



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título:

**CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE
TZINTZO (*Tagetes minuta*), EN FUNCIÓN A LA
COMPOSICIÓN QUÍMICA, CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE Y ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en Agroindustria
con mención en Tecnología de Alimentos

Autora:

Medina Jiménez Carolina Alexandra

Tutor

Rojas Molina Jaime Orlando, Quim. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

2022 - 2023

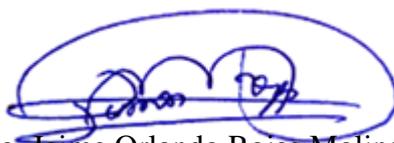
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana”, presentado por Medina Jiménez Carolina Alexandra, para optar por el título Magister en Agroindustria con mención en Tecnología de Alimentos.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, febrero, 09, 2023



Mg. Jaime Orlando Rojas Molina
CC: 0502645435

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria con mención en Tecnología de Alimentos; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, febrero, 09, 2023



Ph.D. Clara Elena Villacrés Poveda
CC: 1801504422
Presidente del tribunal



Mg. Ana Maricela Trávez Castellano
CC: 0502270937
Miembro 2



Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal
CC: 0501864854
Miembro 3

DEDICATORIA

A mis padres:

Víctor Medina Matute, el hombre de mi vida, mi inspiración, pese a que no es perfecto es un excelente padre.

Magaly Jiménez Naranjo, mi ángel, que siempre me cuida y está pendiente apoyándome.

A mi hermana:

Estefi, me inspira a ser el mejor ejemplo para ella.

A mi familia:

Mis tíos y primos, que siempre están conmigo, por su amor que me ha acompañado toda mi vida.

A mis abuelitos:

Marcial y Olguita, que desde el cielo sé que me cuidan y que tendrán siempre mi amor eterno.

Mi Niki, mi bebé de 4 patas, mi compañero incondicional, que con sus lamidas me llena de amor.

Carolina Alexandra Medina Jiménez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por la oportunidad de tener mi formación académica y por las facilidades que nos otorgó para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis profesores, que, con su amplia experiencia, nos compartieron todos los conocimientos que pudieron y que enriquecieron mi conocimiento.

A mi jefe y mis compañeros de la empresa PROVEFRUT, quienes me apoyaron en el difícil trayecto de trabajar y estudiar a la vez.

Carolina Alexandra Medina Jiménez

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, febrero, 09, 2023



Carolina Alexandra Medina Jiménez
CC: 0502972631

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de auditoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, febrero, 09, 2023

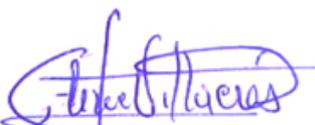
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carolina Medina Jimenez', written over a circular stamp or seal.

Carolina Alexandra Medina Jiménez
CC: 0502972631

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, febrero, 09, 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Clara Elena Villacrés Poveda', written over a faint circular stamp.

Ph.D. Clara Elena Villacrés Poveda
CC: 1801504422

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRIA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Título: Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana.

Autora: Medina Jiménez Carolina Alexandra, Ing.

Tutor: Rojas Molina Jaime Orlando, Quim. Mg.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo el propósito de caracterizar el aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana. El diseño experimental fue establecido por el software Desing Expert, en el cual se determinó 17 corridas experimentales, considerando las variables independientes de tiempo (60, 105 y 150 min) y relación material vegetal/agua destilada (1:3, 1:4, 1:5). En el optimizado se obtuvo un tiempo de 150 min y 1:5 de la relación masa (g)/solvente (L), la mezcla de vapor agua – aceite esencial fue condensado en un sistema de refrigerante, en un separador por diferencia de densidades se retira hidrosol y al término del proceso se retira el aceite esencial se envasó en frascos ámbar de vidrio; el valor del rendimiento 0,7891 % fue mayor que el predicho 0,7114 %. Se encontró 14 compuestos volátiles del aceite esencial a través de cromatografía de gases con la sensibilidad y capacidad selectiva del detector de masas, de los cuales se identificó el Cis-Tagetona (63,14 %) como compuesto mayoritario. El contenido de fenoles totales presentes 289,78 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ para FRAP y 489,14 $\mu\text{mol ET} /\text{g}$ para ABTS. Posee una efectividad antimicrobiana contra la *Salmonella entérica*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 39327.

