



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

### NATURALES

#### CARRERA DE AGROINDUSTRIA

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TIFO (*Minthostachys mollis*),  
MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ARRASTRE DE VAPOR”**

---

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras  
Agroindustriales

**Autoras:**

Collantes Mena Tania Lizbeth

Mena Herrera Karla Ruby

**Tutor:**

Rojas Molina Jaime Orlando Quim. Mg

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Marzo 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Tania Lizbeth Collantes Mena, con cédula de ciudadanía No. 172045042-6 y, Karla Ruby Mena Herrera, con cédula de ciudadanía No. 175015314-8, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor”, siendo el Químico Mg. Jaime Orlando Rojas Molina, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 18 de marzo del 2022

Tania Lizbeth Collantes Mena  
Estudiante  
CC: 1720450426

Karla Ruby Mena Herrera  
Estudiante  
CC: 1750153148

Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina  
Docente Tutor  
CC: 0502645435

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **COLLANTES MENA TANIA LIZBETH**, identificada con cédula de ciudadanía 172045042-6 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**, y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación, “**Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad, según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2018 – Agosto 2018

Fecha de finalización: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutor: Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

Tema: “Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no esté contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de marzo del 2021

Tania Lizbeth Collantes Mena

**LA CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MENA HERRERA KARLA RUBY**, identificada con cédula de ciudadanía 175015314-8 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**, y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación, “**Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad, según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2018 – Agosto 2018

Fecha de finalización: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutor: Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

Tema: “Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no esté contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de marzo del 2021

Karla Ruby Mena Herrera

**LA CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**



## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TIFO (*Minthostachys mollis*), MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ARRASTRE DE VAPOR”**, de Collantes Mena Tania Lizbeth con cédula de ciudadanía No: 172045042-6 y Mena Herrera Karla Ruby con cédula de ciudadanía No: 175015314-8, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Lectores para su respectiva validación.

Latacunga, 18 de marzo 2022

Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

**DOCENTE TUTOR**

**CC:0502645435**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Collantes Mena Tania Lizbeth y Mena Herrera Karla Ruby, con el título del Proyecto de Investigación: **“EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TIFO (*Minthostachys mollis*), MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ARRASTRE DE VAPOR”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa

CC: 0501773931

Lector 2

Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

CC: 0502270937

Lector 3

Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

CC: 0501864854

## **AGRADECIMIENTO**

En Primera instancia agradecemos a Dios por ser el pilar de la vida y fortaleza ante las diversas dificultades que se nos ha presentado en el camino, motivándonos a cumplir con lo que realmente nos apasiona, además de guiarnos en la lucha y perseverancia ante el cumplimiento de nuestros objetivos impulsándonos al desarrollo en el ámbito profesional y emocional.

Damos gracias a nuestros padres, familiares y amigos por el apoyo incondicional, paciencia y esfuerzo que nos han brindado en el transcurso de la vida, además de ser la motivación y la voz de aliento que nos han impulsado a crecer como personas, a su vez por cada uno de los sacrificios que han realizado por nuestra superación para que hoy en día todo esto se haga realidad.

Al Quim. Mg. Orlando Rojas agradecemos infinitamente por ser el cimiento del trabajo de investigación, igualmente por la dedicación, el tiempo y los consejos impartidos en el desarrollo y culminación del proyecto de titulación.

**Collantes. T; Mena. K.**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación va dedicado a Dios por ser el promotor de la fortaleza y dedicación que he establecido en el desarrollo de mi vida.

A mis padres Washington Collantes y Lourdes Mena por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi existencia, quienes con su ejemplo se han convertido en los pilares de mi formación personal impulsándome a convertirme en la persona que soy actualmente, mediante su motivación me guiaron en la superación de situaciones difíciles demostrándome que nunca debo rendirme aun en las circunstancias más espinosas que se me presenten en el camino.

A mis amigos y familiares quienes confiaron incondicionalmente en mis capacidades y fortalezas al momento de tomar decisiones y acciones que influirían en mi vida además de ser las personas que estuvieron presentes en esta etapa importante de una manera incondicional.

De la misma manera quiero dedicar a cada uno de los docentes que han sido partícipes en mi formación educativa ya que me demostraron que con la adquisición y transmisión de conocimientos podemos generar cambios en nuestro entorno.

**Collantes Mena Tania Lizbeth**

## **DEDICATORIA**

Dedico con mucho cariño y amor a Dios por darme la oportunidad de emprender esta meta, además de tener unos padres extraordinarios quienes me acompañaron a lograr mis sueños, demostrando amor, confianza, comprensión y a no desanimar en los obstáculos que presentaba, esto va por ustedes Víctor y Patricia.

A mis hermanos y sobrino Leonel por el enorme amor y apoyo incondicional que me brindan siempre.

A mis familiares por cada palabra de aliento para seguir triunfando en este proceso, me abrigaron en los momentos de felicidad y tristeza, de igual forma a mis amigos y compañeros quienes han formado un lazo de éxito en esta etapa académica y me enseñaron que todo esfuerzo tiene su recompensa.

**Karla Ruby Mena Herrera**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO:** “EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TIFO (*Minthostachys mollis*), MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ARRASTRE DE VAPOR”

**Autores:** Collantes Mena Tania Lizbeth  
Mena Herrera Karla Ruby

**RESUMEN**

La planta de Tifo se desarrolla en las zonas altas de los Andes en condiciones climáticas de abundante precipitación y amplia gama de luz generando así la adquisición de diversas propiedades beneficiosas tales como: antibacterianas y antiinflamatorias, por lo tanto, la presente investigación tuvo como objetivo extraer el aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), por la metodología de arrastre de vapor mediante el equipo de marca Lanphan Ltd., China, con el que se obtuvo las mejores condiciones experimentales de la extracción en función al índice de rendimiento, mediante la aplicación de un diseño experimental de superficie respuesta en el programa Desing Expert 8,0.6., estableciendo 17 corridas en 3 relaciones masa/ disolvente (1:3; 1:4; 1:5), además de 3 diferentes tiempos (60; 105; 150) (min), dando así lugar a las mejores condiciones de extracción en un tiempo de 150 min con una relación de masa/ disolvente de 1:5, a más de ello se determinó la composición química de los compuestos volátiles del aceite esencial, mediante cromatografía de gases adaptado a un detector de masas, dando como resultado la presencia de 19 compuestos volátiles, dos valores mayoritarios tal es el Carvacril Acetato con un 44.01% y el Carvacrol con un 16.51%, a la vez se evaluó la capacidad antioxidante, por medio de las metodologías FRAP y ABTS obteniendo 18.20  $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{g}$  y 25.45  $\mu\text{mol ET/g}$ , por otro lado, se evaluó la actividad antimicrobiana en cepas bacterianas presentes en matrices alimentarias, por la metodología de concentraciones mínimas inhibitoria, generado una eficacia antimicrobiana del aceite esencial a una concentración del 0.1% en la *Pseudomonas aeruginosa*, seguido con un 3 % *Salmonella entérica* U822s, *Esterichia coli* ATTC 25922, *Listeria monocytogenes* ATTC 19115 y *Bacillus cereus* ATTC 10876, finalmente con la cepa *Staphylococcus aureus* ATTC25923 con una actividad de 5%.

**Palabras claves:** *Minthostachys mollis*, aceite esencial, extracción, concentraciones, capacidad antioxidante, composición química.

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME:** “EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM TYPHUS (*Minthostachys mollis*), USING STEAM DRAG METHODOLOGY”

**Authors:** Collantes Mena Tania Lizbeth  
Mena Herrera Karla Ruby

#### ABSTRACT

The Tifo plant develops in the high areas of the Andes in climatic conditions of abundant rainfall and wide range of light, thus generating the acquisition of various beneficial properties such as: antibacterial and anti-inflammatory, therefore, the present research aimed to extract the essential oil of Tifo (*Minthostachys mollis*), by the methodology of steam trawling using the equipment brand Lanphan Ltd, China, with which the best experimental extraction conditions were obtained according to the yield index, by applying a response surface experimental design in the Design Expert 8.0.6 programmed. The best extraction conditions were obtained in a time of 150 min with a mass/solvent ratio of 1.5, establishing 17 runs in 3 mass/solvent ratios (1:3; 1:4; 1:5), in addition to 3 different times (60; 105; 150) (min), thus giving rise to the best extraction conditions in a time of 150 min with a mass/solvent ratio of 1: 5, furthermore, the chemical composition of the volatile compounds of the essential oil was determined by gas chromatography adapted to a mass detector, resulting in the presence of 19 volatile compounds, two majority values such as Carvacryl Acetate with 44. 01% and Carvacrol with 16.51%, at the same time the antioxidant capacity was evaluated by means of FRAP and ABTS methodologies, obtaining 18.20  $\mu\text{mol } [\text{Fe}]^{(+2)}/\text{g}$  and 25. 45  $\mu\text{mol ET}/\text{g}$ , on the other hand, the antimicrobial activity was evaluated in bacterial strains present in food matrices, by the methodology of minimum inhibitory concentrations, generating an antimicrobial efficacy of the essential oil at a concentration of 0. 1% on *Pseudomonas aeruginosa*, followed by 3% on *Salmonella enterica* U822s, *Esterichia coli* ATTC 25922, *Listeria monocytogenes* ATTC 19115 and *Bacillus cereus* ATTC 10876, and finally with the *Staphylococcus aureus* strain ATTC25923 with an activity of 5%.

**KEYWORDS:** *Minthostachys mollis*, essential oil, extraction, concentrations, antioxidant capacity, chemical composition.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR.....	vi
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO .....	xi
DEDICATORIA .....	xii
DEDICATORIA.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	2
3.1 Beneficiarios directos .....	2
3.2 Beneficiarios indirectos .....	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	4
5.1 Objetivo General.....	4
5.2 Objetivos específicos .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	8
7.1. Antecedentes.....	8
7.2 Fundamentación teórica.....	9
7.2.1 Tifo 9	
7.2.2 Taxonomía de la especie.....	9
7.2.3 Descripción botánica .....	10
7.2.4 Metabolitos activos en la planta .....	10
7.2.5 Propiedades y beneficios del ( <i>Minthostachys mollis</i> ) .....	10
7.2.6 Aceite esencial.....	11
7.2.7 Características de los aceites esenciales .....	11
7.2.7.1 Características físicas .....	11
7.2.7.2 Características químicas .....	12
7.2.8 Usos de los aceites esenciales.....	12



7.2.9 Aplicaciones de los aceites esenciales.....	12
7.2.10 Método de extracción .....	13
7.2.10.1 Enfleurage.....	13
7.2.10.2 Extracción de solventes .....	13
7.2.10.3 Extracción de fluidos supercríticos .....	13
7.2.10.4 Hidrodestilación .....	14
7.2.10.5 Extracción por arrastre con vapor.....	14
7.2.11 Cinética de extracción por arrastre de vapor .....	14
7.2.12 Ventajas y desventajas del proceso de extracción por arrastre de vapor.....	15
7.2.12.1 Ventajas .....	15
7.2.12.2 Desventajas.....	15
7.2.13 Composición química de aceite esencial .....	15
7.2.13.1 Cromatografía de gases con detector de masas .....	15
7.2.14 Actividad antioxidante.....	16
7.2.14.1. Método del ABTS.....	16
7.2.14.2 Método de FRAP .....	16
7.2.15. Actividad antimicrobiana .....	16
7.2.15.1. Método de CMI .....	17
7.2.15.2. <i>Salmonella entérica</i> .....	17
7.2.15.3. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	17
7.2.15.3. <i>Esterichia coli</i> .....	17
7.2.15.4. <i>Listeria monocytogenes</i> .....	17
7.2.15.5. <i>Bacillus cereus</i> .....	18
7.2.15.6. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	18
7.3. Marco conceptual .....	18
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	19
8.1 Hipótesis Alternativa .....	19
8.2 Hipótesis Nula .....	19
8.3 Validación.....	19
9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL .....	20
9.1 Tipos de investigación .....	20
9.1.1 Investigación cuantitativa .....	20
9.1.2. Investigación cualitativa.....	20
9.1.3 Investigación descriptiva .....	21
9.1.4 Investigación experimental.....	21

9.2 Técnicas .....	21
9.2.1 Observación .....	21
9.2.2 Entrevista .....	22
9.3. Materiales y equipos .....	22
9.3.1. Materiales de laboratorio .....	22
9.3.2 Equipos .....	22
9.3.3. Reactivos .....	23
9.4 Metodología de extracción del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> .....	24
9.4.1 Recolección .....	24
9.4.2 Selección del material vegetal .....	24
9.4.3 Limpieza y desinfección del material vegetal .....	25
9.4.4 Secado del material.....	25
9.4.5 Trituración del material vegetal.....	25
9.4.6 Extracción del aceite esencial por arrastre de vapor.....	26
9.4.7 Separación y almacenamiento del aceite esencial .....	26
9.5 Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> .....	27
9.6. Rendimiento (%) .....	28
9.7. Caracterización de la composición del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> , mediante la siguiente metodología:.....	28
9.7.1. Cromatografía de gases con selectivo de masas.....	28
9.8. Determinación de la capacidad antioxidante del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> , mediante los siguientes métodos. ....	28
9.8.1. Capacidad para reducir el hierro férrico a ferroso (FRAP) .....	28
9.8.2 Determinación de la actividad antioxidante por el método de captura de cationes de radicales libres ABTS.....	29
9.9 Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> . 29	
9.9.1 Determinación de las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI). Método de dilución en tubos. 30	
9.10 Flujograma de la caracterización del aceite esencial de Tifo .....	30
9.11 Diseño experimental.....	31
9.11.1 Cuadro de variable.....	33
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
10.1. Optimización del proceso de extracción del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> , mediante arrastre de vapor.....	33
10.2. Evaluación del modelo para el rendimiento .....	34
10.3. Optimización de los modelos del diseño experimental .....	39

10.4. Composición del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> , mediante cromatografía de gases con detector de masas. ....	40
10.5. Capacidad antioxidante del aceite esencial de <i>Minthotachys mollis</i> . ....	44
10.6. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> . ....	45
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	47
11.1. Impactos técnicos .....	47
11.2. Impactos sociales .....	47
11.3. Impactos ambientales .....	47
11.4. Impactos económicos .....	47
12. PRESUPUESTO.....	48
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
13.1 Conclusiones.....	50
13.2 Recomendaciones .....	51
14. REFERENCIAS .....	52
15. ANEXOS .....	60

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	24
<i>Recepción de la planta</i> .....	24
Figura 2.....	24
<i>Clasificación de la materia vegetal</i> .....	24
Figura 3.....	25
<i>Limpieza del Tifo</i> .....	25
Figura 4.....	25
<i>Secado del material vegetal</i> .....	25
Figura 5.....	26
<i>Triturado material vegetal</i> .....	26
Figura 6.....	26
<i>Destilación del Aceite esencial de Tifo</i> .....	26
Figura 7.....	27
<i>Separación y almacenamiento del aceite esencial</i> .....	27
Figura 8.....	27
<i>Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de Tifo.</i> .....	27
Figura 9.....	30
<i>Flujograma de la caracterización del aceite esencial</i> .....	30
Figura 10.....	37
<i>Interacción entre los factores RMA: relación masa/agua, TIE: tiempo de extracción.</i> .....	37
Figura 11.....	38
<i>Valores predicho y experimental para el rendimiento.</i> .....	38
Figura 12.....	39
<i>Optimización numérica para el modelo de rendimiento.</i> .....	39
Figura 13.....	43
<i>Cromatograma en relación al tiempo de retención en el aceite esencial</i> .....	43
Figura 14.....	44
<i>Cromatograma de la relación de la m/z del compuesto Carvacril Acetato</i> .....	44
Figura 15.....	68
<i>Campo de recolección de la planta vegetal</i> .....	68
Figura 10.....	68
<i>Identificación de la materia vegetal</i> .....	68
Figura 11.....	68
<i>Recolección de la materia prima</i> .....	68
Figura 12.....	68

<i>Recepción de la materia prima</i> .....	68
Figura 13.....	69
<i>Selección del tifo</i> .....	69
Figura 14.....	69
<i>Limpieza y desinfección de la materia vegetal</i> .....	69
Figura 15.....	69
<i>Método de secado</i> .....	69
Figura 16.....	69
<i>Triturado en pequeños trozos</i> .....	69
Figura 17.....	70
Materia vegetal seca.....	70
Figura 24.....	70
<i>Suministro del agua destilada en el equipo</i> .....	70
Figura 18.....	70
<i>Proceso de extracción</i> .....	70
Figura 26.....	70
<i>Proceso de separación de aceite e hidrolato</i> .....	70
Figura 19.....	71
<i>Control de proceso</i> .....	71
Figura 20.....	71
<i>Aceite esencial extraído</i> .....	71
Figura 21.....	71
<i>Separación del aceite esencial</i> .....	71
Figura 22.....	71
<i>Rendimiento del aceite esencial</i> .....	71
Figura 23.....	72
<i>Aceite esencial</i> .....	72
Figura 24.....	72
<i>Equipo de Cromatografía de gases acoplado a un detector de masas</i> .....	72

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	5
<i>Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados</i> .....	5
Tabla 2 .....	9
<i>Taxonomía de <i>Minthostachys mollis</i></i> .....	9
Tabla 3. ....	31
<i>Condiciones experimentales para el diseño de experimentos</i> .....	31
Tabla 4. ....	32
<i>Corridas experimentales para la extracción del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i></i> .....	32
Tabla 5. ....	33
<i>Cuadro de Variables</i> .....	33
Tabla 6. ....	35
<i>Matriz experimental para la extracción del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i></i> .....	35
Tabla 7. ....	36
<i>Parámetros del modelo codificado del rendimiento</i> .....	36
Tabla 8 .....	39
<i>Valores predichos y experimentales del proceso</i> .....	39
Tabla 9 .....	41
<i>Composición del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i></i> .....	41
Tabla 10 .....	44
<i>Ensayos de captación de radicales libres</i> .....	44
Tabla 11 .....	46
<i>Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> contra las bacterias</i> . ....	46
Tabla 12. ....	48
<i>Presupuesto de la investigación</i> . ....	48

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Vida del Docente Tutor.....	60
Anexo 2. Hoja de Vida del Postulante.....	61
Anexo 3. Hoja de Vida del Postulante.....	62
Anexo 4. Ubicación geográfica del campus Salache.....	63
Anexo 5. Resultados de Composición Química del Aceite Esencial .....	64
Anexo 6. Costos del aceite esencial por ml .....	67
Anexo 7. Fotografías de la metodología.....	68

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del proyecto:** Extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor.

