K.-H., Karsak, M., & Zimmer, A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(26), 9099–9104. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803601105>
- Gonzales, P., Masilla, A., Rengifo, L., & Arévalo, F. (2015). *Extracción de aceite esencial de Myrtus communis L. y estudio de su actividad antimicrobiana*.
- González, E. (2020, octubre 21). *Instructivo de Manejo del cromatógrafo de Gases Acoplado al Detector Selectivo de Masas*. IDEAM.
- González, J., & Gómez, D. (2021). Caracterización por Cromatografía Gaseosa-Espectrometría de Masa de un extracto etanólico de *Croton wagneri*. *Pedagogía Profesional*. <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rPProf/article/view/1353>
- González-García, K. E., Soto-Hernández, R. M., Colinas Leon, M. T., García-Mateos, M. D. R., Garín-Aguilar, M. E., & Guerra-Ramírez, D. (2022). Polifenoles en cinco variedades de

- Euphorbia pulcherrima nativas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3), 433–442. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2831>
- Granda, V., & Guamán, S. (2006). *Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los bosques secos “algodonales” y “la ceiba” en los cantones macará y zapotillo de la provincia de Loja*. [bachelorThesis]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5187>
- Harris, D. C. (2007). *Quantitative chemical analysis* (7. ed., 2. print). Freeman.
- Houghton, P. J. (1999). The scientific basis for the reputed activity of Valerian. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 51(5), 505–512. <https://doi.org/10.1211/0022357991772772>
- Jorgensen, P., & León, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador* (Vol. 75). Missouri Botanical Garden. <https://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/welcome.sp.shtml>
- Klauke, A.-L., Racz, I., Pradier, B., Markert, A., Zimmer, A. M., Gertsch, J., & Zimmer, A. (2014). The cannabinoid CB2 receptor-selective phytocannabinoid beta-caryophyllene exerts analgesic effects in mouse models of inflammatory and neuropathic pain. *European Neuropsychopharmacology*, 24(4), 608–620. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2013.10.008>
- Kowalski, R. (2011). Analysis of lipophilic fraction from leaves, inflorescences and rhizomes of *Silphium perfoliatum* L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 74(1), 5–10. <https://doi.org/10.5586/asbp.2005.001>
- Lalko, J., Lapczynski, A., McGinty, D., Bhatia, S., Letizia, C. S., & Api, A. M. (2007). Fragrance material review on trans- β -Ionone. *Food and Chemical Toxicology*, 45(1), S248–S250. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.011>
- Montanari, R. M., Barbosa, L. C. A., Demuner, A. J., Silva, C. J., Carvalho, L. S., & Andrade, N. J. (2011). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from

- verbenaceae species: Alternative sources of (E)-caryophyllene and germacrene-D. *Química Nova*, 34(9), 1550–1555. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000900013>
- Motto, P. (2005). *Plantas medicinales del bosque seco Cantón Zapotillo y Macara*. UNL-COSV.
- Niculau, E. D. S., Alves, P. B., Nogueira, P. C. D. L., Romão, L. P. C., Cunha, G. D. C., Blank, A. F., & Silva, A. D. C. (2020). Chemical Profile and Use of the Peat as an Adsorbent for Extraction of Volatile Compounds from Leaves of Geranium (*Pelargonium graveolens* L' Herit). *Molecules*, 25(21), 4923. <https://doi.org/10.3390/molecules25214923>
- Ojeda, S., Cecilia, B., Guadalupe, C. A., Yamile, M., Fabiana, O. S., Elizabeth, T., Javier, A., Salomé, K. B., & Gonzalo, B. (2010). *Domesticación, cultivo y evaluación de principios activos de plantas aromáticas y medicinales nativas de argentina*. <https://www.semanticscholar.org/paper/DOMESTICACI%C3%93N%2C-CULTIVO-Y-EVALUACI%C3%93N-DE-PRINCIPIOS-Y-Susana-Cecilia/32ccf16fcefd7f58d8176d36f5e9f16ab11429d>
- Paparella, A., Shaltiel-Harpaza, L., & Ibdah, M. (2021). β -Ionone: Its Occurrence and Biological Function and Metabolic Engineering. *Plants*, 10(4), 754. <https://doi.org/10.3390/plants10040754>
- Pino, J. A., Terán-Portelles, E. C., Hernández, I., Rodeiro, I., & Fernández, M. D. (2018). Chemical composition of the essential oil from *Croton wagneri* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) grown in Ecuador. *Journal of Essential Oil Research*, 30(5), 347–352. <https://doi.org/10.1080/10412905.2018.1470040>
- Ramya, R. (2022). GC-MS Analysis of Bioactive Compounds in Ethanolic Leaf Extract of *Hellenia speciosa* (J.Koenig) S.R. Dutta. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 194(1), 176–186. <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03742-2>