Palabras clave: Rendimiento, capacidad antioxidante, actividad antimicrobiana

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Título: Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana

Autora: Ing. Carolina Alexandra Medina Jiménez

Tutor: MSc. Orlando Rojas

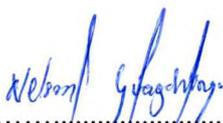
ABSTRACT

This research had the purpose of characterizing the essential oil of tzintzo (*Tagetes minuta*), based on the chemical composition, antioxidant capacity and antimicrobial activity. The experimental design was established by the Desing Expert software, in which 17 experimental runs were determined, considering the independent variables of time (60, 105 and 150 min) and plant material/distilled water ratio (1:3, 1:4, 1:5). In the optimized one, a time of 150 min and 1:5 of the mass (g)/solvent (L) ratio was obtained, the mixture of steam-water - essential oil was condensed in a refrigerant system, in a separator by difference of densities. hydrosol is removed and at the end of the process the essential oil is removed and bottled in amber glass bottles; the yield value 0.7891% was higher than the predicted 0.7114%. 14 volatile compounds of the essential oil were found through gas chromatography with the sensitivity and selective capacity of the mass detector, of which Cis-Tagetone (63.14%) was identified as the majority compound. The content of total phenols present was 289.78 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ for FRAP and 489.14 $\mu\text{mol ET/g}$ for ABTS. It has antimicrobial effectiveness against *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 39327.

Keywords: Yield, antioxidant capacity, antimicrobial activity

Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza con cédula de identidad número: 0503246415 magister en la Enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT: 1010-2019-2041252; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana, de la Ing. Carolina Alexandra Medina Jiménez, aspirante a magister en **AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**.

Latacunga, febrero 7, 2023


.....
Mg.Sc Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza
C. I. 050324641-5

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INFORMACIÓN GENERAL:.....	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
CAPITULO I.....	7
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
1.1. Estado del arte	7
1.2. Tzintzo (Tagetes minuta)	10
1.3. Clasificación taxonómica.....	10
1.4. Descripción botánica.....	11
1.5. Principios activos de tzintzo.....	11
1.6. Propiedades medicinales	11
1.7. Aceite esencial	11
1.7.1. Composición química	12
1.7.2. Clasificación.....	12
1.7.3. Efecto inhibidor de los aceites esenciales sobre microorganismos	13
1.7.4. Factores que inciden en la producción.....	13
1.7.5. Propiedades físicas	14
1.7.6. Métodos de extracción de aceites esenciales	14
1.7.6.1. Destilación por arrase de vapor (DAV).	14
1.7.7. Capacidad antioxidante reductora de hierro del aceite esencial, técnica de FRAP.....	15
1.7.8. Microorganismos	16

1.7.8.1. Salmonella entérica	16
1.7.8.2. Staphylococcus aureus ATCC 25923.....	16
1.7.8.3. Pseudomonas aeruginosa ATCC 39327	16
1.8. Marco conceptual	17
CAPÍTULO II	18
2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Tipos de investigación.....	18
2.1.1. Investigación bibliográfica.....	18
2.1.2. Investigación cuantitativa.....	18
2.1.3. Investigación descriptiva.....	19
2.1.4. Investigación experimental	19
2.2. Técnicas de investigación:	19
2.2.1. La observación:.....	20
2.3. Materiales.....	20
2.3.1. Materiales de laboratorio.....	20
2.3.2. Equipos	20
2.3.3. Reactivos	21
2.3.4. Materia prima.....	21
2.4. Procedimiento	21
2.4.1. Recolección	21
2.4.2. Selección.....	22
2.4.3. Desinfección.....	22
2.4.4. Extracción del aceite esencial del tzintzo mediante la técnica de arrastre de vapor.....	22
2.4.5. Rendimiento de la extracción de aceites esenciales.....	22
2.4.6. Determinación de la composición química del aceite esencial de tzintzo ...	23
2.4.6.1. Cromatografía de gases acoplada a masas (GC-MS).....	23

2.4.7. Determinación de la capacidad antioxidante reductora de hierro del aceite esencial	23
2.4.7.1. Ensayo de Frap	23
2.4.7.2. Método ABTS	24
2.4.8. Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo.....	24
2.5. Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de tzintzo.....	25
2.6. Presupuesto	26
2.7. Investigación experimental	28
2.7.1. Diseño experimental	28
3. CAPITULO III.....	29
3.1. RESULTADOS.....	29
3.1.1. Optimizar el proceso de extracción del aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) en función al rendimiento.	29
3.1.1.1. Rendimiento	30
3.1.1.2. Optimización numérica del proceso de extracción del aceite esencial de tzintzo.....	32
3.1.2. Composición del aceite esencial de tzintzo, por el método de cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa.....	34
3.1.3. Capacidad antioxidante del aceite esencial de tzintzo mediante el procedimiento de FRAP y ABTS.....	35
3.1.4. Capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo, a través de la metodología de concentración mínima inhibitoria.	36
3.2. CONCLUSIONES	38
3.3. RECOMENDACIONES	39
3.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
3.5. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del tzintzo.....	10
Tabla 2 Compuestos químicos del aceite esencial	12
Tabla 3 Clasificación de los aceites esenciales	13
Tabla 4 Presupuesto de la investigación	26
Tabla 5 Variables evaluados en el diseño experimental	28
Tabla 6 Matriz experimental para la evaluación del rendimiento del aceite esencial de la planta de Tzintzo	29
Tabla 7 Parámetros del modelo codificado para el contenido del rendimiento	30
Tabla 8 Solución optimizada arrojada por el software.....	32
Tabla 9 Optimización numérica para el rendimiento del aceite esencial.....	33
Tabla 10 Rendimiento del valor predicho y experimental	33
Tabla 11 Composición química del aceite esencial de tzintzo.....	34
Tabla 12 Análisis de captación de radicales libres.....	35
Tabla 13 Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de tzintzo.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tzintzo (<i>Tagetes minuta</i>).....	10
Figura 2 Interacción de los factores en el rendimiento del aceite esencial.	31
Figura 3 Valores experimentales y predichos establecidos por el software para el rendimiento del aceite esencial de tzintzo.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Planta de tzintzo (<i>Tagetes minuta</i>)	51
Anexo 2 Recolección del tzintzo	51
Anexo 3 Selección de la materia vegetal	52
Anexo 4 Pesaje de la materia prima.....	52
Anexo 5 Extracción del aceite esencial	53
Anexo 6 Aceite esencial de tzintzo.....	54
Anexo 7 Actividad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo	54
Anexo 8 Aval del Experto.....	55
Anexo 9 Aval del Usuario.....	58