**Lugar de Ejecución**

**País:** Ecuador.

**Provincia:** Cotopaxi, Zona 3.

**Cantón:** Latacunga.

**Barrio:** Salache.

**Lugar:** Universidad Técnica de Cotopaxi, Laboratorios de la Carrera de Agroindustria.

**Facultad que auspicia:**

Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Agroindustria

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:**

Quím. Rojas Molina Jaime Orlando Mg.

**Postulantes:**

Collantes Mena Tania Lizbeth

Mena Herrera Karla Ruby

**Área de Conocimiento:**

Industria, producción y construcción

**Línea de investigación:**

Procesos industriales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.



## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Las investigaciones realizadas con el objetivo de aumentar el uso de esta planta nativa, utilizada por nuestros ancestros en la medicina tradicional, se centran en el conocimiento empírico, generado por la falta de información sobre sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, así como del raro procesamiento de materias primas en el Ecuador, por lo que se busca darle otro uso, a través de la extracción de aceites esenciales por el método de estela de vapor, optimizando así el mayor rendimiento del proceso, destacando las propiedades químicas, antibacterianas y antioxidantes activos que posee el aceite esencial.

Se prefiere trabajar con aceite esencial por los fines terapéuticos que proporciona el tifo al ser humano, además de impulsar la utilización en otras industrias, ya sean alimentarias o cosméticas, entre otras, por lo que se desarrollara la caracterización del aceite esencial en la presente investigación generando así resultados para la aplicación en diversos productos en la industria alimentaria.

Para el proyecto de investigación se evaluará la idoneidad de la obtención del aceite esencial de tifo para su caracterización mediante dispositivos cromatográficos y para la evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana, lo que da impulso a la investigación, fabricación e industrialización de productos con el fin.

El uso actual del fenogreco está orientado a mejorar la calidad de vida de las personas mejorando el trato y la higiene en la extracción de los aceites esenciales, generando así una mayor confianza en la aplicación de los productos procesados al ser humano, pues al analizar y estudiar la diversa información recopilada en este proyecto será posible obtener productos que revolucionarán las industrias.

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos es el grupo de trabajo y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Agroindustria encargados del proyecto de investigación.

### **3.2 Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos serán los habitantes de la provincia de Cotopaxi dedicados a la producción de esta planta (Tifo), los diversos consumidores que adquieran el aceite esencial de *Minthostachys mollis*, ya sea para actividades farmacológicas, fisioterapeutas, entre otras.

#### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Ecuador como uno de los países que cuenta con mayor diversidad genética en plantas curativas a nivel mundial tanto nativas como introducidas, al paso el tiempo han sido distribuidas en cuatro regiones del país, creando así diferentes usos para algunas de las especies vegetales analizadas en base a diferentes relevamientos desarrollados alrededor del mundo con el propósito de investigar y utilizar los principios activos que se encuentran en las plantas tales como: flavonoides, taninos, fenoles, lignanos, polifenoles, orcinoles, quinonas, alcaloides, feniletanol, floroglucinoles, saponinas, entre otros, estos diversos principios se caracterizan por ser una sustancia que está presente en cualquier parte de la planta, además de ser una partícula que proporciona beneficios al ser humano. (Galán et al., 2019).

Actualmente el progreso de la ciencia ha logrado evaluar los componentes químicos presentes en las diversas plantas existentes, lo cual ha permitido que la ingesta de productos obtenidos se realice de forma racional.

Es por ello que la Organización Mundial de la Salud (2014), establece que el 80% de la población mundial depende de medicinas basadas en plantas y animales, ya que han sido milenariamente utilizados en la medicina tradicional y ahora son cada vez más valiosas como materia prima en la preparación de medicamentos y aceites esenciales. Por lo que actualmente la utilización de plantas curativas como el tifo ha revolucionado el mercado fisioterapéutico, farmacológico, alimentario entre otros ámbitos analizados, ya que este tipo de planta proporciona diversas propiedades a favor del ser humano.

Hoy en día el Ecuador derrocha cultivos tifoideos desarrollados en los Andes, esto se crea por desconocimiento en el tratamiento o transformación de la planta curativa, generando retraso en el crecimiento en la educación, productivo y económico a los pequeños agricultores de la provincia de Cotopaxi, es por ello que la fabricación de productos obtenidos a base de tifo es escasa en el mercado. (Paucar Anchaliqún , 2021)

Al momento de hablar de aceite esencial existen diversos conocimientos sistematizados, sin una comprobación validada, lo cual nos amplía el enfoque investigativo, ya que hoy en día diversas investigaciones orientadas al aceite esencial de tifo no se encuentran muy caracterizadas en relación a otras, lo que genera un escaso conocimiento de los principios bioactivos presentes en la planta a nivel mundial como local ya que no han sido evaluados.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Extraer el aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*), mediante la metodología de arrastre de vapor.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Optimizar el proceso de extracción del aceite esencial de tifo (*Minthostachys mollis*) en función al rendimiento.
- Cuantificar los compuestos volátiles del aceite esencial del tifo mediante cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa.
- Determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial de tifo mediante la metodología de FRAP y ABTS.
- Establecer la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tifo, mediante la metodología de concentración mínima inhibitoria.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1**

*Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados*

<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Actividades (Tarea)</b>	<b>Resultado de la Actividad</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Optimizar el proceso de extracción del aceite esencial de tifo ( <i>Minthostachys mollis</i> ) en función al rendimiento.	<p>Recolectar y seleccionar la materia prima.</p> <p>Limpieza de los contaminantes que posee la planta.</p> <p>Secar la materia prima.</p> <p>Triturar la planta de tifo.</p> <p>Emplear cálculos de la materia a utilizar en el proceso de destilación.</p> <p>Aplicar un diseño experimental.</p> <p>Extraer el aceite esencial de tifo (<i>Minthostachys mollis</i>) por arrastre de vapor.</p> <p>Calcular el rendimiento.</p> <p>Aplicación de un diseño experimental.</p>	<p>Metodología de la extracción del aceite esencial de (<i>Minthostachys mollis</i>) mediante la técnica de destilación por arrastre de vapor.</p> <p>Obtención del aceite esencial de tifo.</p> <p>Obtención de las corridas experimentales a través del programa Design Expert 8.0.6 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.).</p> <p>Evaluación del rendimiento del aceite esencial obtenido.</p>	<p>Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de tifo p.29.</p> <p>En el apartado de metodología en la figura 1,2,3,4,5,6 y 7</p> <p>Condiciones experimentales para la extracción en la tabla 3</p> <p>Corridas del diseño experimental de superficie respuesta en la tabla 4</p> <p>Cuadro de variables en la tabla 5</p> <p>En el apartado de resultados tabla 6</p> <p>Anexo 7</p>

<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Actividades (Tarea)</b>	<b>Resultado de la Actividad</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Cuantificar los compuestos volátiles del aceite esencial del tifo mediante cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa.	Determinar los compuestos volátiles presente en el aceite esencial mediante cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa. Analizar e interpretar los resultados obtenidos.	Resultados de compuestos volátiles del aceite esencial de tifo, mediante cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa. Identificación e interpretación de los compuestos orgánicos que están presentes en el aceite esencial.	Información en el apartado de resultados de la prueba realizada en la tabla 9 Cromatogramas en la figura 10 y 11 Anexo 5
<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Actividades (Tarea)</b>	<b>Resultado de la Actividad</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial de tifo mediante la metodología de FRAP y ABTS.	Determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial, mediante la metodología de FRAP y ABTS. Analizar e interpretar los resultados obtenidos.	Resultados obtenidos de la capacidad antioxidante por el método de FRAP Y ABTS del aceite esencial de tifo. Interpretación de los resultados obtenidos.	Información en el apartado de resultados en la tabla 10

Objetivo específico 4	Actividades (Tarea)	Resultado de la Actividad	Medio de Verificación
Establecer la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tifo.	<p>Determinar de las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI), por el método de dilución en tubos.</p> <p>Práctica de cepas de referencia <i>Salmonella</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Bacillus cereus</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, para la determinación de la capacidad antimicrobiana en el aceite esencial de tifo.</p> <p>Identificación de la capacidad antimicrobiana presente en el aceite esencial.</p> <p>Analizar e interpretar los resultados obtenidos.</p>	<p>Resultados obtenidos de la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tifo.</p> <p>Identificación de las cepas de la actividad antimicrobiana en el aceite esencial.</p> <p>Interpretación de los resultados.</p>	Información en el apartado de resultados en la tabla 11

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 7.1. Antecedentes

Según Bustamante et al. (2021) con el tema “La pacha- muña (*Hedeoma mandoniana* Wedd), medicina ancestral en pobladores de Huánuco, Perú”, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, menciona que: La pacha-muña, planta ampliamente utilizada por los pobladores de la región, es consumida en infusión para sanar problemas digestivos (diarreas, acidez estomacal, halitosis, indigestión, cólicos), enfermedades respiratorias (gripes, bronquitis, asma), entre otras. Se encontró que las hojas están compuestas principalmente por flavonoides, taninos, fenoles y pulegone.”

Cosme y Mallma, (2019) con el tema “Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de Inca muña en estado fresco y seco”, en la Universidad Nacional del centro del Perú, fundamenta que “La extracción se realizó por el método de destilación por arrastre de vapor obteniéndose un rendimiento de 0.196% (p/p) en estado fresco y (0.450%p/p) en estado seco. La composición química se evaluó mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GCMS), en el aceite esencial inca muña fresco se encontraron 60 componentes volátiles, siendo los mayoritarios: Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis)- (28.74%), Linalool (17.50 %) y Pulegone (12.05%), mientras que en estado seco se encontró 107 componentes volátiles, siendo los mayoritarios: Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis)- (28.65%), Linalool (15.80 %) y Pulegone (15.32%)”.

Mediante los resultados de Villar (2021) con el tema “Formulación de biopelículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de *Minthostachys mollis* (muña) con propiedades antioxidantes y antimicrobiana”, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, establece que las biopelículas se les realizó la prueba física de fuerza de tracción y determinación de la actividad antioxidante mediante la actividad captadora de radicales libre (DPPH) y la actividad antimicrobiana mediante ensayo de zona de inhibición. Las biopelículas funcionalizadas con aceite esencial de *Minthostachys mollis* “Muña” mostraron que su propiedad mecánica: fuerza de tracción, fue disminuida y su actividad antioxidante ( $p < 0,05$ ) fue potenciada”.

Como mencionan Mejía y Silva (2019) con el tema “Comparación del efecto antibacteriano de los aceites esenciales de las hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb “Muña” y *Dodonaea viscosa* L. Jacq “Chamana” en cepas de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*”, en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello, determina que “ El efecto antibacteriano de los aceites esenciales de las hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb “Muña” y *Dodonaea viscosa* L. Jacq “Chamana” en cepas de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, para ello se utilizaron muestras vegetales provenientes de los centro poblado de Yumagual y Chetilla, los cuales fueron procesados para la obtención del aceite esencial por el método de arrastre de vapor; evaluando su efecto antibacteriano por el método de Kirby Bauer, trabajando con diluciones al 10%, 50% y 100%, cuyos resultados mostraron que la cepa de *Staphylococcus aureus* fue sensible frente al aceite esencial de “Muña” a concentraciones de 10%, 50% y 100%.”

## 7.2 Fundamentación teórica

### 7.2.1 Tifo

*Minthostachys mollis* conocida como “Muña o Tifo”, perteneciente a la familia Lamiaceae, se encuentra entre más de 300 especies distribuidas y 200 géneros. Este arbusto crece entre los 2600 y los 3800 (msnm), se extiende desde Colombia, Brasil, Perú, Bolivia y Ecuador, para que crezca y se desarrolle la muña necesita un clima con abundantes lluvias y alta luminosidad, es usado por sus propiedades antibacterianas, antiinflamatorias y antieméticas (León, 2017).

La planta es denominación común en el Perú, dicho arbusto se usa en infusiones y decocciones, así como para elaborar aceites esenciales. También es reconocida por sus diversas propiedades medicinales, entre ellas reducir dolencias estomacales, enfermedades respiratorias y combatir parásitos intestinales, siendo muy buenas sus propiedades nutricionales por su contenido de calcio bordea los 2,237 mg demostrando así principios activos en las hojas, tallos y flores (Liceras y Alzamora, 2017).

### 7.2.2 Taxonomía de la especie

La descripción de la especie vegetal, se llevó al Herbario de la Universidad Técnica de Cotopaxi para la identificación taxonómica.

**Tabla 2**

*Taxonomía de Minthostachys mollis*

<i>Reino</i>	<i>Plantae</i>
<i>División</i>	Magnoliophyta
<i>Clase</i>	Equisetopsida C. Agardh
<i>Orden</i>	Lamiales Martinov
<i>Familia</i>	Lamiales Martinov
<i>Género</i>	Minthostachys (Benth) Spach
<i>Especie</i>	Mollis (Kunth) Griseb

**Fuente** (Muñoz, 2017)



### 7.2.3 Descripción botánica

La planta mide de 0.9 a 1.5 m de altura, es frondosa en el parte superior bien impenetrable en hojas Son opuestas y dentadas, tienen pelos en los pecíolos y en el envés de las hojas, por lo que secretan la mayor cantidad de aceite esencial. El tallo es ramificado desde el asiento, de igual forma presenta pelos, tiene forma prismática cuadrilátero y propenso a la lignificación. Las flores se encuentran en la parte superior de las ramas, son pequeñas, blancas, irregulares y se encuentran reunidas en pseudo verticilos axilares (Ibañez, 2017).

### 7.2.4 Metabolitos activos en la planta

La planta al ser un organismo vivo produce una gran variedad de sustancias bioactivas que se denominan metabolitos primarios y secundarios que actúan como medio de defensa al ataque de agentes patógenos y de adaptación ambiental adversos a la temperatura, humedad, intensidad de luz, etc (Paucar, 2021).

Panucar (2021) plantea que: Los metabolitos primarios se consideran esenciales por las múltiples funciones que tienen al ser moléculas nutricionales o estructurales, en cambios los metabolitos secundarios que tienen funciones no nutricionales, pero muy importantes para su supervivencia. Es decir que estos compuestos sirven para protegerse de los factores internos y externos como los flavonoides, taninos, lignanos, cumarinas, alcaloides, terpenos, saponinas, entre otros.

### 7.2.5 Propiedades y beneficios del (*Minthostachys mollis*)

El tifo desde el inicio de la historia de la medicina ancestral se ha caracterizado por presentar propiedades digestivas ya sea para aliviar cólicos, flatulencias, náuseas, diarreas entre otros malestares como problemas de resfrió, antiasmáticos, expectorante, antiséptica, antiespasmódicas, antiinflamatorias, etc. Hoy por hoy se lo utiliza para el tratamiento de tumores además de ser una de las plantas las que se emplean en el cuidado de fracturas. (Huamani, 2015, p. 25).

Por otro lado, *Minthostachys mollis* se considera como una planta nativa excelente para contrarrestar la halitosis además de jaquecas y el mal de altura, también se lo utiliza como aditivo condimentario en alimentos. La utilización del tifo se extiende hasta la industria agrícola ya que se emplea como fungicida natural en cultivos alimentarios como es el caso de

la papa que previene el ataque de insectos además del moho por otro lado se lo utiliza para contrarrestar el gorgojo de los Andes (Huamani, 2015, p. 25).

### **7.2.6 Aceite esencial**

El aceite esencial son sustancias odoríferas de naturaleza que se encuentran en gran cantidad en especies vegetales, están ampliamente distribuidos en distintas partes del vegetal como: raíces, tallos, hojas, flores y fruto, es decir, un producto perfumado con una textura compleja obtenido a partir de un material vegetal botánicamente específico, por varios métodos de destilación tales como: arrastre de vapor, destilación seca o mecánico apropiado sin calentamiento, entre otros (Moncayo, 2018, p. 10).

Los AE contienen principalmente terpenos, moléculas formadas por unidades de isopreno (2-metilbuta-1,3-dieno) y concretamente por monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos, constituidos por dos, tres o cuatro unidades de isopreno, respectivamente, así como por sus derivados oxigenados: alcoholes, aldehídos y cetonas, ésteres y epóxidos, denominándose en general “terpenoides”. También forman parte de los AE otros tipos de compuestos como los fenilpropanoides, así como alcoholes, aldehídos y cetonas alifáticos, etc (Molina, 2021, p. 166).

## **7.2.7 Características de los aceites esenciales**

### **7.2.7.1 Características físicas**

Los aceites esenciales son volátiles, incoloros o ligeramente amarillos y líquidos a temperatura ambiente, por ende, se designan aceites etéreos, aceites esenciales o esencias, estos son apropiados para diferentes industrias ya sea cosmética, perfumería, colorantes artificiales, farmacéutica, agroalimentaria entre otros (Ponce, 2020, p. 32)

Es importante saber que los principales compuestos que componen los aceites esenciales son compuestos orgánicos (C, H, O formando cadenas y anillos) llamados terpenos, que se obtienen de las plantas almacenadas y desprenden un aroma característico.

Por otro lado, son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos, como éteres o cloroformos y alcoholes de calidad, debido a su alto índice de refracción. (Ponce, 2020, p.34)

### 7.2.7.2 Características químicas

Se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

**Terpenoides:** Son sustancias volátiles mayormente responsables del olor de muchas plantas y frutas, estos derivan de unidades de isopreno (C5) unidas en cadenas y posee una amplia distribución en el reino vegetal. Principalmente encontramos en los aceites monoterpenos (C10), aunque también son comunes los sesquiterpenos (C15), etc (Torres y Higuera, 2021, p. 3).

**No Terpenoides:** Son sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas que no son tan usadas como los terpenoides (Ponce, 2020, p.35)

### 7.2.8 Usos de los aceites esenciales

El uso de los aceites esenciales depende de su composición química y perfil fotoquímico que presente, no obstante, se obtiene mayormente de plantas aromáticas las cuales cuentan con beneficios y propiedades que pueden ser proporcionados al ser humano a través de la ingesta y aplicación de los mismos (Arias y Berrocal, 2021, p. 16).

Los diversos usos surgen por la afinidad terapéutica que presentan los aceites esenciales uno de los ejemplos más representativos es la acción antiséptica la cual ayuda a mejorar la piel, también existe un uso tópico este nos permite aliviar algunos malestares tales como: los esguinces, problemas articulares entre otros (Arias y Berrocal, 2021, p. 17).

Por otro lado, se lo puede utilizar a través de la técnica de aromaterapia la cual es mayormente manejada y aplicada en la medicina natural para diversos funcionamientos tales como para tratamientos infecciosos como para minimizar la concentración de estrés (Arias y Berrocal, 2021, p. 17).