- Rao, B. R. R. (2002). Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacings and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. *Piperascens* Malinv. Ex Holmes). *Industrial Crops and Products*, *16*(2), 133–144. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(02\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(02)00038-9)
- Rodrigues, I. A., Azevedo, M. M. B., Chaves, F. C. M., Bizzo, H. R., Corte-Real, S., Alviano, D. S., Alviano, C. S., Rosa, M. S. S., & Vermelho, A. B. (2013). In vitro cytotoxic effects of the essential oil from *Croton cajucara* (red sacaca) and its major constituent 7-hydroxycalamenene against *Leishmania chagasi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *13*, 249. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-249>
- Rodríguez, M., Alcaraz Meléndez, L., & Real Cosío, S. M. (2012). Procedimiento para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. *Proyecto SAGARPA-CONACYT 126183*.
https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf
- Rojas, A. (2009). *Hidrodestilación y caracterización del aceite esencial de plantas medicinales de Santa María Huitepec, Oaxaca*.
http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/92
- Sitarek, P., Rijo, P., Garcia, C., Skała, E., Kalembe, D., Białas, A. J., Szemraj, J., Pytel, D., Toma, M., Wysokińska, H., & Śliwiński, T. (2017). Antibacterial, Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Antiproliferative Properties of Essential Oils from Hairy and Normal Roots of *Leonurus sibiricus* L. and Their Chemical Composition. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2017*, 7384061. <https://doi.org/10.1155/2017/7384061>
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of instrumental analysis* (Seventh edition). Cengage Learning.

- Taherpour, A. A., Khaef, S., Yari, A., Nikeafshar, S., Fathi, M., & Ghambari, S. (2017). Chemical composition analysis of the essential oil of *Mentha piperita* L. from Kermanshah, Iran by hydrodistillation and HS/SPME methods. *Journal of Analytical Science and Technology*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40543-017-0122-0>
- Tene, V., Malagón, O., Finzi, P. V., Vidari, G., Armijos, C., & Zaragoza, T. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipec, Ecuador. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1), 63–81. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.032>
- Terán, E. C., Olivet, E. S., & Pardo Andreu, G. L. (2021). Efecto antiinflamatorio de extractos hidroalcohólicos de *Croton wagneri* Müll. Arg. (Moshquera). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 26(2). <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=106013>
- Terán Portelles, E. C., Cuéllar, A. C., Olivet, E. S., & Andreu, G. L. P. (2019). Toxicidad aguda del extracto hidroalcohólico de *Croton wagneri* Müll. Arg. (Moshquera) y su efecto irritante sobre la mucosa bucal. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(2), 1–13. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=102512>
- Terán Portelles, E. C., Olivet, E. S., & Marcía Fuentes, J. A. (2020). Physicochemical Evaluation Of *Croton Wagneri* Müll Arg. Powder (Moshquera). *European Scientific Journal ESJ*, 16(24). <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n24p278>
- Turiel, N., Ribeiro, A., Carvalho, N., Monteiro, O., Lucas, F., Carreira, L., Andrade, E., & Maia, J. (2016). Variability in Essential Oil Composition of *Croton* Species With Occurrence in the Eastern Brazilian Amazon. *Records of Natural Products*, 10, 380–384.
- Vunda, S. L. L., Sauter, I. P., Cibulski, S. P., Roehe, P. M., Bordignon, S. A. L., Rott, M. B., Apel, M. A., & von Poser, G. L. (2012). Chemical composition and amoebicidal activity of *Croton*