INFORMACIÓN GENERAL:

Título del Proyecto:

Caracterización del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), en función a la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana.

Línea de investigación:

Desarrollo, seguridad alimentaria y procesos industriales

Sub-línea:

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.

Proyecto de investigación asociado:

Departamento de nutrición y calidad estación experimental Santa Catalina

Grupo de investigación:

Tutor de investigación:

- Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

Estudiante:

- Ing. Carolina Alexandra Medina Jiménez

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agricultura se ha transformado en una industria muy dinámica y atractiva, con grandes perspectivas de desarrollo, en varios países del mundo, aun cuando su potencial de crecimiento no puede evaluarse con certeza, ya que muchos países han puesto énfasis para conquistar parte del mercado internacional.

Ecuador es el país megadiverso más compacto del mundo, posee la Costa marina, Sierra Andina, Amazonía y las Islas Galápagos (Presidencia de la República del Ecuador, 2017). Ecuador es un país pequeño con una superficie de 283.561 Km²; a pesar de ello ocupa el puesto número 13 entre los países más diversos en el mundo; existen varios ecosistemas con distintos microclimas y hábitats (Barragán, 2019).

El tzintzo es una hierba anual, de constitución erecta que puede alcanzar hasta 50 cm de alto; es de un olor fuerte. Se utiliza como condimento e ingrediente indispensable en la gastronomía. También se emplean sus hojas para extraer un aceite esencial utilizado en perfumería (Iannacone, et. al, 2017).

Los aceites esenciales se encuentran en las hojas, raíces, corteza, flores, cascar del fruto y los frutos (Veliz & González, 2017). La mayoría de las plantas contienen de 0,01 a 10 % de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2 % (Flores, 2021). Son usados como digestivos, expectorantes, diuréticos y antiinflamatorios. Tse han empleado como materias primas básicas en la industria de aromatizantes, perfumes, sabores, insecticidas, acaricidas y la industria farmacéutica. (Labrada, et.al, 2018).

Por sus diversas aplicaciones comerciales, la extracción de los aceites esenciales es un área con un potencial elevado de incremento en investigación y desarrollo en varios países.

JUSTIFICACIÓN

Las plantas han sido investigadas por su composición química, que las protegen contra infecciones microbianas o infestaciones por plagas y tienen actividades terapéuticas; la materia prima ecuatoriana, por su excelente calidad, es empleada en la industria. Este proyecto de investigación tiene el propósito de extraer el aceite de tzintzo por el método de arrastre de vapor, que permita conocer el potencial que posee. El tzintzo, es una planta perenne, con un gran potencial industrial debido a sus principios activos como alcaloides, almidón, taninos, flavonoides, aceites esenciales, triterpenos y esteroides.

Los aceites esenciales tienen propiedades antimicrobianas contra diversas bacterias (gram positivas y gram negativas) y hongos; de igual forma se los emplean como aditivos naturales y sabores alimentarios. Los compuestos fenólicos les conceden propiedades antioxidantes, conservantes y prolongan la vida útil del producto. La progresiva demanda por alternativas naturales a los aditivos sintéticos ha promovido la búsqueda de nuevas fuentes; en la industria de alimentos se usa como saborizantes para condimentos, licores, dulces, golosinas, etc.

Los antioxidantes estabilizan a los radicales libres, al actuar como donantes de hidrógeno, electrones, descomponedores de peróxido, inhibidores de moléculas de oxígeno, inhibidores de enzimas, sinergias y agentes quelantes de metales para proteger al organismo de diversas enfermedades cardiovasculares, cancerígenas, envejecimiento prematuro, alzheimer entre otras (Castaño & Hernández, 2018).

La destilación por arrastre de vapor es un proceso que se puede llevar fácilmente a escala industrial por su bajo costo, con un amplio conocimiento de la tecnología. Presenta varias ventajas sobre otros procesos de extracción: no es necesario utilizar disolventes orgánicos por lo cual no se realizan pasos de separación posteriores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento sobre las especies nativas y sus usos tradicionales ha ido disminuyendo con el desarrollo de la sociedad, progresivamente, de manera conjunta con el proceso de pérdida y de degradación de los ecosistemas naturales y, dichos conocimientos, no se transmiten, adecuadamente, a las nuevas generaciones.