### 7.2.9 Aplicaciones de los aceites esenciales

El empleo de aceites esenciales Es fundamental en la aplicación y desarrollo de productos con innovación en diversas industrias como la alimenticia, farmacéutica, química, esenciales para la obtención de diversos productos tales como saborizantes en bebidas, confites, licores etc. (Romero, 2018, p. 11).

Romero, (2018) establece que “La utilización del aceite esencial ha formado parte del desarrollo de formulaciones que buscan ser agradables, atractivas para los futuros consumidores acentuando los niveles de concentración en la preparación esto se lo ha realizado en la aplicación de productos tales como: perfumes, jabones, aguas de tocador, champús, labiales, cremas, etc.”

En la industria farmacéutica la aplicación de los aceites esenciales es necesario en el desarrollo de los medicamentos que proporcionan diversas propiedades que permiten contrarrestar y mejorar enfermedades, algunas de las propiedades que proporciona los aceites esenciales son antisépticos, antihelmíntico, desinfectantes, diuréticos, expectorantes (Romero, 2018, p. 11).

#### **7.2.10 Método de extracción**

“Los métodos de extracción son diversos y cambian dependiendo el sustrato vegetal para dar un mejor rendimiento a la extracción” (Mejía y Ortiz, 2021). A continuación, se presenta los siguientes métodos de extracción:

##### **7.2.10.1 Enfleurage**

Es un método antiguo de extracción muy poco utilizado dicho proceso. que consiste en utilizar grasa animal o vegetal, la más común es la grasa de cerdo RBD. Es decir, reside en untar sobre un recipiente grasa debido a que los aceites son altamente solubles en ellos (Ponce, 2020, p. 22).

##### **7.2.10.2 Extracción de solventes**

La extracción por solventes involucra la transferencia del ion de cobre desde la solución de lixiviación (PLS) a una molécula orgánica que está disuelta en un solvente. Durante la extracción, el ion de cobre se intercambia por un ion de hidrógeno (Romero, 2017, p. 6).

##### **7.2.10.3 Extracción de fluidos supercríticos**

Un fluido supercrítico es un estado de la materia en la que se encuentra bajo condiciones de presión y temperatura superior a su punto crítico, en el que no se pueden distinguir el estado gaseoso del estado líquido. En este punto el compuesto es compresible,

comportándose como un gas y tiene la densidad de un líquido generando su poder disolvente (Vargas, 2018, p. 8).

#### **7.2.10.4 Hidrodestilación**

El proceso de Hidrodestilación es el más utilizado en relación a los procesos, dicho método consiste en calentar agua hasta su punto de evaporación haciendo que el vapor entre en contacto con la biomasa y actúe como agente extractor (Chávez y Schuldt, 2020, p. 14).

#### **7.2.10.5 Extracción por arrastre con vapor**

Este método es el método más antiguo y simple utilizado para la extracción de aceites esenciales, en el que el aceite se vaporiza, luego se recolecta y se separa de la fase acuosa, es decir, el material vegetal se sumerge en agua desde un estado estático, esto se lleva a ebullición, demostrando la acción del agua encargada de hacer desprender los aceites esenciales y esta a su vez es inmiscible con la mayoría de moléculas (Posligua, 2021, p. 16).

#### **7.2.11 Cinética de extracción por arrastre de vapor**

En el 2021, Córdova y Velásquez plantean que para la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor se toma en consideración tres parámetros los cuales permiten definir la eficacia de la extracción algunos de ellos son:

- Cantidad de aceite obtenido
- Cantidad de materia vegetal ocupado
- Cantidad de energía utilizada

Los parámetros anteriormente establecidos nos permiten determinar el rendimiento del proceso de extracción por arrastre de vapor tomando en consideración la curva de la cinética la cual se establece en tres fases (p. 26).

- **Fase inicial:** Es el período donde se obtiene la sustancia líquida.
- **Fase media:** Es la etapa donde se obtiene la extracción del aceite esencial de una manera rápida.
- **Fase final:** Es el lapso donde termina de acumular y obtener aceite esencial en el proceso de extracción (Córdova y Velásquez, 2021, p. 27).

## **7.2.12 Ventajas y desventajas del proceso de extracción por arrastre de vapor**

### **7.2.12.1 Ventajas**

El proceso de extracción por arrastre de vapor es uno de los que presenta menores índices de residuos durante la obtención del aceite esencial lo cual genera que el producto receptado sea de mejor calidad. (Véliz et al., 2019, p. 214).

Es uno de los procesos de extracción para la obtención de aceites esenciales de menor costo debido a la instalación y mantenimiento básico de la máquina además de que se puede desarrollar tanto a nivel industrial como a gran escala de laboratorio, además de presentar los mejores resultados de rendimiento del aceite esencial extraído. (Véliz et al., 2019, p.215).

### **7.2.12.2 Desventajas**

El mayor inconveniente que presenta la extracción por arrastre de vapor es que la temperatura de operación del equipo es alta lo cual lo convierte en un proceso inapropiado para aceites esenciales con componentes sensibles al calor ya que produce la volatilización de los compuestos (Véliz et al., 2019, p. 216).

## **7.2.13 Composición química de aceite esencial**

Chaquilla y Cols, (2019), establecen que “La composición química de los aceites esenciales difieren de acuerdo a diversas características tales como: la especie, variedad, clima, tipo de suelo, método de cultivo entre otras, estos tipos de variantes definen el aceite y los principios activos presente en el mismo obteniendo así diversos beneficios aplicados en productos procesados” (p. 108).

### **7.2.13.1 Cromatografía de gases con detector de masas**

La cromatografía de gases es una técnica analítica la cual se establece como una herramienta esencial para la realización de análisis cuantitativos y cualitativos de una manera eficaz este tipo de cromatografía adherida a un detector de masa se caracteriza por poseer una excelente sensibilidad, capacidad de pico al separar los compuestos analizados (Beser, 2019, p. 54).

### **7.2.14 Actividad antioxidante**

La actividad antioxidante en los aceites esenciales surge del sistema de reacción o de la fuente radicalaria u oxidante utilizada en el mecanismo, además se fundamenta en la capacidad de antioxidantes presentes en el componente como en el microambiente del mismo dando así lugar a la estabilidad obtenida frente a los efectos sinérgicos o inhibitorios que producen (Sarmiento, 2020, p. 10).

Existen diversas pruebas para la determinación de actividad antioxidante que ejecutan con los sobrenadantes por los métodos ajustados coloriméricamente tales como: ABTS y FRAP. Ambos métodos se utilizan por tener una cinética de determinación más rápida que permite ahorrar tiempo en comparación con otros métodos que valorizan la Capacidad Antioxidante Total (Rioja et al., 2018, p. 171).

#### **7.2.14.1. Método del ABTS**

Es la capacidad que tiene un antioxidante para estabilizar el radical ABTS producto de la reacción de la oxidación del mismo con una enzima metamioglobina y peróxido de hidrógeno, es decir “El método se sustenta en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS+, debido a su reducción a ABTS por la acción de antioxidantes. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de inhibición del radical ABTS+, está determinado en función a la concentración” (Rioja et al., 2018, p. 172).

#### **7.2.14.2 Método de FRAP**

El uso de este método es para medir el poder de reducir el plasma que son desarrolladas por Benzie y Strain que las utilizó para evaluar la capacidad antioxidante en diversos productos nutracéuticos y fitoterapéuticos, a reducción de estos radicales libres inducen a la pérdida o aparición de una sustancia que al estar en contacto con el 2, 4, 6 Tripiridiltriazina Férrica (TPTZ) detecta compuestos con potenciales redox (Veloz, 2018, p. 15).

### **7.2.15. Actividad antimicrobiana**

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales surge de la diversa interacción de los compuestos con diferentes puntos en la célula esto depende de las diferentes concentraciones de los componentes, lo cual genera la identificación del efecto biológico antimicrobiano del aceite esencial (Bermúdez et al., 2019, p. 149).

#### **7.2.15.1. Método de CMI**

Es el método de concentración mínima inhibitoria que se caracteriza por poseer los índices más bajos de concentración de antibióticos, el cual previene el crecimiento de determinados microorganismos. Además de ello se caracteriza por identificar e interpretar la sensibilidad de la bacteria (IDEXX, 2018).

#### **7.2.15.2. *Salmonella entérica***

Es un patógeno zoonótico que revoluciona la salud tanto en los seres humanos como los animales ya que causa morbilidad y mortalidad en los mismos esta bacteria domina todo material viviente existente en el ecosistema ya que después de la ingestión de los microorganismos puede generarse enfermedades las cuales prosperan en el nicho intracelular lo cual permite la resistencia antimicrobiana (Knodler y Elfenbein, 2019, p. 964-965).

#### **7.2.15.3. *Staphylococcus aureus***

Es un patógeno bacteriano Gram positiva el cual genera la amplia diversificación de enfermedades infecciosas este tipo de bacteria ha desarrollado resistencia a diferentes fármacos que se han perfeccionado en la aparición de cepas analizadas por lo que este tipo de microorganismos hoy en día es el más conocido en enfermedades adquiridas por el ser humano (Tracey y Chandrashekar, 2021).

#### **7.2.15.3. *Esterichia coli***

Según Poirel et al. (2018) considera que *Esterichia coli* es una bacteria de la familia Enterobacteriaceae, que forma parte de la microflora gastrointestinal de los animales de sangre caliente y es el agente causal de graves enfermedades infecciosas tanto en humanos como en animales. Este microorganismo ha creado resistencia antimicrobiana lo cual ha provocado obstaculizar el tratamiento de este patógeno generando preocupación en la comunidad.

#### **7.2.15.4. *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* es un bacilo Gram positivo corto el cual es considerado un anaerobio facultativo este tipo de microorganismos se establece como un no formador de esporas móvil además de ser un patógeno que incita una zona reducida de hemólisis en agar sangre cabe destacar que este tipo de bacteria se muere al contacto con la naturaleza (Rodríguez, 2018, p. 649).



#### 7.2.15.5. *Bacillus cereus*

Según El Arabi y Griffiths (2021), menciona que “*Bacillus cereus* es un microorganismo bacteriano Gram positiva que presenta una forma de bastón la cual se caracteriza es una forma de espora anterior capaz de crecer en una amplia gama de temperaturas y niveles de pH. Este patógeno se considera un productor de toxinas además de ser una bacteria anaeróbica que sobrevive fácilmente en los productos vegetales desde el inicio hasta el metabolismo. (McDowell et al., 2021).

#### 7.2.15.6. *Pseudomonas aeruginosa*

Es una bacteria ubicua en el medio ambiente este patógeno presenta una estructura en forma de bastón además se lo considero un agente aerobio facultativo, este tipo de microorganismo radica en diversificación de infecciones esto depende de dos factores que radican como variante de estudio de la bacteria ya que se especifican en la asociación de la célula bacteriana y microorganismos secretados (Paz et al., 2019, p. 181).

### 7.3. Marco conceptual

- **ABTS:** Se evalúa la actividad antioxidante equivalente a Trolox.
- **Alambique:** Aparato para destilar formado por un recipiente, donde se calienta un líquido hasta convertirlo en vapor, y un conducto refrigerado.
- **Antibacteriano:** Es para combatir las infecciones causadas por bacterias.
- **Antiemética:** Impide o evita el vómito.
- **Antimicrobiana:** Impide la formación o el desarrollo de los microbios.
- **Antioxidante:** es una sustancia natural o fabricada por el hombre que puede prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células.
- **CMI:** Es la concentración mínima inhibitoria que establece la concentración más baja (en µg/ml) de un antibiótico que inhibe el crecimiento de una determinada cepa.
- **Compuesto:** Sustancia hecha con la unión química de dos o más elementos.
- **Cromatograma:** Es la concentración y volumen de compuestos en una muestra.
- **ET:** Equivalente de trolox.

- **Extracción:** Es la separación de un componente en el seno de una mezcla por la acción de un solvente.
- **FRAP:** Reducción del hierro férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ) presente en el reactivo de FRAP hasta la forma ferrosa ( $\text{Fe}^{+2}$ ) por presencia de antioxidantes.
- **Inhibitorio:** Impide la manifestación de una reacción.
- **Lignificación:** Proceso de desarrollo de la planta.
- **Lixiviación:** Extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido.
- **Microambiente:** Son las células o moléculas que rodean y sostienen otras células y tejidos.
- **Microbiota:** Es el conjunto de microorganismos vivos o bacterias que se encuentran en el intestino o tubo digestivo del organismo humano.
- **Odoríferas:** Es un buen olor o fragancia caracterizada.
- **RBD:** Refinada, blanqueada y desodorizada.
- **Taninos:** Son sustancias que se extraen de la corteza de algunos arbustos.

## 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

### 8.1 Hipótesis Alternativa

La relación masa / disolvente y tiempo, influyen significativamente en el rendimiento de la extracción aceite esencial de tifo.

### 8.2 Hipótesis Nula

La relación masa / disolvente y tiempo, no influyen significativamente en el rendimiento de la extracción aceite esencial de tifo.

### 8.3 Validación

El diseño experimental de superficie respuesta ejecutado en la investigación, concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, ya que si influye la relación masa/ disolvente y tiempo en la extracción del aceite esencial de tifo.

## **9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL**

La metodología es el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se utiliza para formular y resolver problemas de investigación mediante la prueba o verificación de hipótesis (Cabezas et al., 2018).

Las metodologías, procedimientos y técnicas utilizadas para la obtención de este trabajo de investigación, se detalla de la siguiente manera:

### **9.1 Tipos de investigación**

#### **9.1.1 Investigación cuantitativa**

Según Ñaupas et al (2014), la investigación cuantitativa utiliza la recolección y análisis de datos, para contestar interrogantes de investigación y comprobar hipótesis formuladas, con el apoyo de medición de variables e instrumentos de investigación, usando la estadística y diseño experimental.

Este estudio es cuantitativo, ya que se ha optimizado numéricamente el proceso de extracción del aceite esencial, utilizando variables de respuesta continua, dando como resultado condiciones óptimas de proceso.

Con el fin de optimizar la caracterización del aceite esencial de tifus, se utilizaron métodos analíticos químicos, que permitieron cuantificar los componentes presentes en la muestra, así como los antibacterianos y sus antioxidantes.

#### **9.1.2. Investigación cualitativa**

Hace referencia a propiedades y atributos no cuantificables, que describen, comprenden y explican de mejor manera los fenómenos, acontecimientos, poblaciones, muestras u objetos (Ñaupas et al., 2014).

Para proceder a la selección de la especie vegetal, se tuvo que evaluar las cualidades de la planta, enfocándonos en la clase, familia y producción de metabolitos secundarios. Además, se tuvo que recurrir a metodologías cromatográficas para la identificación de compuestos químicos del aceite esencial.

### **9.1.3 Investigación descriptiva**

Este tipo de investigación especifica las propiedades y características, de procesos, objetos o cualquier fenómeno que se someta a un análisis, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (Gallardo, 2017).

Bibliográficamente se describen las cualidades que posee la planta, en cuanto a características botánicas, rendimiento y utilidad, para describir un procedimiento básico de extracción de aceite esencial con esta información.

La caracterización de los aceites esenciales incluye la caracterización de los constituyentes químicos que entran en la composición de la muestra, así como su actividad antibacteriana y capacidad antioxidante.

### **9.1.4 Investigación experimental**

En este tipo de investigaciones se manipulan variables experimentales no comprobadas, en condiciones controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se sucede una situación o acontecimiento (Baena, 2017).

La investigación utilizó un diseño experimental de superficie respuesta, donde se emplearon factores de relación masa/disolvente y tiempo, evaluando el rendimiento del proceso, para obtener las condiciones óptimas de extracción del aceite esencial.

## **9.2 Técnicas**

### **9.2.1 Observación**

La observación es una técnica específica de investigación de campo, que tiene como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio. Poseen un contacto directo con el objeto de estudio (Baena, 2017).

Para la selección de especies vegetales se deben coleccionar varias especies vegetales, y por observación se pueden determinar las características necesarias para su uso en la extracción.

Durante la fase de extracción y caracterización del aceite esencial, se utilizaron observaciones de experimentos para obtener esta información necesaria para la conclusión del estudio.

### **9.2.2 Entrevista**

Es cualquier encuentro entre dos personas, el investigador hace preguntas que pueden ir desde las encuestas o cualquier cuestionario, es decir, instrumentos estructurados, y las entrevistas abiertas donde es posible, incluso, que el investigador sea preguntado e interpelado (Cabezas et al., 2018).

Para elegir la especie vegetal utilizada en la extracción, fue necesario entrevistar a varios especialistas en el campo botánico y agrónomo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes aportaron con información necesaria para la selección de la planta a emplear en el desarrollo de esta investigación.

### **9.3. Materiales y equipos**

Los materiales utilizados para la realización de la presente investigación se detallan a continuación:

#### **9.3.1. Materiales de laboratorio**

- Tubos de ensayo 10 mL
- Balones aforados vidrio 5 mL
- Balones aforados 10 mL
- Matraz con trampa de Clevenger,
- Pipeta volumétrica de vidrio 10 mL
- Varilla de agitación
- Vasos de precipitación (250mL)
- Cajas Petri
- Gradillas
- Pinzas
  
- Papel filtro

#### **9.3.2 Equipos**

- Cromatógrafo de gases con espectrometría de masas (GC-MS) en un equipo Agilent Technologies 5975 inert XL MSD with Triple-Axis Detector.
- Espectrofotómetro GENESYS 20 Modelo 4001/4j

- Incubador Biocell modelos M345
- Extractor por arrastre de vapor (Lanphan Ltd., China)
- Balanza Analítica (0,0001g)
- Micropipeta automática 100-1000µl Microlit.

### 9.3.3. Reactivos

- Material vegetal (Tifo)
- Agua destilada
- *Salmonella entérica* U822s
- *Staphylococcus aureus* ATTC25923
- *Escherichia coli* ATTC25922
- *Listeria monocytogenes* ATTC 19115
- *Bacillus cereus* ATTC 10876
- *Pseudomonas aeruginosa* ATTC10145
- Agar nutritivo
- Agar Baird Parker
- Agar Salmonella Shiguella
- Agar Macconkey
- Agua peptonada
- Cloruro Férrico
- Acetato de sodio
- Ácido acético
- Reactivo TPTZ (2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride)
- Sal de Mohr
- Ácido clorhídrico
- Carbonato de sodio
- Ácido gálico
- Etanol 99.8%
- Agua destilada
- Sulfato de sodio
- Trolox grado analítico

- Reactivo ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)

## 9.4 Metodología de extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis*

### 9.4.1 Recolección

La materia vegetal fue recolectada en la etapa de floración, la cual fue cosechada de manera manual en los páramos del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

#### Figura 1

*Recepción de la planta*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

### 9.4.2 Selección del material vegetal

Luego de la recolección se seleccionó las plantas que presentaron mejores condiciones, es decir sin la presencia de manchas, grietas, plagas, alteraciones morfológicas visibles e infestadas por hongos y parásitos.