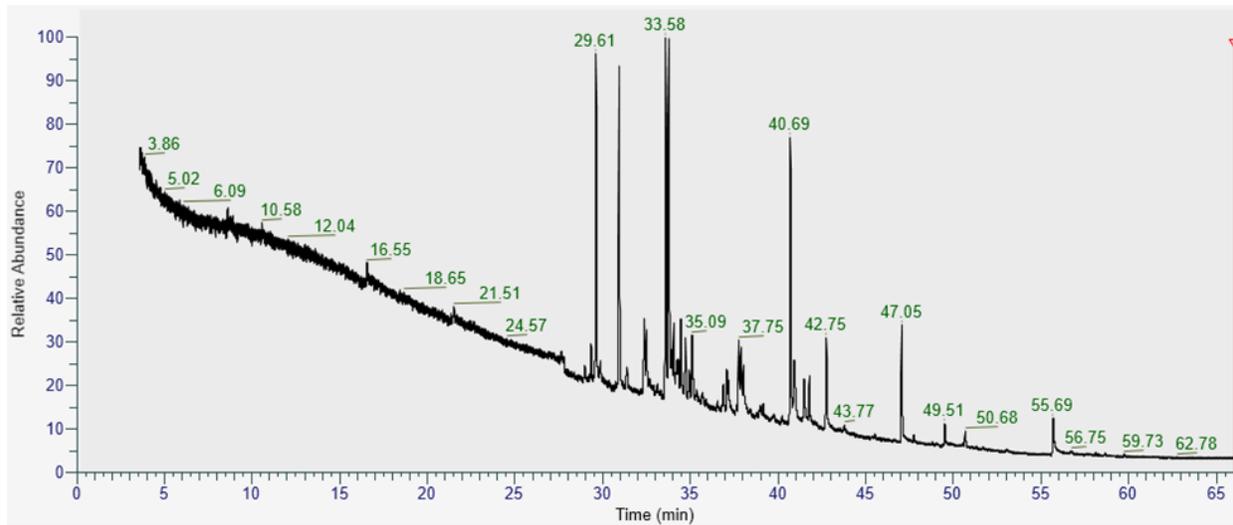
- pallidulus, *Croton ericoides*, and *Croton isabelli*(Euphorbiaceae) essential oils. *Parasitology Research*, *111*(3), 961–966. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2918-6>
- Wang, G., Li, X., Huang, F., Zhao, J., Ding, H., Cunningham, C., Coad, J. E., Flynn, D. C., Reed, E., & Li, Q. Q. (2005). Antitumor effect of β -elemene in non-small-cell lung cancer cells is mediated via induction of cell cycle arrest and apoptotic cell death. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, *62*(7), 881–893. <https://doi.org/10.1007/s00018-005-5017-3>
- Yamaguchi, M., & Levy, R. M. (2016). β -Caryophyllene promotes osteoblastic mineralization, and suppresses osteoclastogenesis and adipogenesis in mouse bone marrow cultures in vitro. *Experimental and Therapeutic Medicine*, *12*(6), 3602–3606. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3818>
- Yao, Y.-Q., Ding, X., Jia, Y.-C., Huang, C.-X., Wang, Y.-Z., & Xu, Y.-H. (2008). Anti-tumor effect of β -elemene in glioblastoma cells depends on p38 MAPK activation. *Cancer Letters*, *264*(1), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.01.049>
- Yayli, N., Yaşar, A., Güleç, C., Usta, A., Kolaylı, S., Coşkunçelebi, K., & Karaoğlu, Ş. (2005). Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilis* and *Centaurea armena*. *Phytochemistry*, *66*(14), 1741–1745. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.04.006>
- Zhang, H., Wang, J.-Y., Chen, Y.-J., Siemann, E., Ji, X.-Y., Jiang, J.-X., & Wan, N.-F. (2022). Beta-ionone is a functional plant volatile that attracts the parasitic wasp, *Microplitis pallidipes*. *BioControl*, *67*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10526-021-10117-3>
- Zhu, T., Xu, Y., Dong, B., Zhang, J., Wei, Z., Xu, Y., & Yao, Y. (2011). β -elemene inhibits proliferation of human glioblastoma cells through the activation of glia maturation factor β and induces sensitization to cisplatin. *Oncology Reports*, *26*(2), 405–413. <https://doi.org/10.3892/or.2011.1276>

11. Anexos

Anexo 1. Equipo de cromatografía



Anexo 2. Perfil cromatográfico del aceite esencial de Croton wagneri Müll. Arg.



Anexo 3. Recolección del material vegetal



Anexo 4. Certificado de traducción del resumen

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN DE RESUMEN

Loja, 29 de octubre de 2024

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

DOCENTE DE INGLÉS

A petición verbal de la parte interesada:

CERTIFICA:

Que, desde mi legal saber y entender, como profesional en el área del idioma inglés, he procedido a realizar la traducción del resumen, correspondiente al Trabajo de Integración Curricular, titulado: **Determinación de la composición química del arbusto Moshquera (Croton wagneri Müll) como posible alternativa terapéutica en medicina veterinaria**, de la autoría de: **Maycol Rodrigo Díaz Massa**, portador de la cédula de identidad número **1105121782**

Para efectos de traducción se han considerado los lineamientos que corresponden a un nivel de inglés técnico, como amerita el caso.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento, hacer uso del mismo, en lo que a bien tenga.

Atentamente. -



firmado electrónicamente por:
VIVIANA DEL CISNE
VALDIVIESO LOYOLA

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

1103682991

N° Registro Senescyt 4to nivel **1031-2021-2296049**

N° Registro Senescyt 3er nivel **1008-16-1454771**