En la actualidad el consumo de aceites esenciales se ha incrementado debido al cambio de patrones en el consumo con tendencia a los productos naturales. El Ecuador está limitado el aprovechamiento de los compuestos bioactivos presentes en las plantas debido a que no se logra potencializarlas. Cotopaxi al ser considerada una zona agrícola, no visualiza las oportunidades comerciales que ofrece la extracción de aceites esenciales para el desarrollo industrial, a causa del desconocimiento de sus bondades.

Los precios del AE en el mercado son muy fluctuantes y están determinados en base a su calidad. La demanda nacional es mínima y consiste básicamente en el uso de procesos industriales. De lo que se conoce el tzintzo en nuestro país no se lo cultiva, esta planta crece como mala hierba en suelos secos y húmedos, sin embargo, las comunidades lo aprovechan para su gastronomía.

La falta de implementación de tecnología apropiada de extracción ha dificultado el avance tecnológico para transmitir un aporte técnico y científico, cuya metodología se adapte a nuestro medio, que permitan simplificar, optimizar y mejorar la calidad de los procesos en la industria para obtener un aceite de buena calidad.

El presente proyecto de investigación pone en consideración el aprovechamiento de la planta de tzintzo para la obtención del aceite esencial, atribuyendo sus propiedades medicinales por los metabolitos secundarios presentes, como los antioxidantes que interactúan con los radicales libres y los neutralizan, previniendo o retardando el daño a las células, cediendo un electrón de su estructura, protegiendo el cuerpo humano de diferentes padecimientos. De esta manera se pretende que la sociedad se beneficie del aceite esencial de tzintzo, que puede ser usado como antioxidante, antibacteriano, insecticida, etc., en la industria.

HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis nula

H₀: El tiempo y la relación de materia vegetal no influyen en el rendimiento y la calidad del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), obtenido por el método de arrastre de vapor.

Hipótesis alternativa

H₁: El tiempo y la relación de materia vegetal influye en el rendimiento y la calidad del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*), obtenido por el método de arrastre de vapor.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Extraer el aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*) mediante el método de arrastre de vapor, para su caracterización físico – química.

Objetivos específicos

- Optimizar el proceso de extracción del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*) en función al rendimiento.
- Determinar los compuestos volátiles del aceite esencial de tzintzo, por el método de cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masa.
- Evaluar la capacidad antioxidante del aceite esencial de tzintzo mediante el procedimiento de FRAP y ABTS.
- Establecer la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo, a través de la metodología de concentración mínima inhibitoria.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Estado del arte

Según Álvarez et. al, (2015) la extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor es económico y adecuado para los contextos socioeconómicos. Determinaron que el secado adecuado del material vegetal a temperatura ambiente bajo sombra no debe ser mayor a 6 días; puesto que después de dicho tiempo de secado la pérdida de rendimiento de AE es progresiva, y el rendimiento de hidrolato no se ve afectado, evidenciando pérdidas significativas de calidad y no de cantidad lo cual perjudicaría ostensiblemente a los productores de aceites esenciales.

Plaza y Ricalde (2015) establecieron parámetros de control de calidad físico-químicos del aceite esencial del *Schinus molle* l. obtenido por arrastre de vapor- El AE presentó un pH entre 4,489 y 5,315, densidad (gr/cm³) entre 0,872 y 0,931, índice de refracción a 20°C: 1,476 a 1,484, miscibilidad en aceite mineral, en agua parcialmente soluble a 20°C, en etanol al 70, 75, 80, 85, 90 y 95 % es completamente soluble, índice de acidez (mg KOH) entre 1,958 - 2,938, índice de Ester (mg KOH) entre 5,398 - 10,656, residuos por evaporación (%) entre 71,466 - 82,019.

Rubio, et. al, (2018) obtuvieron aceites por hidrodestilación o expresión y evaluaron la acción antibacteriana de 15 aceites por difusión en agar; seleccionaron los promisorios y se les extenderá la CMI y CMB por la técnica de diluciones seriadas. Los AE de *Ocimum gratissimum* L., *Lippia graveolens* (Kunth) y *Thymus vulgaris* L. inhibieron el crecimiento de las cepas de *Salmonella* entérica, incluyendo cepas resistentes a antibióticos. El CMI y CMB de los aceites oscilaron entre 0,5 y 1 mg/mL.