#### Figura 2

*Clasificación de la materia vegetal*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

### 9.4.3 Limpieza y desinfección del material vegetal

Se procedió a limpiar y desinfectar con una solución acuosa de hipoclorito de sodio 0,1%, con el fin de eliminar contaminantes presentes en la materia vegetal.

#### Figura 3

*Limpieza del Tifo*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

### 9.4.4 Secado del material

Se deshidrató el material vegetal en un espacio amplio, a una temperatura ambiente, colocando en la superficie inferior una manta para que los restos de la planta no se contaminen y exista una mejor absorción de agua.

#### Figura 4

*Secado del material vegetal*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

### 9.4.5 Trituración del material vegetal

Se realizó cortes de la planta con la ayuda de una tijera, hasta alcanzar la longitud de 2 cm, para obtener una mejor penetración del vapor de agua en los tejidos vegetales.



**Figura 5**

*Triturado material vegetal*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

**9.4.6 Extracción del aceite esencial por arrastre de vapor**

Se procedió a colocar el material vegetal de tifo con agua destilada, en un extractor por arrastre de vapor (Lanphan Ltd., China), para la extracción del aceite esencial se utilizaron las siguientes condiciones: tiempo (A) 60, 105 y 150 minutos y relación material/agua destilada (B) 1:3, 1:4 y 1:5, la temperatura del proceso se mantuvo constante a 100 °C. Los factores de estudio se escogieron utilizando como referencia artículos científicos sobre la extracción de aceites esenciales. Para cada corrida experimental se ocupó un volumen de 5 litros entre el material vegetal y el disolvente. El tiempo de extracción inicia cuando cae la primera gota de la mezcla agua-aceite (Quezada et al., 2019).

**Figura 6**

*Destilación del Aceite esencial de Tifo*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

**9.4.7 Separación y almacenamiento del aceite esencial**

Para la separación del aceite en el agua hidrolato se utilizó una trampa de Clevenger, que permite recopilar el aceite en un vaso de precipitación debido a la flotación en la superficie, para esto se añadió 2 g sulfato de sodio por media hora, después se filtró la

muestra, posteriormente se envasó en frascos ámbar y se almacenó a temperatura de refrigeración aproximada de 5°C.

**Figura 7**

*Separación y almacenamiento del aceite esencial*

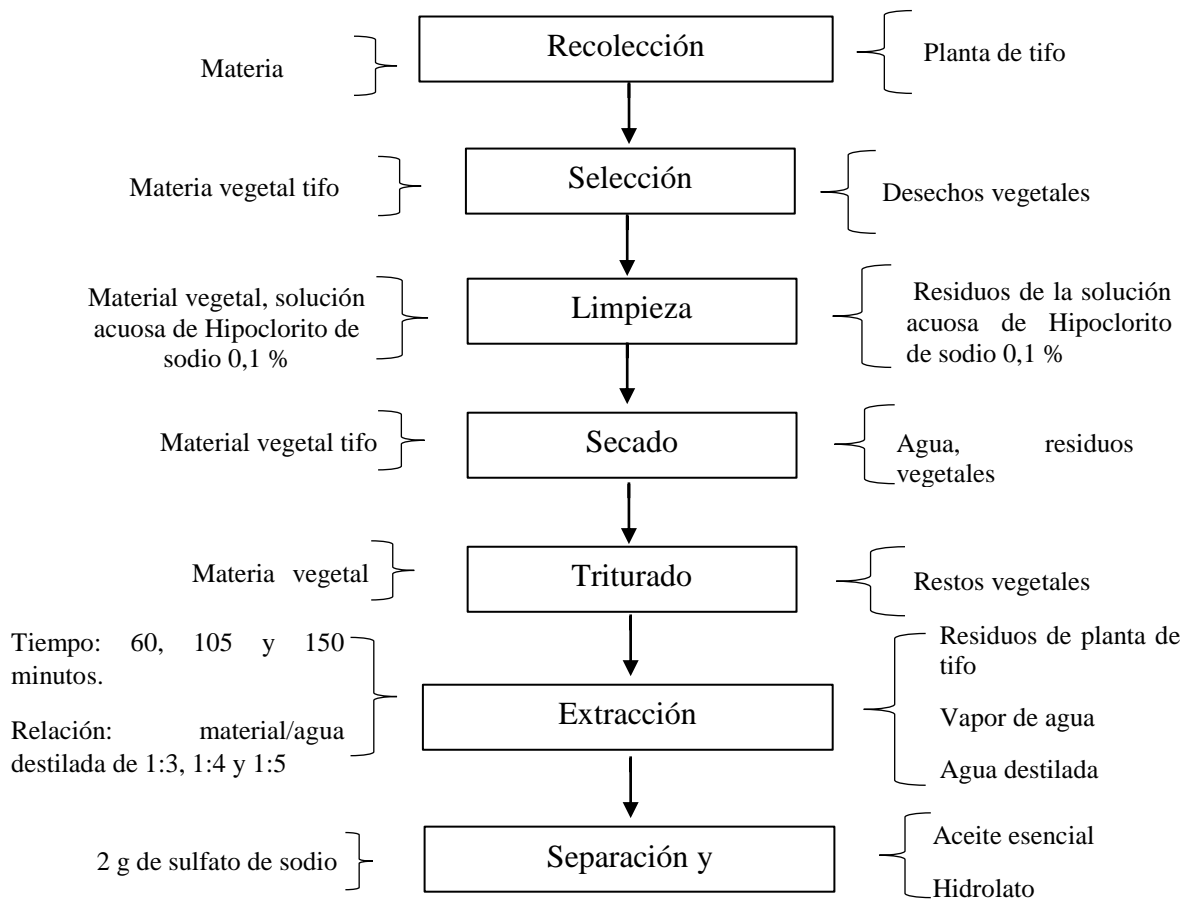


**Fuente:** Collantes y Mena, 2022

**9.5 Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis***

**Figura 8**

*Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de Tifo.*



**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022

## 9.6. Rendimiento (%)

El rendimiento de las corridas experimentales en el proceso de extracción se calculó mediante la relación entre la cantidad de materia vegetal seca y la cantidad de aceite extraído, con ello se establece la eficacia de la extracción. Para la aplicación de la metodología se pesó el material vegetal seco en una balanza analítica marca Radwag Modelo AS 82/220.R2 PLUS, luego se realizó la extracción del aceite esencial en un equipo de arrastre de vapor marca Lanphan Ltd., China, a continuación, se pesó el aceite esencial extraído.

Los rendimientos de aceite esencial de tifo de cada corrida experimental se expresaron en g de aceite por 100 g de material vegetal, según la siguiente ecuación (Elyemni et al., 2019):

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cantidad de aceite extraído (g)}}{\text{Cantidad de materia vegetal seca (g)}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

## 9.7. Caracterización de la composición del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, mediante la siguiente metodología:

### 9.7.1. Cromatografía de gases con selectivo de masas

El análisis GC-MS se realizó utilizando un cromatógrafo de gases con espectrometría de masas (GC-MS) en un equipo espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975 inert XL MSD with Triple-Axis Detector. La temperatura del inyector era de 250°C. Los parámetros y condiciones de la espectrometría de masas fueron los siguientes: Fuente de iones de impacto electrónico (EI) 154 temperatura de 230°C; energía electrónica de 70 eV; temperatura de interfaz de 250°C; rango de escaneo masivo de 155 30–400 u y uso del modo de exploración completa (Yang et al., 2021).

## 9.8. Determinación de la capacidad antioxidante del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, mediante los siguientes métodos.

### 9.8.1. Capacidad para reducir el hierro férrico a ferroso (FRAP)

El ensayo de antioxidantes reductores férricos (FRAP) se realizó siguiendo la metodología que se detalla en este trabajo. El reactivo se preparó mezclando 10 mmol/L de

reactivo TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina) con 20 mmol/L de cloruro férrico en tampón acetato (pH 3,6). Los resultados cuantitativos se calcularon utilizando una curva estándar de sulfato ferroso utilizada como estándar externo (0,02 a 1,5  $\mu\text{mol/mL}$ ). Antes del análisis, el extracto de propóleo se diluyó de 20 a 200 veces y se mezclaron 20  $\mu\text{L}$  del extracto con 200  $\mu\text{L}$  del complejo férrico. Los resultados se calcularon y expresaron como micromoles de  $\text{Fe}^{2+}$  por gramo de propóleo. La absorbancia ( $\lambda = 593 \text{ nm}$ ) se leyó en cubetas de poliestireno óptico utilizando un espectrofotómetro. Todas las mediciones se realizaron por triplicado (Svečnjak et al., 2020).

### **9.8.2 Determinación de la actividad antioxidante por el método de captura de cationes de radicales libres ABTS**

La actividad antioxidante del aceite esencial se realizó a través de la metodología de captura del catión radical ABTS. Se utilizó trolox como estándar antioxidante y los resultados se expresaron en términos de la capacidad antioxidante del compuesto equivalente de trolox, expresada en valor TEAC (Capacidad Antioxidante Equivalente Trolox, capacidad antioxidante total del compuesto equivalente trolox).

La solución catiónica radical se preparó haciendo reaccionar ABTS 3,5 mM con persulfato potásico 140 mM. Para completar la reacción y la estabilización radical, la solución radical ABTS permaneció protegida de la luz, en temperatura ambiente por un período de 16 horas. La solución de ABTS se diluyó en etanol hasta obtener una absorbancia de  $0,7 \pm 0,05$  a 734 nm. La curva de calibración estándar de Trolox se realizó a concentraciones de 100, 250, 500 y 1000  $\mu\text{M}$ . Las concentraciones utilizadas para construir la curva de calibración para la capacidad antioxidante del aceite esencial fueron de 1000, 2000, 4000, 6000, 8000 y 10000  $\mu\text{g/mL}$  en el medio ambiente oscuro, se transfirió una alícuota de 30  $\mu\text{L}$  de cada solución estándar a tubos de ensayo y se agregó 3,0 mL de la solución radical ABTS. Las absorbancias se midieron a 734 nm después de 6 min de reacción (Silva et al., 2018).

### **9.9 Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*.**

Se evaluó la actividad antimicrobiana del aceite esencial de tifo sobre cepas bacterianas. Los microorganismos utilizados corresponden a la colección de la Universidad Técnica de Cotopaxi: Salmonella entérica U822s, *Staphylococcus aureus* ATTC25923,

*Escherichia coli* ATTC25922, *Listeria monocytogenes* ATTC 19115, *Bacillus cereus* ATTC 10876 y *Pseudomonas aeruginosa* ATTC10145.

Las cepas bacterianas fueron activadas antes de su uso, se sembraron en medio de agar nutritivo para evaluar su viabilidad en ensayos de susceptibilidad bacteriana.

La actividad antimicrobiana del aceite esencial de tifo ante las cepas bacterianas se determinó mediante el siguiente método:

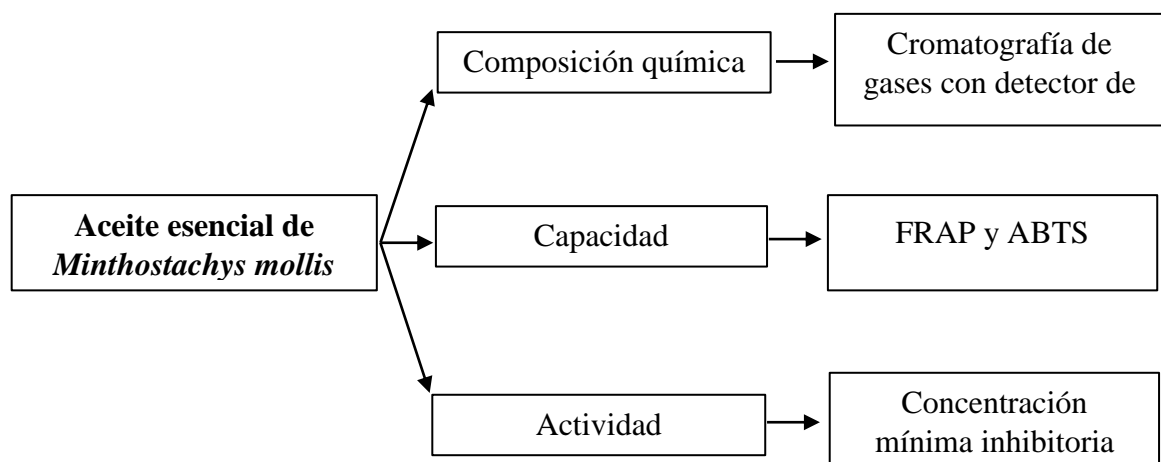
### 9.9.1 Determinación de las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI). Método de dilución en tubos.

Para la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI), se preparó un medio que consta de caldo Mueller Hinton y una solución estéril de tween 80, con el fin de obtener una homogeneidad de la fracción de aceite esencial en el medio, y maximizar su miscibilidad en el medio. Para la determinación del CMI, se utilizaron 10 tubos de ensayo. Los primeros seis se usaron para preparar la concentración. rangos (3, 2, 1, 0,5; 0,2 y 0,005 %) de cada fracción de aceite; los dos últimos contienen los controles positivos y negativos. En los tubos de ensayo que contenía cada fracción de aceite y el control positivo, se introdujeron 10  $\mu$ L del inóculo. Después de 24 h de incubación de los tubos a 37 °C, la CMI corresponde a la concentración más baja de aceite esencial capaz de inhibir el crecimiento bacteriano después de 18 a 24 h de contacto (Ayoub et al., 2021).

### 9.10 Flujograma de la caracterización del aceite esencial de Tifo

**Figura 9**

*Flujograma de la caracterización del aceite esencial*



Elaborado por: Collantes y Mena, 2022

### 9.11 Diseño experimental

Para el tratamiento estadístico, experimental y procesamiento de la información, se empleó en el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.). Para el diseño experimental se utilizó el modelo de optimización numérica mediante el diseño de superficie respuesta IV Óptimo, el cual genera una ecuación matemática que evidencia la tendencia de las condiciones del proceso.

Para determinar las condiciones óptimas de proceso, en el equipo de laboratorio se evalúan los factores: tiempo (A) y relación materia prima/agua destilada (B), y como variable respuesta se evalúa el rendimiento. La Tabla 3 muestra los rangos evaluados en la prueba para cada factor.

**Tabla 3.**

*Condiciones experimentales para el diseño de experimentos*

<b>Factor</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>UM</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Tiempo</b>	<b>A</b>	Min	Numérico	Discreta	60	150
<b>Relación material/agua destilada</b>	<b>B</b>	m/m	Numérico	Discreta	1:5	1:3

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

Mediante el programa Design Expert 8.0.6, utilizando el diseño de superficie respuestas IV Óptimo y las condiciones experimentales, se establecieron 17 corridas que son presentadas en la Tabla 4.

**Tabla 4.***Corridas experimentales para la extracción del aceite esencial de Minthostachys mollis.*

<b>Corrida</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Relación material/agua destilada</b>
1	60	3
2	150	1
3	60	3
4	150	2
5	105	1
6	105	3
7	105	3
8	150	1
9	60	2
10	60	1
11	105	3
12	150	3
13	105	2
14	105	2
15	105	1
16	150	3
17	60	1

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

### 9.11.1 Cuadro de variable

**Tabla 5.**

*Cuadro de Variables*

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Dimensiones
Aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i>	Tiempo	Extracción del aceite esencial	Rendimiento (%)
		Caracterización química del aceite esencial	Composición química (CG-DM)
	Relación material/agua destilada	Capacidad antioxidante	Ensayo FRAP Ensayo ABTS
		Actividad antimicrobiana	Concentración mínima inhibitoria (CMI)

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1. Optimización del proceso de extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, mediante arrastre de vapor.

Para la extracción del aceite esencial se empleó la metodología de arrastre de vapor, donde las hojas se mantienen sobre el agua en un lecho compacto. El agua se hierve y el vapor generado pasa a través del material vegetal, alterando la estructura celular y liberando compuestos volátiles. Luego, el vapor se condensa en un recipiente, el condensador contiene



agua y aceite. Los compuestos solubles en agua se disuelven en menor medida en el condensador. La destilación al vapor tarda hasta dos horas en alcanzar el rendimiento máximo. Cuanto mayor sea la temperatura del vapor, más rico el aceite extraído y más alto su rendimiento. Además, este método es más barato porque utiliza agua como conductor del aceite y se emplea un equipo fácil de manejar y evita el sobrecalentamiento del aceite (Said et al., 2018; Quezada et al., 2019).

Los factores de relación masa disolvente, tiempos de extracción y tamaño de partícula, influyen en el rendimiento y composición del aceite esencial (Quezada et al., 2019; Arango et al., 2009). En la investigación se evaluó los intervalos de los factores tiempo de extracción (60 a 150 min) y relación material/agua destilada (1:3 a 1:5) mediante un modelo de optimización numérica de superficie respuesta, estos factores y niveles fueron acogidos de investigaciones similares de extracción de aceites esenciales (Pauca et al., 2021; Quezada et al., 2019).

## **10.2. Evaluación del modelo para el rendimiento**

La Tabla 6 muestra la matriz experimental del diseño de superficie respuesta en el proceso de extracción del aceite esencial, mediante la ecuación 1 se calculó el rendimiento, el cual es enfatizado en el último cuadrante.

**Tabla 6.***Matriz experimental para la extracción del aceite esencial de Minthostachys mollis.*

<b>Corrida</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Relación material/agua destilada (m/m)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
1	60	3	0,5344
2	150	1	0,689
3	60	3	0,5454
4	150	2	0,6612
5	105	1	0,6789
6	105	3	0,6112
7	105	3	0,6022
8	150	1	0,6799
9	60	2	0,6321
10	60	1	0,6453
11	105	3	0,6112
12	150	3	0,6234
13	105	2	0,6543
14	105	2	0,6445
15	105	1	0,6654
16	150	3	0,6312
17	60	1	0,6545

1. 1:5; 2. 1:4; 3. 1:3

---

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

Los rendimientos en las corridas de extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis* estuvieron entre 0,689 y 0,5344 %. Los resultados variaron con lo expuesto por otros autores, Benites et al (2018) reporta valores de rendimiento del 0.98%, Quezada, et al (2019) publicó datos de 0,285% y Paucar et al (2021) indicó valores de 0,41 %, a 0,21 %.

La composición química del aceite esencial y el rendimiento del proceso, están sujetas a otras variables como: técnica de extracción, tratamiento o almacenamiento de material vegetal y condiciones de crecimiento geobotánico (Quezada et al., 2019).

Los resultados del modelo codificado de rendimiento se muestran en la Tabla 7, donde se obtuvo un modelo cuadrático para ajustar la ecuación matemática para el rendimiento como variable respuesta.

**Tabla 7.**

*Parámetros del modelo codificado del rendimiento*

Indicador	Rendimiento (%)
Intercepto	0,64
$X_{RMA}$	-0,038*
$X_{TIE}$	0,025*
$X_{RMA} X_{TIE}$	-0,013*
$X_{TIE}^2$	-0,013*
$R^2$	0,9736
$R^2$ ajustado	0,9577
$R^2$ predicho	0,8935
$F$ modelo	61,44*
$F$ falta de ajuste	4,58
Precisión adecuada	24,013

RMA: relación masa/agua l

TIE: tiempo de extracción

\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$ .

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022

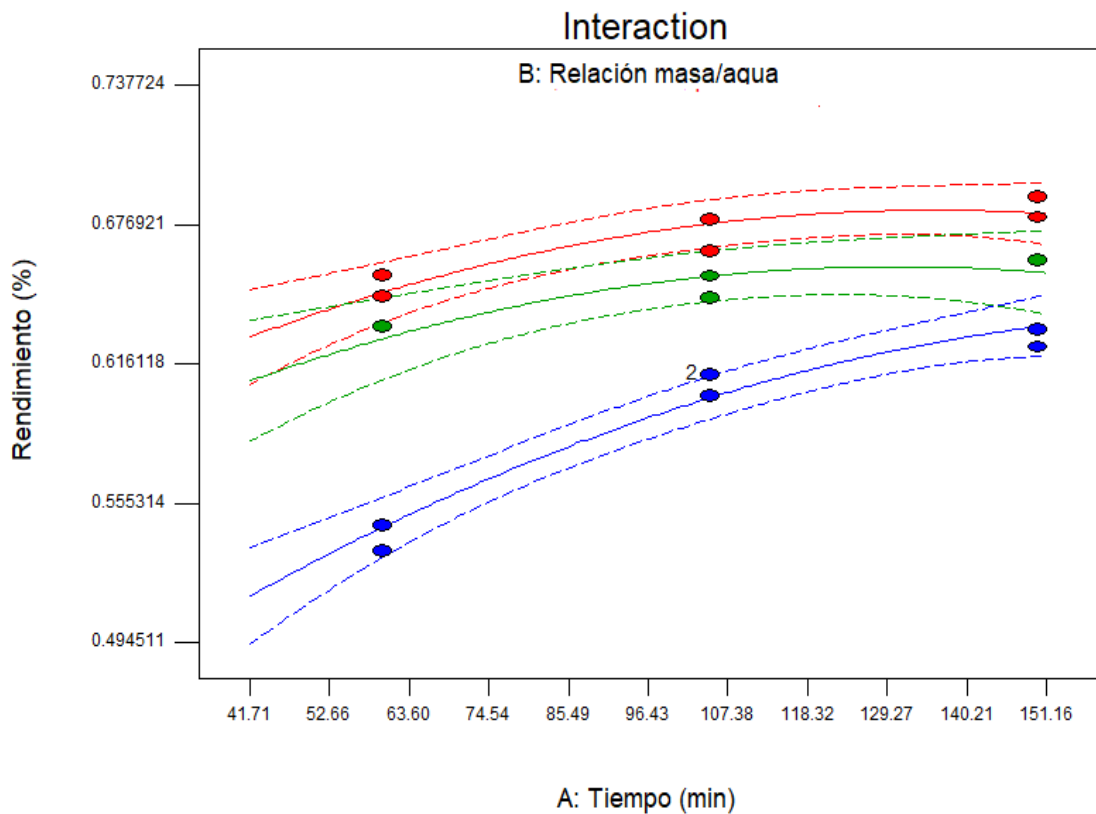
En la Tabla 7 se muestra el modelo cuadrático de rendimiento, la  $F$  calculada fue superior al valor de la tabla de Fisher, de tal forma, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que el modelo fue significativo. La RMA (relación masa/agua) y TIE (tiempo de extracción), fueron significativos, por tal forma existe influencia en el rendimiento de la extracción del aceite esencial.

El modelo ajustado muestra un 97,36 % de variabilidad en el coeficiente de determinación, por lo cual se acepta el modelo matemático.

El factor de relación masa/agua influyó más que el tiempo de extracción en el modelo rendimiento (Tabla 7) que resultó significativo en términos cuadráticos. El valor del coeficiente del factor RMA fue negativo, de tal forma el rendimiento aumentó con el incremento de la relación masa disolvente, logrando un valor máximo de 0,689% a las condiciones de 150 minutos y relación masa disolvente de 1:5, esta relación se muestra en la Fig.10.

### Figura 10

*Interacción entre los factores RMA: relación masa/agua, TIE: tiempo de extracción.*



**Nota:** Figura obtenida con el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) con los datos experimentales

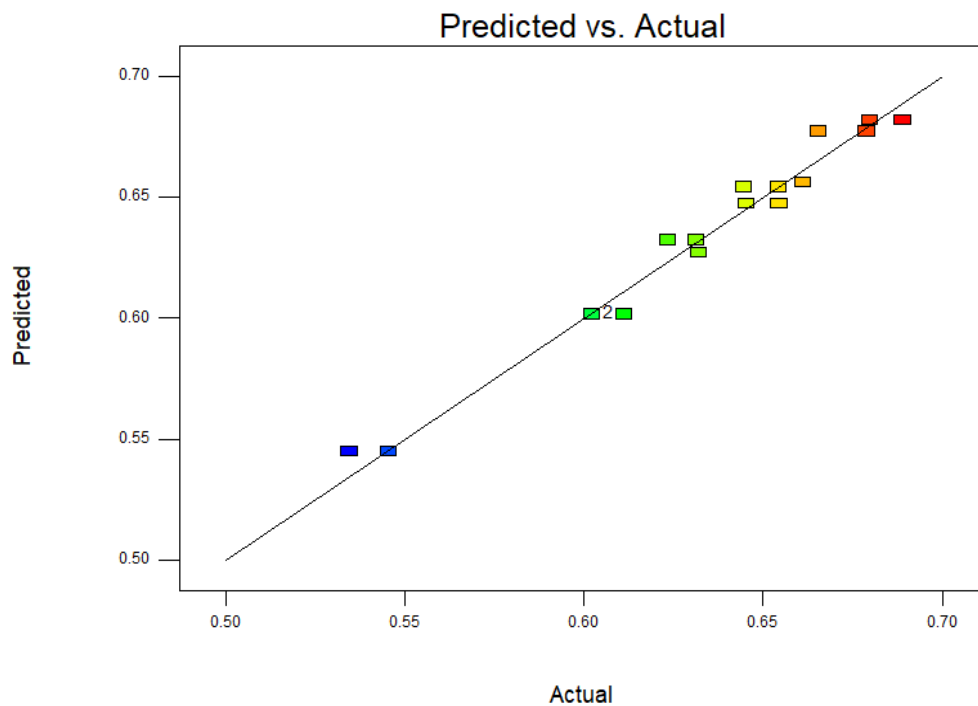
**Elaborado por:** (Collantes y Mena, 2022)

En otras investigaciones se obtuvieron valores similares en la extracción del aceite esencial (Benites et al., 2018; Paucar et al., 2021; Quezada, et al., 2019;). La primera parte del calentamiento, se produce una ruptura de las estructuras celulares, a medida que continúa el calentamiento, la tasa de descomposición celular aumenta significativamente hasta que toda la

estructura se degrade. Esto significa que la penetración del disolvente en el tejido, la velocidad a la que se elimina el aceite del material vegetal, dependen del tiempo de calentamiento y cantidad del disolvente (Allaf y Allaf, 2016; Golmohammadi et al., 2018).

### Figura 11

*Valores predicho y experimental para el rendimiento.*



**Nota:** Figura obtenida con el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) con los datos experimentales.

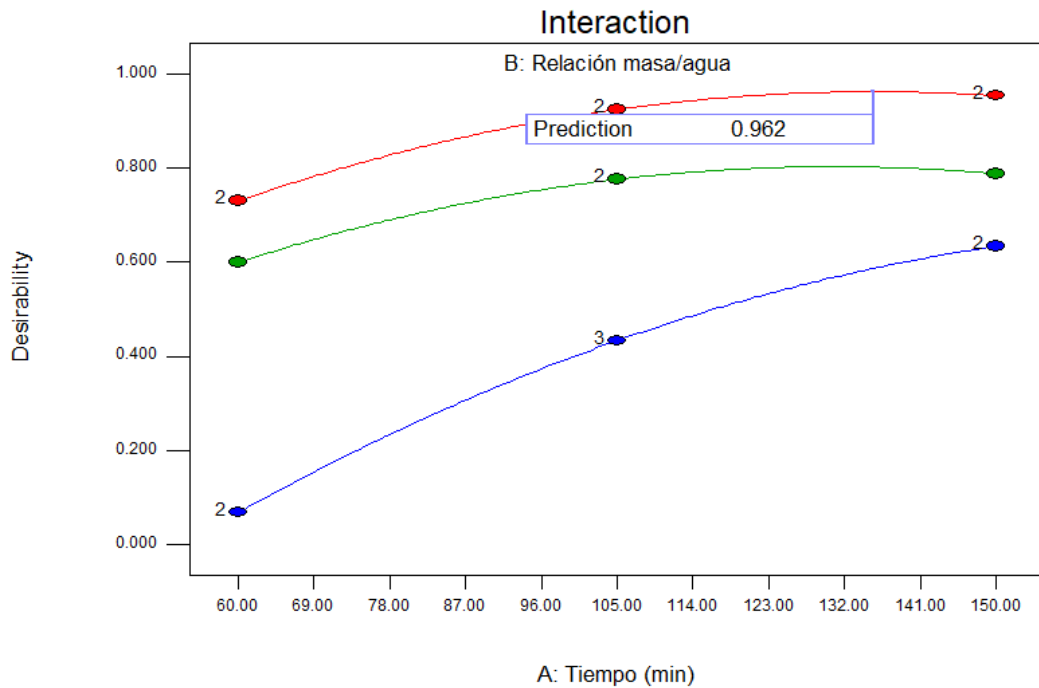
**Elaborado por:** (Collantes y Mena, 2022)

La figura 11 expone los valores predichos y experimentales, donde se muestra una correlación entre las respuestas experimentales y predichos por el modelo matemático, evidenciándose que los datos actuales o experimentales están cercanos a la recta representada por los valores predichos, con lo que establece se acepta el modelo matemático.

### 10.3. Optimización de los modelos del diseño experimental

**Figura 12**

*Optimización numérica para el modelo de rendimiento.*



*Nota:* Figura obtenida con el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) con los datos experimentales.

**Elaborado por:** (Collantes, Mena 2022)

La figura 12 muestra la superficie respuesta del rendimiento en la optimización numérica, donde se aprecia un buen ajuste del modelo matemático. La condición óptima prevista se obtuvo con un RMA de 1:5 y TIE de 150 min, con una deseabilidad de 0,962 de lo ideal que es 1.

**Tabla 8**

*Valores predichos y experimentales del proceso*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor predicho</b>	<b>Valor experimental</b>
Rendimiento (%)	0,6831	0,6814

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022

En la Tabla 8 se observa los valores predichos y experimentales que se determinaron para validar los datos de la optimización numérica, se realizó ensayos experimentales a las condiciones predichas, en el cual se comparó los valores óptimos y predichos, comprobando la semejanza entre los valores experimentales y predichos, con lo que se acepta la optimización numérica.

#### **10.4. Composición del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, mediante cromatografía de gases con detector de masas.**

Por medio de la metodología de cromatografía de gases con detector de masas, se determinó la composición química del aceite esencial de *Minthostachys mollis*. La figura 13 muestra cromatogramas obtenidos con GCMS, donde se expone una composición química compleja, marcada por 2 compuestos mayoritarios. En el aceite esencial se han cuantificado 19 compuestos volátiles que representan el 100% de la composición del aceite esencial, en la Tabla 9.

En el aceite esencial aparecen como compuestos volátiles mayoritarios el carvacril acetato (44,01%) y el carvacrol (16,51%). Los dos componentes químicos corresponden al grupo fenólico, el carvacril acetato y carvacrol tiene potencial para ser estudiado como un fármaco alternativo para tratar los trastornos de ansiedad (Damasceno et al., 2014).

**Tabla 9***Composición del aceite esencial de *Minthostachys mollis*.*

<b>Compuesto químico</b>	<b>Unidad</b>	<b>%</b>
<b>Alfa-Tujene</b>	% p/v	0,93
<b>Alfa-Terpineno</b>	% p/v	0,38
<b>Limoneno</b>	% p/v	0,4
<b>4-isopropilTolueno</b>	% p/v	4,69
<b>Gamma-Terpineno</b>	% p/v	1,68
<b>Linalool</b>	% p/v	1,17
<b>Neomentol</b>	% p/v	1,09
<b>Mentona</b>	% p/v	8,2
<b>Iso-Mentilacetato</b>	% p/v	0,84
<b>Pulegone</b>	% p/v	4,69
<b>Piperitone</b>	% p/v	5,4
<b>Carvacrol</b>	% p/v	16,51
<b>Menta-1,4,8-Trieno</b>	% p/v	1,06
<b>Timil Acetato</b>	% p/v	2,37
<b>Beta-Cariofileno</b>	% p/v	2,33
<b>Carvacril Acetato</b>	% p/v	44,01
<b>Piperitonona</b>	% p/v	2,06
<b>Germacreno-D</b>	% p/v	1,12
<b>Biciclo Germacreno</b>	% p/v	1,06
<b>Total</b>	% p/v	100

**Fuente:** Laboratorio Científico Crom, 2022

La composición del aceite esencial difiere a lo reportado por otros autores, Benites et al (2018) publica a la Mentona (13,2%) y Pulegone (12,4%) como los compuestos prioritarios, Quezada et al (2019) reporta como compuestos principales del aceite al Carvacril acetato (18,95%) y transcariofileno (10,05%), Paucar et al (2017) indica que el Neomentol (32,34 %) y Pulegona (28,42%) son los compuestos mayoritarios, además Sánchez et al



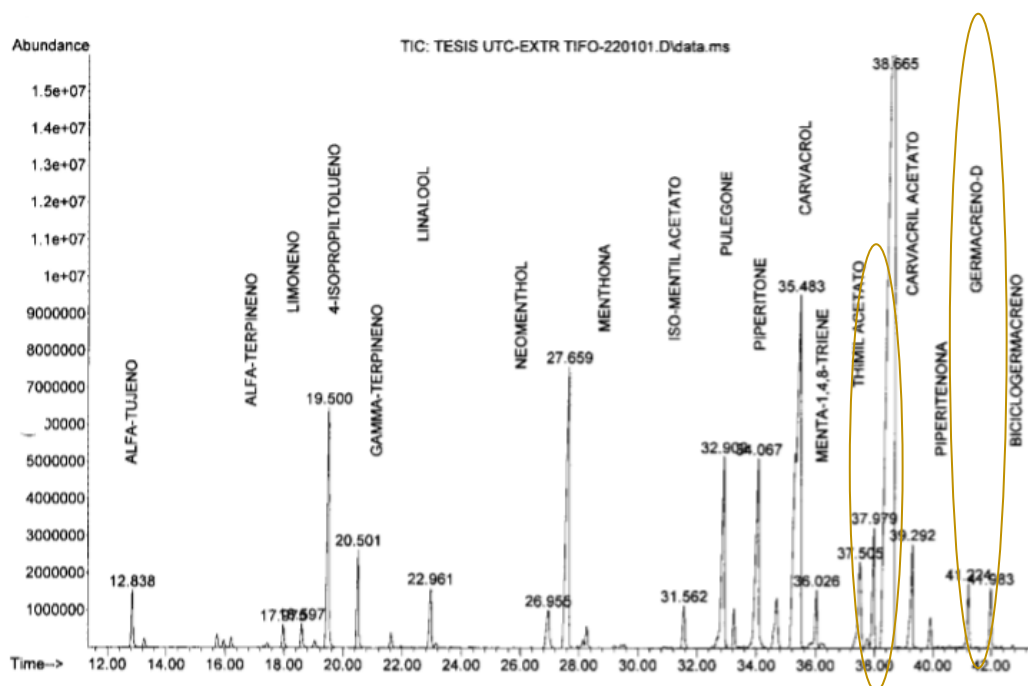
(2021) indica como compuestos mayoritarios a la Mentona (32,9%) y Eucaliptol (28,1%). Estudios de aceites esenciales en plantas de la misma especie y región geográfica, muestran variaciones en su composición química debido al estrés, la altura o la estación del año. Este hecho permite agrupar los aceites esenciales según la presencia de varios compuestos clave en su composición como resultado de variaciones genéticas. Además, la composición de los extractos puede depender de otras variables como: la técnica de extracción, procesamiento o almacenamiento del material vegetal y las condiciones de crecimiento geobotánico (Quezada et al., 2019).

El carvacrol es un monoterpenoide fenólico que se encuentra en los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*), tomillo (*Thymus vulgaris*), hierbabuena (*Lepidium flavum*), bergamota silvestre (*Citrus aurantium bergamia*) y otras plantas. Posee una amplia gama de bioactividades supuestamente útiles para aplicaciones tales como actividades antimicrobianas, antioxidantes y anticancerígenas (Sharifi et al., 2018).

El carvacril acetato es un éster monoterpénico semisintético, se deriva del carvacrol, el cual se encuentra principalmente en el aceite de orégano. Este compuesto tiene un alto potencial para ser estudiado como un fármaco alternativo para tratar los trastornos de ansiedad (Fernandes et al., 2013).