Evangelista, et. al, (2018) investigaron la actividad antimicrobiana de aceites esenciales y el efecto antimicrobiano del aceite de orégano (OrO) combinado con conservadores alimenticios. Las actividades antimicrobianas con los aceites mostraron a *Escherichia coli* y *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* (*Salmonella* ser. *Typhimurium*) menos susceptibles que *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*. La CMI y CML, para los aceites de laurel, comino, orégano y romero fluctuaron entre 0.078 a 1.25% (v/v). El OrO combinado con ácido acético (AcA) tuvo un efecto aditivo contra *E. coli* y *C. albicans*, mientras que la combinación OrO con ácido ascórbico (Asc) tuvo el mismo efecto sobre *Salmonella* ser. *Typhimurium* y *C. albicans*. El aceite de orégano con conservadores puede controlar el crecimiento de microorganismos patógenos preservando los alimentos.

Vélez, et. al, (2019) desarrollaron un proceso donde fuese posible realizar el balance de masa y sirviera de referencia a nivel industrial. Realizaron la extracción del AE de romero por el método destilación por arrastre de vapor donde obtuvieron 0,53% de rendimiento y saponificaron el aceite de romero como un aromatizante, obtuvieron un jabón de tocador de pH básico.

Cedeño, et. al, (2019) obtuvieron el aceite esencial de la hoja de eucalipto por el método de arrastre de vapor y destilación con alcohol etílico por medio del Soxhlet. Los resultados experimentalmente los usaron para realizar el balance de materia de cada proceso. Por arrastre de vapor obtuvieron 0,658 g de AE y con el uso de solventes orgánicos 10,04 g. El mejor rendimiento fue por arrastre de vapor, pues permite obtener un producto mucho más puro al compararlo con la extracción con solventes.

Acero, et. al, (2019) obtuvieron por hidrodestilación el aceite esencial de la planta *Lippia alba*, tiene variedad de compuestos volátiles como citral, carvona, mirceno y otros 30 compuestos aproximadamente; la variación en la concentración depende de diversos factores fenotípicos y genotípicos, así como ambientales.

Alarcón y Alarcón (2020) extrajeron el aceite esencial de *limonaria Cymbopogon citratos* mediante el método de arrastre con vapor, evaluaron con 4 concentraciones del aceite (25%, 50%, 75% y 100%) y agua destilada estéril como

control negativo. Concluyeron que el 25% tuvieron actividad antimicrobiana sobre los microorganismos de agua dulce, siendo más efectivo cuando supera una concentración mayor al 75%.

Vignola, et. al, (2020) evaluaron la actividad antimicrobiana de diferentes aceites esenciales en bacterias benéficas como *Lactobacillus plantarum* ES147 y ATCC 8014, patógenas como *Escherichia coli* ATCC 25922 y una bacteria alterante de alimentos, *Leuconostoc mesenteroides* MS1. Los aceites esenciales de limón, eucalipto y burro mostraron un efecto bactericida en todas las cepas analizadas; el de naranja y mandarina presentaron muy bajo o nulo poder antimicrobiano. Los aceites esenciales de burro, laurel, mandarina y naranja no inhibieron o inhibieron muy poco a las bacterias benéficas y generaron grandes halos de inhibición en bacterias patógenas o alterantes de alimentos. Pueden considerarse para su adición en films o recubrimientos de alimentos.

1.2. Tzintzo (*Tagetes minuta*)

Está distribuida a nivel de la mayor parte de países de Sudamérica como Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Paraguay y distintos países alrededor del mundo (Huamán, 2020).

Es una planta invasora perenne, erecta, terrestre, crece en suelos secos y húmedos (Baca, 2018). Es poco exigente en nutrientes, repele una amplia gama plagas y tiene la capacidad de poblar y desarrollarse en muchas zonas sin mayor problema. La cosecha se realiza a una altura de 10 cm de la base, sin dañar los tallos y se agrupan de acuerdo a su tamaño (Pure, 2018). Se utiliza como condimento e ingrediente indispensable en la preparación de muchas comidas de la gastronomía.

Figura 1 *Tzintzo (Tagetes minuta)*



Fuente: (Red de guardianes de semillas, 2022)

1.3. Clasificación taxonómica

Tabla 1 *Taxonomía del tzintzo*

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Tribu	<i>Tageteae</i>
Género	<i>Tagetes</i>
Especie	<i>T. minuta</i>
Nombre científico	<i>Tagetes minuta</i>
Nombre común	<i>Tzintzo, huacatay, chinchilla, suico, chil chil, chinchilla</i>

Fuente: (iNaturalist, 2022)

1.4. Descripción botánica

- Flores, liguladas de 1 a 3cm, ovadas a elípticas de 0,1 a 0,2 cm de largo; disco de 3 a 5 cm, corola de 0,3 a 0,4 cm de largo. Cáliz modificado de 1 o 2 de escamas subuladas (angostamente triangular) de 0,2 a 0,3 cm de largo, amarillentos, externamente pilosos y dimorfos (Pure, 2018).
- Hojas, opuestas de contorno elíptico, de color verde brillantes de márgenes finamente aserrados, las superficies inferiores de las hojas tienen una serie de pequeñas glándulas puntiformes y pluricelulares (Manuelo, 2020).
- Tallo, erguido, robusto, con cuantiosas hojas hasta el ápice, las inferiores opuestas mientras que las superiores son alternas, pinnatisectas (Pure, 2018).
- Frutos y semillas: el fruto es una cápsula simple, seco que se abre al madurar desde 0,45 hasta 0,7 cm de largo. La planta se propaga por semillas, necesitan de luz para germinar y una temperatura de 25 °C (Manuelo, 2020).