**Figura 13**

*Cromatograma en relación al tiempo de retención en el aceite esencial*

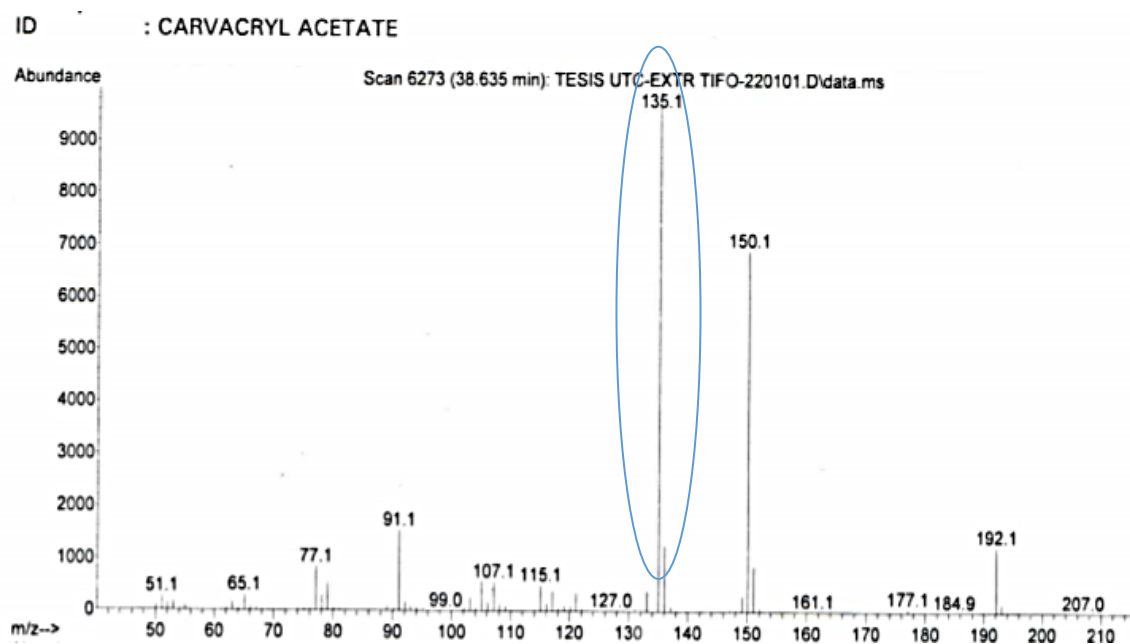


**Fuente:** Laboratorio Científico Crom, 2022

El cromatograma representa la relación entre el tiempo de retención (min) y la abundancia de los compuestos. La abundancia de los compuestos está dada por la altura y el área del pico, al ser mayor su altura y superficie, el número de iones que produce es mayor, es decir, mayores superficies corresponden a compuestos con mayor número, ya que más fragmentos están presentes de una molécula, en cambio, cada pico corresponde a una sustancia en particular, debido a su tiempo de retención definido. En la figura 13 se observa que el carvacril acetato cuenta con un tiempo de retención de 38,665 (min) adherido a una abundancia de  $1.5e+07$ , seguido el compuesto carvacrol que cuenta con un mayor tiempo de retención de 35,483 (min) con una abundancia de  $1e+07$ , por ende, dichos compuestos son los más característicos en el aceite esencial de tifo.

**Figura 14**

*Cromatograma de la relación de la m/z del compuesto Carvacril Acetato*



**Fuente:** Laboratorio Científico Crom, 2022

En la figura 14 se visualiza que el cromatograma representa la relación m/z por la abundancia del compuesto carvacril acetato que posee una estructura molecular de  $C_{12}H_{16}O_2$ , además de ello se manifiesta que cada pico genera una desintegración de cada ion de hidrogeno, tal es el caso de 135.1 el cual muestra el mayor valor de m/z por abundancia de 10.000 del compuesto.

### 10.5. Capacidad antioxidante del aceite esencial de *Minthotachys mollis*.

Para evaluar la actividad antioxidante presente en el aceite esencial, se realizó los ensayos de ABTS y FRAP, cuyos resultados se exponen en la tabla 12.

**Tabla 10**

*Ensayos de captación de radicales libres.*

<i>Ensayo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>
<i>ABTS</i>	$\mu\text{mol ET /g}$	25,45
<i>FRAP</i>	$\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$	18,20

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de FRAP y ABTS, obteniéndose 18,20  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  y 25,45  $\mu\text{mol ET}/\text{g}$  respectivamente, los resultados obtenidos son bajos en comparación a otros aceites, lo que indica poca capacidad para eliminar los radicales libres.

No se reportan investigaciones sobre la capacidad antioxidante de este tipo de aceite, por lo que se lo comparó con otros aceites de diferente material vegetal. En otras investigaciones se reportaron valores altos de capacidad antioxidante, Čulum et al (2021) obtuvo en ABTS 71,21  $\mu\text{mol ET}/\text{g}$  para el aceite esencial *Achillea millefolium* L., en ABTS y FRAP valores de 145  $\mu\text{mol ET}/\text{g}$  y 409  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  para el aceite esencial de *Baccharis oreophila* (Oliveira et al, 2019) y Tava et al (2020) obtuvo valores de ABTS de 6,70  $\mu\text{mol ET}/\text{mL}$  para el aceite de *Achillea moschata*.

Actualmente, la actividad antioxidante ha sido ampliamente utilizada como parámetro para describir los efectos de una determinada molécula. Dicha actividad está asociada a compuestos capaces de proteger sistemas biológicos contra los efectos nocivos causados por el exceso formación de especies reactivas de oxígeno. En otras investigaciones se reporta que el aceite esencial de *Minthostachys mollis* tienen un bajo nivel de actividad antioxidante (Benites et al., 2018).

#### **10.6. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*.**

Al aceite esencial de *Minthostachys mollis*, se evaluó la concentración mínima inhibitoria (CMI) contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, que pueden estar presentes en las matrices alimentarias.

**Tabla 11**

*Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de Minthostachys mollis contra las bacterias.*

<b>Muestra</b> (%)	<b>S.</b> <i>entéric</i> <i>a</i>	<b>S.</b> <i>aureus</i>	<b>E. Coli</b>	<b>L.</b> <i>monocytogenes</i>	<b>B.</b> <i>cereus</i>	<b>Pseudomona</b> <i>s aeruginosa</i>
<b>Aceite esencial</b> <b><i>Minthostachys mollis.</i></b>	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	0,1

**Elaborado por:** Collantes y Mena, 2022.

En la Tabla 11, indica los resultados de la CMI, que varía entre 0,1 hasta 5%. Con los ensayos microbiológicos se pudo constatar el efecto del aceite esencial frente a las bacterias, obteniéndose el siguiente orden de efectividad para la concentración mínima inhibitoria: *Pseudomonas aeruginosa* > *Salmonella entérica* U822s = *Escherichia coli* ATTC25922 = *Listeria monocytogenes* ATTC 19115 = *Bacillus cereus* ATTC 10876 > *Staphylococcus aureus* ATTC25923. Se aprecia que el microorganismo *Staphylococcus aureus* ATTC25923 presentó la mayor resistencia al aceite esencial con una CMI de 5%.

La actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Minthostachys mollis* se ha atribuido a compuestos químicos, tales como, terpenoides, monoterpenos, geraniol, pulegona, mentona, neomentol y citronelol (Paucar et al, 2021).

La actividad antimicrobiana del carvacrol es mayor que la de otros compuestos volátiles presentes en los aceites esenciales debido a la presencia del grupo hidroxilo libre, la hidrofobicidad y la fracción fenol. Es particularmente eficaz contra los patógenos transmitidos por los alimentos, incluidos *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Bacillus cereus* (Sharifi et al., 2018).

En otras investigaciones se reportaron resultados similares sobre la actividad antimicrobiana del aceite esencial. Paucar et al (2021) indicó que a una concentración de aceite del 25% es 100% efectivo sobre el *Staphylococcus aureus*, *Porphyromonas gingivalis* y *Candida albicans* a las 24 horas, Sánchez et al (2021) indica que la CMI para la *Candida albicans* fue de 1.05 µg/mL y 2,11 µg/mL para *Enterococcus faecalis* y la *Porphyromonas*

*gingivalis*, además a concentraciones de aceite del 1,6 y 3,2% (v/v) resultó inhibidora para el *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus acidophilus* respectivamente (Sánchez et al, 2021).

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **11.1. Impactos técnicos**

El Ecuador posee una amplia diversidad de plantas, de las cuales se desconoce sus propiedades benéficas, por lo que esta investigación aplicó los conocimientos técnicos de la química y estadística, para definir las condiciones óptimas de la extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, además estudió las características químicas, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana del aceite, generando posibles alternativas de aplicación en los alimentos.

### **11.2. Impactos sociales**

El Ecuador es un país netamente agropecuario, por lo que la utilización del tifo como materia prima para la producción de aceite esencial, generaría nuevos cultivos no tradicionales en la producción primaria, generando fuentes de empleo en los sectores rurales involucrados.

### **11.3. Impactos ambientales**

El impacto ambiental es mínimo, debido a que la producción del aceite esencial no genera desechos tóxicos que puedan ocasionar daños al ambiente, además que la producción de esta nueva variedad no genera afectación en la flora endémica de la naturaleza.

### **11.4. Impactos económicos**

El proyecto tiene un impacto económico visible debido a que con la obtención del aceite esencial de tifo de las mejores corridas se obtuvo un rendimiento 0,689 en la relación 1-5 con un tiempo de 150 minutos, el cual es viable en su producción, apoyando a la generación de subproductos a partir del mismo dentro de las diferentes industrias por sus principios activos.

## 12. PRESUPUESTO

Tabla 12.

*Presupuesto de la investigación.*

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>H. uso</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
<b>Equipos</b>				
Cromatógrafo de gases con espectrometría de masas (GC-MS) en un equipo Agilent Technologies 5975 inert XL MSD with Triple-Axis Detector.	1	5	20	100
Espectrofotómetro GENESYS 20 Modelo 4001/4j	1	5	10	50
Incubador Biocell modelos M345	1	48	1	48
Extractor por arrastre de vapor (Lanphan Ltd., China)	1	24	8	192
Balanza Analítica (0,0001g)	1	4	5	20
Micropipeta automática 100-1000µl Microlit	1	4	2	8
<b>418</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario\$</b>	<b>Valor Total\$</b>
<b>Materiales y suministros</b>				
Tubos de ensayo 10 mL	10	U	0,25	2,5
Balones aforados vidrio 5 mL	5	U	5	25
Balones aforados 10 mL	5	U	5	25
Matraz con trampa de Clevenger,	5	U	3	15
Pipeta volumétrica de vidrio 10 mL	5	U	3	15
Varilla de agitación	1	U	5	5
Vasos de precipitación (250mL)	5	U	3	15
Cajas Petri	15	U	3	45
Pinzas	1	U	5	5
Papel filtro	1	U	5	5
Gradillas	3	U	10	30
<b>187,5</b>				
<b>Reactivos</b>				
Agua destilada	10	L	1	10
<i>Salmonella entérica</i> U822s	1	U	50	50
<i>Staphylococcus aureus</i> ATTC25923	1	U	50	50

<i>Escherichia coli</i> ATTC25922	1	U	50	50
<i>Listeria monocytogenes</i> ATTC 19115	1	U	50	50
<i>Bacillus cereus</i> ATTC 10876	1	U	50	50
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATTC10145	1	U	50	50
Agar nutritivo	50	g	1	25
Agar Baird Parker	50	g	1	25
Agar Salmonella Shiguella	50	g	1	25
Agar Macconkey	50	g	1	25
Agua peptonada	50	g	1	25
Cloruro Férrico	5	g	1	2,5
Acetato de sodio	5	g	1	2,5
Ácido acético	1	U	50	50
Reactivo TPTZ (2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride)	5	g	20	100
Sal de Mohr	5	g	10	50
Ácido clorhídrico	100	ml	0,10	10
Carbonato de sodio	5	g	0,50	2,5
Ácido gálico	1	g	30	30
Etanol 99.8%	2	L	10	20
Sulfato de sodio	5	g	0,50	2,5
Trolox grado analítico	1	g	150	150
Reactivo ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)	1	U	50	50
<b>905</b>				
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
Esferos	4	U	0,45	1,80
Impresiones	800	U	0,16	125
Computadora	500	h	0,60	300
Anillados	3	U	1,80	5,40
CD	1	U	2,00	2,00
Empastados	1	U	30,00	30,00
<b>464,20</b>				
<b>Gastos varios</b>				
Internet	100	Horas	0,60	60
Combustible	10	Días	10	100
Alimentación	10	Días	8	80
<b>240</b>				
<b>Materia prima</b>				
Tifo	30	Kg	0,50	15
<b>15</b>				
<b>TOTAL</b>				<b>2.229,70</b>

Elaborado por: Collantes y Mena, 2022



## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1 Conclusiones

- En la extracción del aceite esencial de *Minthostachys mollis* por la metodología de arrastre de vapor, se obtuvo las condiciones óptimas del proceso con una relación de masa/disolvente de 1:5 y tiempo 150 minutos, alcanzando un rendimiento experimental de 0,6814%, logrando estandarizar las mejores condiciones del proceso.
- Se caracterizó químicamente el aceite esencial de tifo, mediante la metodología de cromatografía de gases adaptado a un detector de masas, encontrándose en su mayoría compuestos monoterpénicos fenólicos, además cuantitativamente aparecen compuestos volátiles principales tales como el carvacril acetato (44,01%) y el carvacrol (16,51%), los cuales poseen una alta capacidad antioxidante.
- Utilizando metodologías espectrofotométricas, se evaluó la capacidad antioxidante del aceite esencial, obteniéndose a través de las técnicas de FRAP y ABTS 18,20  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  y 25,45  $\mu\text{mol ET}/\text{g}$  respectivamente, lo que indica una baja actividad para neutralizar los radicales libres presentes en las matrices alimentarias. La baja actividad antioxidante del aceite esencial, pudo deberse a la alta volatilidad del aceite y las malas condiciones de almacenamiento.
- Se evaluó la actividad antimicrobiana en cepas bacterianas presentes en matrices alimentarias, por la metodología de concentraciones mínimas inhibitoria, generado una eficacia antimicrobiana del aceite esencial a una concentración del 0.1% en la *Pseudomonas aeruginosa*, seguido con un 3 % *Salmonella entérica* U822s, *Esterichia coli* ATTC 25922, *Listeria monocytogenes* ATTC 19115 y *Bacillus cereus* ATTC 10876, finalmente con la cepa *Staphylococcus aureus* ATTC25923 con una actividad de 5 % sobre la *Pseudomonas aeruginosa.*, por sus propiedades antimicrobianas este aceite puede ser aplicado como ingrediente en los productos alimentarios.

### **13.2 Recomendaciones**

- Para evaluar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se recomienda realizar ensayos in vivo, para evaluar el efecto real en seres vivos.
- Complementar la caracterización del aceite esencial de tifo mediante pruebas toxicológicas, que permitan corroborar si el aceite puede ser aplicado a matrices alimentarias.
- Para la aplicación en matrices alimentarias se recomienda micro encapsular los compuestos bioactivos para que sean utilizados en reemplazo de los aditivos alimentarios.

## 14. REFERENCIAS

- Allaf, T.; Allaf, K. (2014). *Instant Controlled Pressure Drop (D.I.C.) in Food Processing*. Springer .
- Arango, O.; Hurtado, A.; Castillo, P. . (2009). Estudio de las condiciones de extracción por arrastre de vapor del aceite esencial de laurel cera (*Morella pubescens*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2:40-48.
- Arias Zabala, F. A., & Berrocal Hernández, A. C. (20 de 09 de 2021). *Creación de una empresa productora y comercializadora de aceites esenciales a partir de plantas aromáticas en el municipio de Cereté, Córdoba*. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4538/AriasZabalaFabian-BerrocalHernandezAngela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayoub, A.; Fatouma, M.; Khadija, O. . (2021). Essential oil of *Artemisia Herba Alba* Moroccan Sahara. Characterization and antimicrobial activities. *Pharmacology online*, 3: 838-846.
- Baena G. . (2017). *Metodología de investigación* . México: Editorial Patria .
- Benites, J.; Guerrero, A.; Salas, F. . (2018). Chemical composition, in vitro cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil of Peruvian *Minthostachys mollis* Griseb [Composición química, actividades citotóxicas y antioxidantes in vitro del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Griseb peru. *Blacpma*, 17 (6): 566 - 574 .
- Bermúdez Vásquez, M. J., Granados Chinchilla, F., & Molina, A. (2019). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Psidium guajava* y *Cymbopogon citratus*. *Agronomía Mesoamericana*, 149. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43757673010/html/#:~:text=Varios%20estudios%20indican%20que%20la,et%20al.%2C%202013>).
- Beser Santos, M. (Junio de 2019). *Aplicación de técnicas cromatográficas acopladas a la espectrometría de masas para la determinación de contaminantes orgánicos emergentes en el ámbito de la salud pública*. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis [Universidad de Jaume]: [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/668414/2019\\_Tesis\\_Beser%20Santos\\_Maribel.pdf;jsessionid=483A6C14F83E3EECAABE017A4124DC04?sequence=1](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/668414/2019_Tesis_Beser%20Santos_Maribel.pdf;jsessionid=483A6C14F83E3EECAABE017A4124DC04?sequence=1)
- Bustamante, P., Aliaga, C., & Guerra, T. (2021). *La pacha-muña (Hedeoma mandonina Wedd), medicina ancestral en pobladores de Huánuco, Perú*. Obtenido de Revista de salud Pública : <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/88842/81949>
- Cabezas D., Andrade D., Torres J. . (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí: Introducción a la metodología de la investigación científica.
- Carrasco, J. (2015). Caracterización y bioactividad antioxidante y antienzimática de aceites esenciales de lavandas, tomillos y oréganos de Murcia. . *Universidad de Murcia* .

- Chaquilla Quilca , G., & Cols. (2019). Composición química y contenido de fenoles totales en aceites esenciales de muña *Minthostachys setosa* Briq Epl y anís *Pimpinella anisum* L. *Revista ECIPerú*, 8(2), 108. Obtenido de <https://revistaeciperu.com/wp-content/uploads/2019/01/20110031.pdf>
- Chaves Vasco, N., & Schuldt Vizuite, D. M. (2020). “*Diseño De Un Sistema TermoMecánico Para La Extracción De Aceites Esenciales De Fuentes Biomásicas*”. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis [Escuela Superior Politécnica del Litoral]: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/50351/1/D-109681%20-%20Chaves%20Nicolas%20-%20Schuldt.pdf>
- Cong, Y.; Abulizi, P.; Zhi, L. (2008). Chemical composition of the essential oil of *Lavandula angustifolia* from Xinjiang, China. *Chemistry of Natural Compounds*, 44 (6): 2008.
- Córdova Hanco, Y. L., & Velásquez Huayhua, J. M. (2021). *Cinética de extracción de aceite esencial por arrastre de vapor a escala piloto de la naranja, mandarina, lima y limón*. Obtenido de Repositorio institucional Tesis [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]: [http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12535/IQcohayl\\_vehujm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12535/IQcohayl_vehujm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Čulum, D.; Čopra, A.; Muratović, E.; Siljak, S. . (2021). Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Endemic *Achillea lingulata* Waldst. & Kit. Compared to Common *A. millefolium* L. . *Records of natural products*, 1-11.
- Damasceno, S.; Oliveira, R.; Carvalho, N. . (2014). Carvacryl acetate, a derivative of carvacrol, reduces nociceptive and inflammatory response in mice. *Life Sciences*, 56-66.
- El-Arabi, T., & Griffiths, M. (2021). *Foodborne Infections and Intoxications* (Quinta ed.). Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819519-2.00011-6>
- Elyemni, M.; Louaste, B.; Nechad, I. (2019). Extraction of Essential Oils of *Rosmarinus officinalis* L. by Two Different Methods: Hydrodistillation and Microwave Assisted Hydrodistillation. *Hindawi*, 2:1-7.
- Eslahi H., Fahimi N., Sardarian A.R. . (2017). Chemical composition of essential oils. En: *Essential Oils in Food Processing: Chemistry, Safety and Applications*, Hashemi S.M.B., Khaneghah A.M., de Souza Sant'Ana A. (Eds.),. *Wiley-Blackwell*, 119-125.
- Fernandes, L., Muratori, L., Almeida, O., Cardosode, A., Santos, G., Mendesde, R., & Pergentinode, D. (2013). Anxiolytic-like effects of carvacryl acetate, a derivative of carvacrol, in mice. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pbb.2013.09.001>Get rights and content
- Galán de Mera, A., Linares Perea, E., Martos, F., Montoya Quino, J., Rodríguez Zegarra, C., & Torres Marquina, I. (2019). Distribución bioclimática de plantas medicinales y sus principios activos en el Departamento de Cajamarca (Perú). *Blacpma*, 18(2), 134. Recuperado el 14 de 03 de 2022, de <https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/81/74>

- Gallardo E. . (2017). *Metodología de Investigación* . Huancayo : Universidad Continental. Primera edición .
- Germinara, G.; Di Stefano, M.; Sandra Pati, L. (2017). Bioactivities of *Lavandula angustifolia* essential oil against the stored grain pest *Sitophilus granarius*. *Bulletin of Insectology*, 70 (1): 129-138.
- Giovannini, A.; Gismondi, A. ; Basso, L.; Canuti, R.; Braglia, A.; Canini, F. (2016). *Lavandula angustifolia* Mill. Essential Oil Exerts Antibacterial and Anti-Inflammatory Effect in Macrophage Mediated Immune Response to *Staphylococcus aureus*. *Journal of Molecular and Cellular Immunology*, 45(1): 11–28.
- Golmohammadi, M.; Borghei, A.; Zenouzi, A. . (2018). Optimization of essential oil extraction from orange peels using steam explosion. *Heliyon*, 1-17.
- Google maps. (2022). *Universidad Técnica de Cotopaxi* . Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Tecnica+de+Cotopaxi/@-0.9970468,-78.6256351,16z/data=!4m5!3m4!1s0x91d462563a35aa99:0xa3a059adae90fa63!8m2!3d-0.9994491!4d-78.6191374>
- Granados, C.; Arrieta, I.; Torrenegra, M. . (2018). Effect of the Antioxidant Activity of the Essential Oil of *Minthostachys mollis* G in a Meat Product Type Sausage. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(80), 3991 - 3998.
- Harborne, J. (2018). *Phytochemical Methods. Hird edition. Ed. Chapman & Hall, London. 1998. pp. 295., 295.*
- Harborne, J. (2018). *Procesos de transporte y operaciones unitarias. Tercera edición. Ed. CECSA., 993.*
- Hospino, L., & Mallma , F. (2019). *Composición química antibacterina del aceite esencial de inca muña en estado fresco y seco*. Obtenido de Repositorio institucional (Universidad Nacional del Centro del Perú ): <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5650>
- Hossain, S.; Heo, H.; De Silva, H. . (2017). Antibacterial activity of essential oil from lavender (*Lavandula angustifolia*) against pet turtle-borne pathogenic bacteria. *Lab Anim Res* , 33(3): 195-201.
- Huamani Quinte, W. (2015). *Estudio de compuestos bioactivos del aceite esencial de muña (Minthostachys mollis) por cromatografía de gases· espectrometría de masas en tres niveles al titudinales del distrito de huando*. Obtenido de Repositorio institucional Tesis [Universidad Nacional de Huacavelica]: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/116/TP%20%20UNH%20AGROIND%20%200030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hurtado, A.; Ibañez, E.; Señorans, J.; Reglero, G.;. (2009). Characterization of *Morella pubescens* fruits aroma by SPME-GC-MS. *11ª Jornadas Facultad de Ciencias Agropecuarias* , 7:48.

- Ibañez, L. (2017). *Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de *Minthostachys mollis* sobre el crecimiento de *Streptococcus pyogenes**. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Nacional de Trujillo): <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10870/Ib%c3%a1%c3%b1ez%20Fern%c3%a1ndez%2c%20Liliana%20Herminia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IDEXX. (Octubre de 2018). *Guía microbiológica para interpretar la concentración mínima inhibitoria (CMI)*. Obtenido de Laboratorio Inc: <https://www.idexx.es/files/mic-gui%CC%81a-microbiolo%CC%81gica-es.pdf>
- Knodler, L. A., & Elfenbein, J. R. (2019). *Salmonella enterica*. *Trends in microbiology*, 27(11), 964 - 965. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/271202/1-s2.0-S0966842X18X00122/1-s2.0-S0966842X19301246/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEDwaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICPsA8hBLvI4rxu5Lwk7xeikykoZ0ibpMXnc%2FiPCxW4XAiBLDdQqQMO8sRPZfRvMHZqQIEt8nuWCnNF0hoB4VsRsyiqD>
- León, K. (2017). *Actividad Alexitera de *Tabernaemontana sananho* Ruíz y Pav. (*Kunapi*) y *Minthoatachys cf. mollis* (kunth) Griseb (*Kurarina*) Sobre el veneno de *Bothrops atrox* ("*Pitalala*")*. Obtenido de Repositorio institucional Tesis (Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14639/1/UPS-QT11921.pdf>
- Liceras, N., & Alzamora, V. (2017). *La muña una gran fuente de Calcio*. Obtenido de Revista para profesionales de la salud : <https://www.nestle.com.pe/sites/g/files/pydnoa276/files/nestle-en-la-sociedad/para-las-personas-y-familias/nutricion-salud-y-bienestar/nutrigroup/documents/revista-nsb-044.pdf>
- Marín, I. (2015). *Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales de ecológicos de hinojo, perejil y lavanda* . Universidad Miguel Hernández .
- McDowell, R., Sands, E., & Friedman, H. (16 de 09 de 2021). *Bacillus cereus*. Obtenido de StatPearls [Internet] StatPearls Publishing LLC: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459121/>
- Mejía, H., & Ortiz , A. (2021). *Extracción de aceites esenciales de sutratos vegetales termolábiles mediante arrastre con solventes orgánicos*. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad de Antioquia): [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18717/6/OrtizAndr%c3%a9s\\_Mej%c3%adaHugo\\_2021\\_Extracci%c3%b3nAceitesEsenciales.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18717/6/OrtizAndr%c3%a9s_Mej%c3%adaHugo_2021_Extracci%c3%b3nAceitesEsenciales.pdf)
- Mejía, J., & Silva, L. (2019). *Comparación del efecto antibacteriano de los aceites esenciales de las hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb "*Muña*" y *Dodonaea viscosa* L. Jacq "*Chamana*" en cepas de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa**. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo): <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/874>
- Milagritos, D. (2017). Determinación del rendimiento a diferentes tiempos de extracción de aceite esencial de la raíz *Salvia trifilis* Epling (mejorana) por el método de arrastre de vapor. *Agroindustrial Science*, 7(2): 73 - 77 .

- Molina, J. (2021). Los aceites esenciales y sus actividades biológica. *Anales de Química de la RSEQ*, 117(2), 166. Obtenido de Anales de Química de la RSEQ: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LosAceitesEsencialesYSuActividadBiologica-8109675%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LosAceitesEsencialesYSuActividadBiologica-8109675%20(1).pdf)
- Moncayo, A. (Febrero de 2020). *Caracterización de metabolitos secundarios de naturaleza esteroidea presentes en el aceite esencial extractos etanólico y clorofórmico de la especie (Clinopodium tomentosum (Kunth) Govaerts (Lamiaceae))* . Obtenido de Repositorio institucional Tesis (Universidad Politécnica Salesiana SEDE Quito): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18437/1/UPS-QT14376.pdf>
- Muñoz, R. (2017). *Inhibición de la actividad hemolítica del venerode bothrops atrox por extractos de minithostachis cf. mollis (kunt) Griseb y Pollalesta discolor (Kunt) Aristeg.* Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito ): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13642/1/UPS-QT11433.pdf>
- Nurzyńska-Wierdak, R; Zawislak, G. (2016). Chemical composition and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) aboveground parts . *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 15(5): 225-241.
- Ñaupas H., Valdivia M., Palacios J., Romero H. (2014). *Metodología de investigación* . Bogota : Ediciones de la U.
- Oliveira, Cl.; Noronha, B.; Ferriani, P.; Santos, A. . (2019). Chemical Characterization, Antioxidant Capacity and Antimicrobial Potential of Essential Oil from the Leaves of *Baccharis oreophila*. *Chem. Biodiversity* , 16, e180.
- Olmedo, R.; Ribotta, P.; Grosso, N. . (2018). Antioxidant Activity of Essential Oils Extracted from *Aloysia triphylla* and *Minthostachys mollis* that Improve the Oxidative Stability of Sunflower Oil under Accelerated Storage Conditions . *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(8).
- OMS. (2014). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional*. Obtenido de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098\\_spa.pdf;jsessionid=895196F3B13CFE67BB5F351CE0AFF167?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098_spa.pdf;jsessionid=895196F3B13CFE67BB5F351CE0AFF167?sequence=1)
- Paucar Anchaliquín , S. Y. (2021). *Efecto de solvente y tiempo en el rendimiento de extractos totales de partes aéreas de Margyricarpus pinnatus (Lam.) Kuntze y Minthostachys mollis Griseb.* Recuperado el 14 de 03 de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23237/1/UCE-FCQ-PAUCAR%20SOFIA.pdf>
- Paucar, E.; Peltroche, N.; Cayo, C. (2021). Actividad antibacteriana y antifúngica del aceite esencial de *Minthostachys mollis* frente a microorganismos de la cavidad oral. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 40(5):e1450.
- Paucar, S. (2021). *Efecto de solvente y tiempo en el rendimiento de extractos totales de partes aéreas de Margyricarpus pinnatus (Lam.) Kuntze y Minthostachys mollis Griseb.* Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Central del Ecuador):

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23237/1/UCE-FCQ-PAUCAR%20SOFIA.pdf>

- Paucar, E.; Adrianzen, N.; Cayo, C. . (2021). Actividad antibacteriana y antifúngica del aceite esencial de *Minthostachys mollis* frente a microorganismos de la cavidad ora. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas.*, 40(5):1450.
- Paz Zarza, V. M., Martínez Maldonado, A., Álvarez Hernández, D., Solano-Gálvez, S. G., Mangwani Mordani, S., & Vázquez López, R. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*: patogenicidad y resistencia antimicrobiana en la infección urinaria. *Revista chilena de infectología*, 36(2), 180-189. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000200180>
- Poirel, L., Madec, J. Y., Lupo, A., Schink, A. K., Kieffer, N., Nordmann, P., & Schwarz, S. (2018). Antimicrobial resistance in *Escherichia coli*. *Microbiology Spectrum*, 6(4), 4-6. doi:<https://doi.org/10.1128/ASMJ-CROSSMARK-POLICY-PAGE>
- Ponce, K. (2020). *Viabilidad técnica en la extracción de aceites esenciales en la hoja de palo santo en recinto químico del Cantón Jipijapa*. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Estatal del Sur de Manabí): <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2693/1/PONCE%20PARRAGA%20KARLA%20YARITZA.pdf>
- Posligua, P. (2021). *Estudio bibliográfico de la composición química del orégano (*Origanum vulgare*) y capacidad antimicrobiana de los aceites esenciales frente al *Staphylococcus aureus**. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis [Universidad de Guayaquil]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54243/1/BCIEQ-T-%200638%20Posligua%20Su%20c3%a1rez%20Pablo%20Fernando.PDF>
- Quezada, W.; Quezada, D.; Gallardo, A.; Cevallos, E.; Rojas, J. (2019). Extraction and chemical characterization of the essential oil of *Tagetes pusilla*, in fresh and stored samples. *Afinidad*, 307-311.
- Quezada, W.; Quezada, W.; Travez, A.; Cevallos, >E. . (2019). Essential oil of *Minthostachys mollis*: extraction and chemical composition of fresh and stored samples . *Arabian Journal of Medicinal & Aromatic Plants* , 1:59-71.
- Rioja Antezana, A. P., Vizaluque, B. E., Aliaga Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 168-176. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602018000500006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602018000500006&script=sci_arttext)
- Rodríguez Auad, P. J. (2018). Panorama de la infección por *Listeria monocytogenes*. *Revista chilena de infectología*, 35(6), 649. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600649>
- Romero Alcedo, M. (07 de 2018). *Usos tradicionales y actuales de los aceites esenciales*. Recuperado el 14 de 03 de 2022, de Repositorio Institucional Tesis [Universidad de



- Sevilla]: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82290/TFG%20-%20Maria%20Romero%20Alcedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, C. (2017). *Diseño de planta de extracción por solventes a escala banco como proceso complementario para tecnología Ewtech-Led*. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis [Universidad de Chile]: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146561/Dise%c3%b1o-de-planta-de-extraccion-por-solventes-a-escala-banco-como-proceso-complementario.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Sánchez, A.; Cartagena, R.; Collantes, I. . (2021). Antibacterial effect of *Minthostachys mollis* (Griseb) L. essential oil against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus*. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 40(3):e961.
- Sanchez, A.; Cartagena, R.; Flores, E. . (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from *Minthostachys mollis* against oral pathogens. *Revista Cubana de Estomatología* , 58(4):e3647.
- Sánchez, T.; Cutipa, R.; Flores, E., Collantes, I. . (2021). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Minthostachys mollis* frente a patógenos orales. *Revista Cubana de Estomatología*, 58(4): 3647.
- Sarmiento Gonzaga, C. D. (2020). "*Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare) obtenido a partir de dos pretratamientos*". Obtenido de Repositorio institucional Tesis [Universidad Salesiana]: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18905/1/UPS-CT08804.pdf>
- Sauid, S.; Aswandi, F. (2018). Extraction methods of essential oil from kaffir lime (*Citrus hystrix*): A review. *Malaysian Journal of Chemical Engineering & Technology*, 56–64.
- Sharifi , M., Varoni , E., Martorell, I., Setzer, W., Contreras, M., & Soltani, S. (09 de Mayo de 2018). Phytotherapy Research Carvacrol and human health: A comprehensive review . doi:<https://doi.org/10.1002/ptr.6103>
- Silva, L.; Raposo, J.; Campos, L. (2018). *Fitos*, 117-126.
- Smigielski, K.; Raj, A.; Krosowiak, K. . (2014). Chemical Composition of the Essential Oil of *Lavandula angustifolia* Cultivated in Poland. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 12 (3): 338 - 347.
- Soler, R. (2021). *Extracción asistida por ultrasonido de compuestos de valor añadido* . Escuela Politécnica Superior de Linares.
- Svečnjak, L., Marijanović, Z., Okińczyc, P., Marek Kuś, P., & Jerković, I. . (2020). Svečnjak, L., Marijanović, Z., Okińczyc, P., Marek Kuś, P., & Jerković, I. (2020). Mediterranean Propolis from the Adriatic Sea Islands as a Source of Natural Antioxidants: Comprehensive Chemical Biodiversity Determined by GC-MS, FTIR-ATR, UHPLC-DAD-QqTOF. *Antioxidants MDPI*, 1-36.
- Tava, A.; Iriti, M.; Vitalini, S. (2020). Composition and Antioxidant Activity of the Essential Oil from *Achillea moschata* Wulfen Growing in Valchiavenna and Valmalenco

- (Italian Central Alps). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(4) 2.
- Torres, R., & Higuera, R. (2021). *Actividad antihelmíntica in vivo de terpenos y aceites esenciales en pequeños rumiantes*. Obtenido de Repositorio Institucional (Universidad Autónoma de Yucatán): <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/e2317/3141>
- Tracey A, T., & Chandrashekar G, U. (2021). *Staphylococcus aureus*. *StatPearls [Internet]*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/>
- Vargas, J. R. (Diciembre de 2018). *Extracción con Fluidos Supercríticos: Aplicaciones de Interés Farmacéutico*. Obtenido de Repositorio institucional Tesis [Universidad de Sevilla]: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82249/JOS%C3%89%20REYES%20VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Véliz, M. Y., González Díaz, Y., & Martínez Despaigne, Y. (2019). Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *Tecnología Química*, 30(1), 214-216. Recuperado el 14 de 03 de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852019000100207&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000100207&lng=es&tlng=es).
- Veloz, J. (2018). *Evaluación de la composición química y actividad biológica del aceite esencial proveniente de la hojas de Piper barbatum Kunth (Cordoncillo)*. Obtenido de Repositorio Institucional (Universidad Politécnica Salesiana): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16382/1/UPS-QT13502.pdf>
- Verma N., Shukla, S. . (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. . *JARMAP* , 2 (4): 105-113.
- Villar, K. (2021). *Fomulación de biopelículas de quitisano funcionalizadas con aceite esencial de Minthostachy mollis (Muña) con propiedad antioxidante y antimicrobiana*. Obtenido de Repositorio Institucional Tesis (Universidad Nacional Mayor de San Marcos): <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16812>
- Yang, K.; Liu, A.; Hu, A. (2021). Preparation and characterization of cinnamon essential oil nanocapsules and comparison of volatile components and antibacterial ability of cinnamon essential oil before and after encapsulation. *Journal Pre-proof*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107783>

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de Vida del Docente Tutor.

#### DATOS INFORMATIVOS DEL TUTOR ACADÉMICO

##### DATOS PERSONALES

**NOMBRES:** JAIME ORLANDO

**APELLIDOS:** ROJAS MOLINA.

**FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO:** 15/10/1985

**NACIONALIDAD:** ECUATORIANO

**CEDULA D IDENTIDAD:** 0502645435

**ESTADO CIVIL:** CASADO

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** La MERCED, QUIJANO Y ORDOÑEZ JUAN ABEL ECHEVERRÍA 7-60

**TELÉFONO CELULAR:** 0999084592

**CORREO PERSONAL:** rojas\_orlando1984@hotmail.com



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS:

Nivel	Título obtenido	Institución educativa
Tercer	Químico de alimentos	Universidad Central del Ecuador.
Cuarto	Maestría en sistema de gestión de calidad	Universidad Central del Ecuador.