1.5. Principios activos de tzintzo

El tzintzo posee un aceite esencial que está constituido por monoterpenos como: β -pineno, limoneno, 2-fenilpropil butirato, 1-Deceno, Undecano, 1-Dodeceno, 2- Undecenal (Huamán, 2020).

1.6. Propiedades medicinales

Es capaz de combatir problemas gastrointestinales, puesto que la infusión de sus hojas mitiga la hinchazón epigástrica, náuseas, flatulencias, aerofagia entre otras. El té de sus flores, previene o alivia afecciones respiratorias (gripes, neumonía, algunos síntomas de bronquitis, etc.). Es un estupendo digestivo y antiparasitario, posee actividad antimicrobiana, antifúngica, insecticida, acaricida y antioxidante (Medina & Meza, 2018).

1.7. Aceite esencial

Se los encuentra en las especies vegetales como agliconas en su mayoría, en poca cantidad glicósidos y algunos como precursores no volátiles, usualmente como glicósidos que se hidrolizan por acción enzimática o en medio de ácido diluido (Solis, 2018). Los aceites esenciales atraen a polinizadores, dispersores de semillas y frutas (Ruiz, et. al, 2015).

Son metabolitos secundarios naturales lipófilos, volátiles y complejos que se distinguen por su aroma (Villegas, 2019). Se los obtiene a través de una planta por prensado, extracción con solventes y destilación.

El uso de AE en los alimentos, puede evitar o reducir la contaminación de bacterias patógenas que producen enfermedades alimentarias. La actividad antimicrobiana ha sido atribuida a sus compuestos terpenoides y partículas fenólicas volátiles, principalmente carvacrol y timol, que causan daño en la membrana citoplasmática de los microorganismos (Pazmiño, et. al, 2020).

1.7.1. Composición química

Están compuestos por hidrocarburos de la serie polimetilénica, del grupo mono y sesquiterpenos, junto a otros compuestos oxigenados, tales como alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y óxidos (Labrada, et. al., 2018).

Tabla 2 *Compuestos químicos del aceite esencial*

Tipo	Compuestos
Hydrocarburos	<i>Mirceno, cinemo, pineno, canfeno, felandreno, bineno, limoneno, cariofileno, geranioleno, santaleno.</i>
Alcoholes	<i>Isoamilico, geraniol, linalol, citronelol, nerodinol, farsenol, terpinol, mentol, borneol.</i>
Fenoles	<i>Timol carbacrol, eugenol, vainillina.</i>
Aldehidos	<i>Citral, citronelal, anisaldehido, benzaldehido, cinamaldehido.</i>
Cetonas	<i>Alcanfor, carvona, mentona, piperitona, acetatofenona.</i>
Éteres	<i>Anetol, metilchavicol, eucaliptol, ascaridol.</i>
Ésteres	<i>Salicilato de amilo, benzoato de metilo, acetato de terpinilo, acetato de geranilo.</i>

Fuente: (Ruiz, Díaz, & Rojas, 2015) y (Coronel, 2017)

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

La caracterización de los aceites esenciales para determinar los compuestos bioactivos y su concentración, se lo realiza a través de la cromatografía de gases con espectrómetro de masas (GC-MS), cromatografía de capa fina de alta resolución (HPTLC), cromatografía de gases (GC-FID) con la determinación del contenido relativo en sus diferentes constituyentes (GCFID) (Urrunaga, 2021).

1.7.2. Clasificación

Los aceites esenciales se pueden clasificar según diferentes criterios como su consistencia, origen y naturaleza química.

Tabla 3 Clasificación de los aceites esenciales

		Clasificación
Consistencia	<i>Esencias fluidas</i>	<i>Compuestos líquidos, volátiles a temperatura ambiente.</i>
	<i>Bálsamos</i>	<i>Consistencia más espesa, poco volátiles y muy susceptibles a sufrir reacciones de polimerización.</i>
	<i>Oleorresinas Naturales</i>	<i>Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. Se obtienen directamente de la planta y no sufren alteraciones físicas o químicas posteriores.</i>
Origen	<i>Artificiales</i>	<i>Esencia enriquecida con uno o varios de sus componentes.</i>
	<i>Sintéticos</i>	<i>Compuestos obtenidos por la combinación de sus componentes o producidos por síntesis química.</i>
Naturaleza química	<i>Compuestos mayoritarios</i>	<i>Composición química.</i>

Fuente: (Pesantez, 2014)

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

1.7.3. Efecto inhibidor de los aceites esenciales sobre microorganismos

Los aceites esenciales de diversas plantas han evidenciado, su capacidad antimicrobiana frente a bacterias gram positivas y gram negativas (Bermúdez, et. al, 2019). Algunas aplicaciones en cuanto a inhibición microbiana, han mostrado eficacia frente a varios patógenos, dentro de los cuales se encuentran: E. coli, Salmonella typhimurium, S. auBiotecnología, Campylobacter, Enterococcus faecalis, Vibrio parahemolyticus, Listeria monocytogenes, entre otros (Argote, et. al, 2017).