**Anexo 2. Hoja de Vida del Postulante**  
**DATOS PERSONALES**

**NOMBRES:** TANIA LIZBETH

**APELLIDOS:** COLLANTES MENA

**FECHA DE NACIMIENTO:** 05 DE ABRIL 1999.

**LUGAR DE NACIMIENTO:** QUITO, SAN BLAS.

**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA

**CEDULA D IDENTIDAD:** 172045042-6

**ESTADO CIVIL:** SOLTERA

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** QUITO, QUITUMBE.

**TELÉFONO CELULAR:** 0995795227

**CORREO PERSONAL:** tanielisbeth123@hotmail.com

**CORREO INSTITUCIONAL:** tania.collantes0426@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS:**

**PRIMARIA:** ESCUELA FISCAL MIXTA ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA

**SECUNDARIA:** COLEGIO NACIONAL MIXTO JORGE MANTILLA ORTEGA

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EGRESADA TERCER NIVEL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

SUFICIENCIA EN INGLÉS.

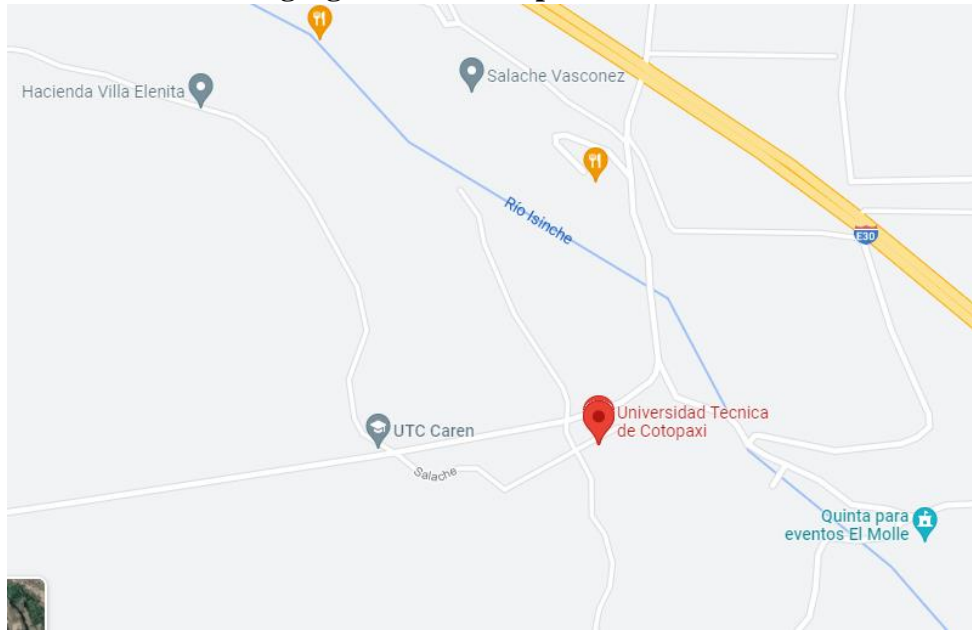


**Anexo 3. Hoja de Vida del Postulante****DATOS PERSONALES****NOMBRES:** KARLA RUBY**APELLIDOS:** MENA HERRERA**FECHA DE NACIMIENTO:** 09 DE MAYO 1999.**LUGAR DE NACIMIENTO:** QUITO, GUANGOPOLO**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA**CEDULA D IDENTIDAD:** 175015314-8**ESTADO CIVIL:** SOLTERA**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** QUITO, NUEVA AURORA CALLE #27.**TELÉFONO CELULAR:** 0983801527**CORREO PERSONAL:** karlizmena99@gmail.com**CORREO INSTITUCIONAL:** [karla.mena3148@utc.edu.ec](mailto:karla.mena3148@utc.edu.ec)**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS:****PRIMARIA:** UNIDAD EDUCATIVA “NUEVA PRIMAVERA”**SECUNDARIA:** UNIDAD EDUCATIVA “AIDA GALLEGOS DE MONCAYO”**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EGRESADA TERCER NIVEL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

SUFICIENCIA EN INGLÉS.



#### Anexo 4. Ubicación geográfica del campus Salache



**Fuente:** (Google maps, 2022)

## Anexo 5. Resultados de Composición Química del Aceite Esencial.

CIENTIFIC CROM	<b>INFORME DE ENSAYOS</b>	CÓDIGO: FT-17
CONFIDENCIAL		PÁGINA: 1 de 1
		REVISIÓN: 00

Dirección: La Esperanza 1, Las Quinias N16-127 y la Vía (Quito-Ecuador); Tel: 2022-389-6992/99010

INFORME DE ENSAYOS No: 003-22  
REFERENCIA: OT-03-22

### INFORME DE ENSAYOS DE ANALISIS QUIMICOS

CLIENTE: Karla Mens (Universidad Técnica de Cotopaxi)  
 NÚMERO DE ORDEN: N/A  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de diciembre 2021  
 FECHA DEL INFORME: 06 de enero 2022  
 MUESTREADO POR: Cliente

#### DETERMINACION DE COMPUESTOS ORGANICOS EN ACEITES ESENCIALES

CLASIFICACIÓN	PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGOS DE MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO REFERENCIA
			ACEITE DE TIFO		
ACEITES ESENCIALES	Alfa-Tujene	%p/v	0,93	LP-CGM	Método para Compuestos Organicos en Aceites esenciales: Método de Agilent Technologies, Catálogo de aplicaciones 2015, Cromatografía de gases con detector selectivo de masas (MSD)
	Alfa-Terpineno	%p/v	0,38		
	Limoneno	%p/v	0,40		
	4-IsopropilTolueno	%p/v	4,69		
	Gamma-Terpineno	%p/v	1,68		
	Linalool	%p/v	1,17		
	NeoMentol	%p/v	1,09		
	Mentona	%p/v	8,20		
	Iso-MentilAcetato	%p/v	0,84		
	Pulegone	%p/v	4,69		
	Piperitone	%p/v	5,40		
	Carvacrol	%p/v	16,51		
	Menta-1,4,8-Trieno	%p/v	1,06		
	TimilAcetato	%p/v	2,37		
	Beta-Cariofileno	%p/v	2,33		
	CarvacrilAcetato	%p/v	44,01		
	Piperitenona	%p/v	2,06		
	Germacreno-D	%p/v	1,12		
	BicicloGermacreno	%p/v	1,08		
TOTAL DE COMPUESTOS EN EL ACEITE ESENCIAL ENSAYADO	%p/v	100,00			

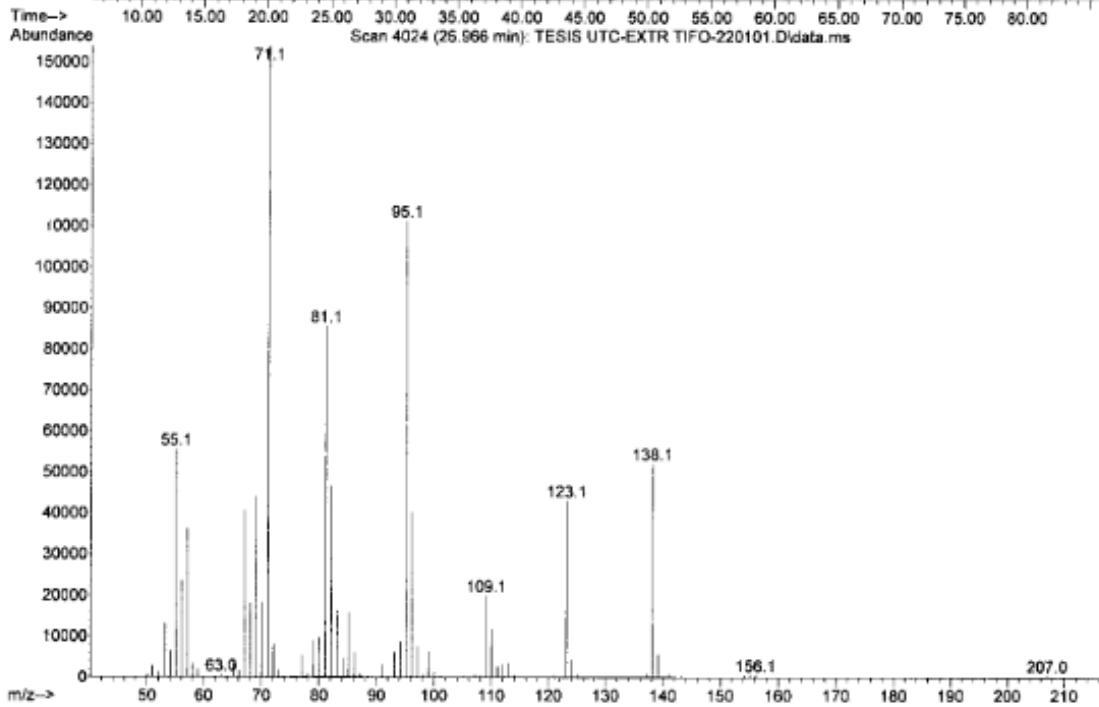
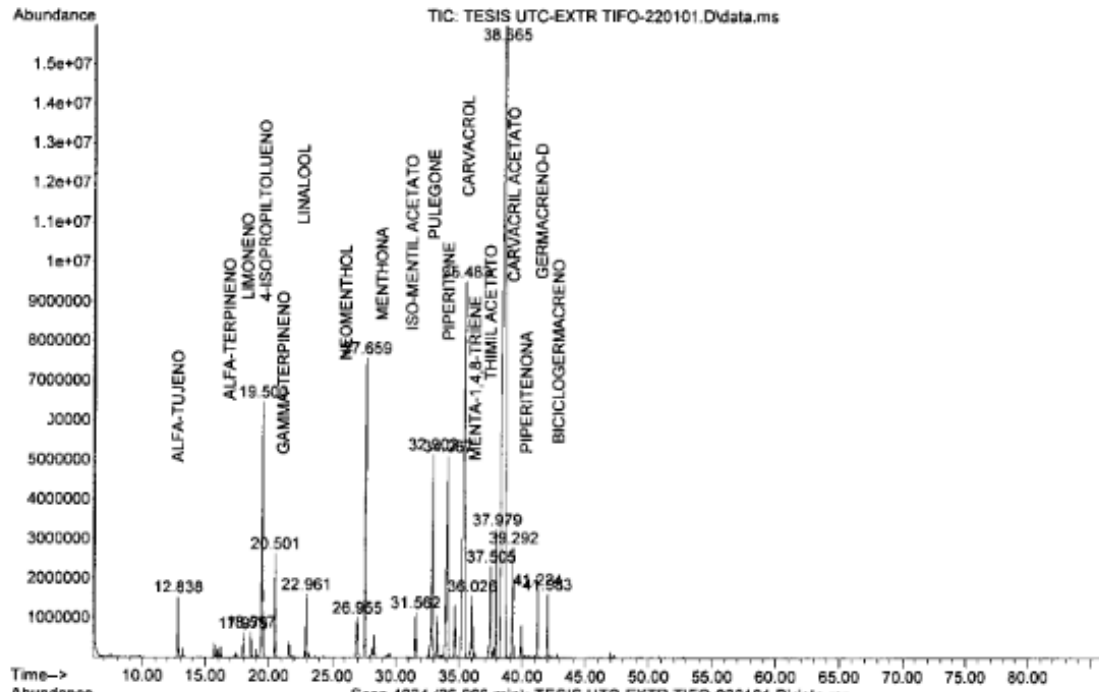
Observaciones: Los resultados corresponden a las muestras ensayadas.

Elaborado por:

Dr. Néstor Parraño

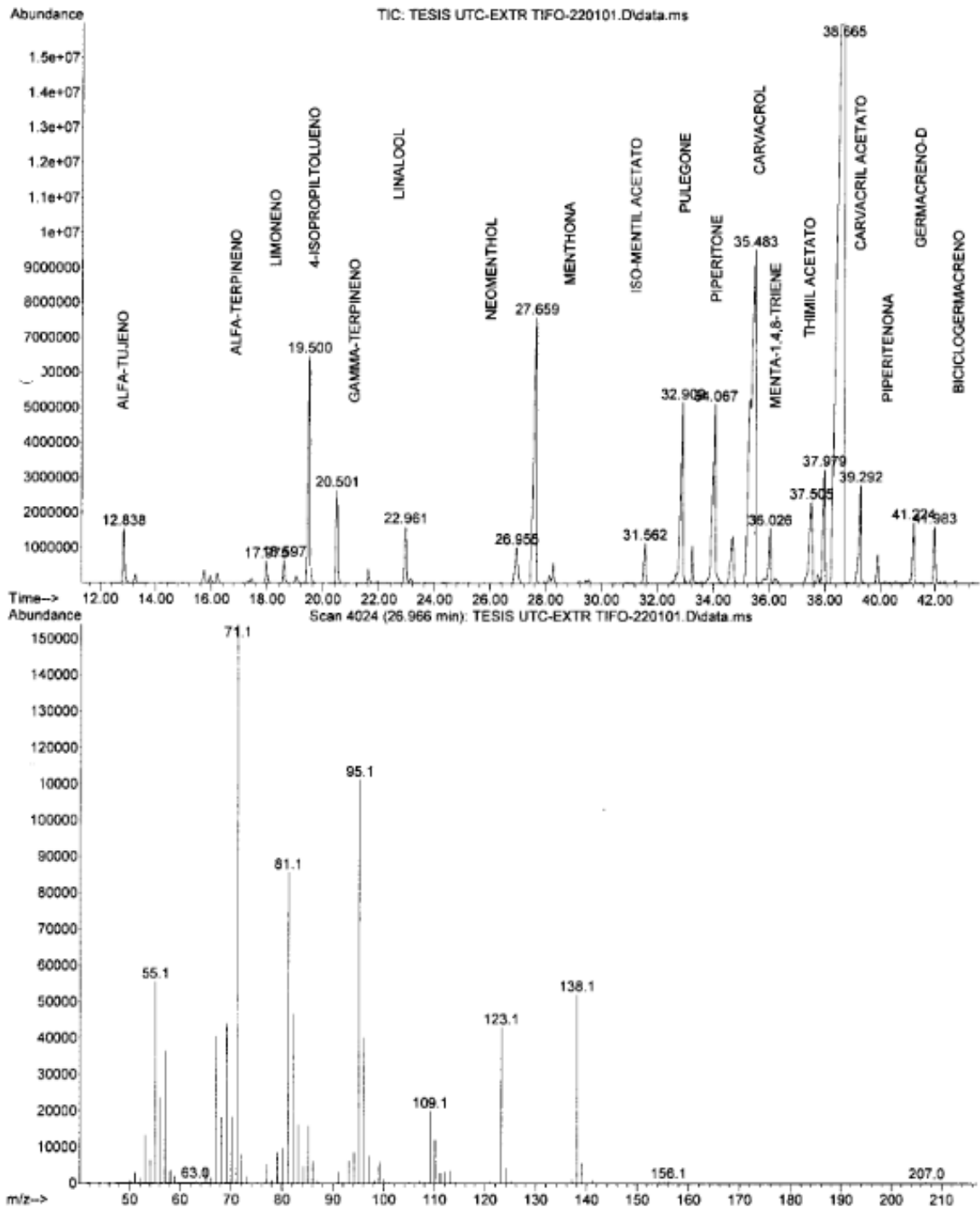
Fuente: Laboratorio Cientific Crom, 2022

File :D:\DATOS msd\ACEITES ESENCIALES\ACT ESENCIALES 220101 TESIS  
 ... UTC KMENA\ACT ESENCIALES 220101A TESIS UTC TIFO\TESIS UTC-EX  
 ... TR TIFO-220101.D  
 Instrument : GC-MSD KP  
 Operator : KP  
 Acquired : 1 Jan 2022 13:35 using AcqMethod ACEITES ESCENCIALES.M  
 Sample Name: TESIS UTC-EXTR TIFO-220101





File :D:\DATOS msd\ACEITES ESENCIALES\ACT ESENCIALES 220101 TESIS  
 ... UTC KMENA\ACT ESENCIALES 220101A TESIS UTC TIFO\TESIS UTC-EX  
 ... TR TIFO-220101.D  
 Instrument : GC-MSD KP  
 Operator : KP  
 Acquired : 1 Jan 2022 13:35 using AcqMethod ACEITES ESCENCIALES.M  
 Sample Name: TESIS UTC-EXTR TIFO-220101



Fuente: Laboratorio Cientific Crom, 2022

**Anexo 6. Costos del aceite esencial por ml**

<b>DETALLE DE COSTOS DEL ACEITE ESENCIAL DE TIFO</b>					
<b>DESCRIPCION DEL PRODUCTO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD MENSUAL REQUERIDA</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>PRODUCTO A</b>	ml	17	6,94	208,18	2498,19
<b>MATERIA PRIMA</b>	kg	30	0,5	15	180
<b>MANO DE OBRA</b>	h	17	0,83	14,11	169,32
<b>COSTOS INDIRECTOS / Envases</b>	U	4	1	4	48
<b>Insumos / Reactivos</b>	paquete	1	7	7	84
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	100	0,31	31	372
<b>Luz eléctrica</b>	kW	2	0,712	21,36	256,32
<b>Alquiler maquinaria</b>	h	17	1,5	25,5	306
<b>TOTALES</b>				<b>117,97</b>	<b>1415,64</b>

Elaborado por: Collantes y Mena, 2022

## Anexo 7. Fotografías de la metodología

**Figura 15**

*Campo de recolección de la planta vegetal*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 10**

*Identificación de la materia vegetal*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 11**

*Recolección de la materia prima*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 12**

*Recepción de la materia prima*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 13***Selección del tifo***Fuente:** Collantes y Mena, 2022.**Figura 14***Limpieza y desinfección de la materia vegetal***Fuente:** Collantes y Mena, 2022.**Figura 15***Método de secado***Fuente:** Collantes y Mena, 2022.**Figura 16***Triturado en pequeños trozos.***Fuente:** Collantes y Mena, 2022.



**Figura 17**

Materia vegetal seca.



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 24**

*Suministro del agua destilada en el equipo.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 18**

*Proceso de extracción.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 26**

*Proceso de separación de aceite e hidrolato.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 19**

*Control de proceso.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 20**

*Aceite esencial extraído.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 21**

*Separación del aceite esencial.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 22**

*Rendimiento del aceite esencial.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 23**

*Aceite esencial.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.

**Figura 24**

*Equipo de Cromatografía de gases  
acoplado a un detector de masas.*



**Fuente:** Collantes y Mena, 2022.