La capacidad para repeler el agua le permite adherirse a los lípidos de la membrana de los microorganismos, provocando trastornos en su estructura y permeabilidad, ocasionando la pérdida de iones y otros compuestos (Cázar, 2017).

1.7.4. Factores que inciden en la producción

El rendimiento de los aceites esenciales va a depender de varios factores intrínsecos de la planta y del medio ambiente como: el clima, suelo (arena, arcilla y limo), sequía y el estrés hídrico (causado por insectos y microorganismos), propagación, técnicas de cultivo y el desarrollo de la mata (Buldain, 2019). La posición de las células oleíferas, cosecha, procedimiento de recolección, acopio y preparación de la planta; esos factores pueden dar origen a distintos quimiotipos de la planta, con

una composición química, propiedades sensoriales y actividad biológica diferentes en los AE (Moghaddam & Mehdizadeh, 2017).

1.7.5. *Propiedades físicas*

Entre ellas podemos mencionar:

- Punto de ebullición mayor a 100 °C.
- Poca solubilidad en agua.
- Solubles en solventes orgánicos y alcohol.
- Desvían la luz polarizada.
- Índice de refracción elevado.
- Densidad inferior a la del agua.
- Líquidos a temperatura ambiente.
- Ligeramente coloreados (Villa, 2017).

1.7.6. *Métodos de extracción de aceites esenciales*

Los aceites esenciales pueden ser extraídos a través de: métodos convencionales (destilación por arrastre de vapor (DAV), extracción con disolventes, hidrodestilación, prensado en frío) y no convencionales (extracción por fluidos supercríticos (EFS), extracción asistida por microondas (EAM), extracción asistida por ultrasonidos (EAU)).

1.7.6.1. Destilación por arrastre de vapor (DAV).

El vapor atraviesa la planta y extrae las microgotas del aceite esencial, el cual se enfría en un serpentín a través de un circuito de agua fría. A la salida del serpentín, se obtiene el hidrolato (mezcla de agua aromática (también llamado agua floral para las flores)) y el hidrosol (aceite esencial) por ser de menor densidad flota, lo cual favorece recuperarlo gracias a un vaso florentino o esenciero (Quintana, 2020). Es uno de los métodos más empleados para la extracción de aceites debido a su proceso sencillo, bajo costo y la manera en la que se realice influye en la eficacia bioquímica de un AE.

El componente volátil como una impureza deben ser insolubles en agua, ya que el producto destilado formara dos fases al condensarse. La presión total del sistema será la suma de las presiones de vapor de los componentes de la mezcla orgánica y del agua (Panca & Mendoza, 2019).

Fenómenos controlables del proceso:

- El primero

Vaporización instantánea del aceite esencial, en la interacción de la película constituida en la superficie de la materia vegetal y vapor circundante (Martínez, 2018).

- Segundo

Difusión del aceite vaporizado al seno de la corriente del vapor circundante, debido a la convección que ejerce el vapor en su lecho y su inmediato transporte al exterior del equipo (Martínez, 2018).

- Tercero

Exudación (o excreción) del aceite esencial desde el interior de los tricomas glandulares, a través de su cutícula, a la película superficial del material vegetal (Martínez, 2018).

1.7.6.1.1 Ventajas de destilación por arrastre de vapor:

Según González y Ríos (2021), es una técnica antigua y una de las mejores no solo por su costo sino por las ventajas que posee:

- No es necesario usar solventes orgánicos.
- No se realizan pasos de separación posteriores.
- Es un proceso que se puede llevar fácilmente a escala industrial.
- El equipo utilizado es económico.

1.7.7. Capacidad antioxidante reductora de hierro del aceite esencial, técnica de FRAP

se basa en la capacidad de los fenólicos para reducir complejo de tripiridiltriiazina férrica amarilla a complejo ferroso azul por la acción de

antioxidantes donadores de electrones. Los de color azul resultantes de medidas espectrofotométricas a 593 nm se consideran relacionados linealmente con la reducción total de la capacidad antioxidante donadores de electrones. “La absorbancia se puede medir para probar la cantidad de hierro reducido y puede correlacionarse con la cantidad de antioxidantes.

1.7.8. Microorganismos

1.7.8.1. Salmonella entérica

Es un bacilo Gram negativo patógeno intracelular facultativo (anaerobio facultativo), reside de manera preminente en el tracto gastrointestinal de personas y animales (Alfaro, 2018). Es propagada por los alimentos y agua, siendo la primera causa de brotes de intoxicación (Barreto, et. al, 2016). Posee la capacidad de formar biopelículas en varios ambientes facilita su adherencia para sobrevivir en superficies vivas o inertes (Contreras, et. al, 2019).

1.7.8.2. Staphylococcus aureus ATCC 25923

“Es un coco Gram Positivo, anaerobio facultativo, inmóvil, de forma esférica, con actividad de catalasa y coagulasa” (Salcedo, et. al, 2020); *“se agrupa en racimos, las colonias presentan pigmento dorado, amarillo y blanco; crece mejor en presencia de oxígeno a 30-37°C, en un pH entre 7.0-7.5, es tolerante a compuestos como telurio, cloruro mercurico, neomicina, polimixina y acido sódico”* (Samaniego, et. al, 2021).

1.7.8.3. Pseudomonas aeruginosa ATCC 39327

Son bacterias patógenas de vida libre que habitan principalmente en agua y suelo (Gutiérrez, et. al, 2017). Es uno de los contaminantes más comunes, tiene requerimientos nutricionales muy bajos, el oxígeno limita su proliferación (Correa, et. al, 2015).

1.8. Marco conceptual

Agliconas: Es el compuesto sin azúcares que queda tras reemplazar por un átomo de hidrógeno el grupo glicosilo de un glucósido.

Iones: Son átomos o grupos de átomos que tienen una carga eléctrica. Los iones con una carga positiva se denominan cationes. Los que tienen carga negativa se denominan aniones.

Liguladas: Son las flores con los pétalos de la corola soldados en forma de lengüeta; en las hojas de las gramíneas estructura membranosa o pelosa que puede encontrarse en la zona de contacto entre el limbo y la vaina.

Microgotas: Son pequeñas gotas.

Oleíferas: Que contiene aceite.

Perenne: Que dura siempre o mucho tiempo.

Quimiotipo: Es una forma de clasificar esta composición química de la planta y que designa a la molécula que se encuentra en mayor cantidad dentro de su composición.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto de investigación fue realizado en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera en Agroindustria.

2.1. Tipos de investigación

Los métodos de investigación nos permitieron conocer a profundidad el objeto estudiado para dar una solución al problema detallado en el estudio.

2.1.1. Investigación bibliográfica

Es la indagación sistemática y exhaustiva, con respecto a un tema delimitado; en diversas fuentes de información como en documentales, libros, revistas, artículos científicos, buscadores, repositorios, revisión de antecedentes, entre otros con el propósito de recuperar documentos en distintos formatos (Martín & Lafuente, 2017).

Permitió recopilar la información pertinente a través de la observación, indagación, interpretación, reflexión y análisis de la revisión del material bibliográfico primario (artículos, tesis...), secundario (catálogos, bases de datos, etc.) y terciario (manuales, textos, patentes, entre otras) actualizados, facilitando la construcción de conocimientos.

2.1.2. Investigación cuantitativa

Mide las variables a través de técnicas estadísticas para el análisis de los datos recolectados, su finalidad es describir, explicar, predecir y controlar los objetivos de sus causas, a partir del descubrimiento de las mismas, fundamentando las conclusiones en la recolección, procesamiento, análisis e interpretación de los datos mediante el método hipotético-deductivo (Sánchez , 2019).

Habiendo explorado las causas del problema, se recopiló y estudió los datos de las variables dependientes e independiente, que nos guiaron para alcanzar valores estadísticos confiables y se determinó si los factores evaluados son significativos.

2.1.3. Investigación descriptiva

Es un procedimiento científico que implica describir las características fundamentales y observa el comportamiento de un determinado fenómeno, contestando a las interrogantes: ¿qué?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿quién?, referente al problema de la investigación; no comprende predicciones o hipótesis (Ochoa & Yunkor, 2019).

Ha facilitado la descripción de las características de la investigación, empleando criterios sistemáticos que favorecen establecer el comportamiento de las variables de estudio, generando información parangonable con la de otras fuentes.

2.1.4. Investigación experimental

Es un proceso experimental en el cual se manipula, controla y observa deliberadamente las variables independientes sometiéndolas a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen en las variables dependiente, arroja resultados muy específicos (Guevara, et. al, 2020).

Permitió obtener datos a través de la manipulación de las variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de las variables, determinando las causas y efectos en las conductas observadas, fue considerada exitosa al confirmar un cambio en la variable dependiente.

2.2. Técnicas de investigación:

Son los procedimientos metodológicos y sistemáticos que tienen el propósito de garantizar la operatividad durante el desarrollo de la investigación y el planteamiento de nuevas líneas de investigación, buscando la lógica y la comprensión del conocimiento.

2.2.1. La observación:

Recopila información y la registra a través del uso de los sentidos, no tiene un formato propio y la comprensión del investigador (Piza, et. al, 2019).

Permitió obtener un registro del comportamiento de las variables dependientes en el momento que sucedió, existiendo mayor exactitud en el registro de información.

2.3. Materiales

A continuación, se detallan todos los materiales de laboratorio empleados durante el desarrollo de la investigación.

2.3.1. Materiales de laboratorio

- Asas de Didrasky.
- Balones aforados de vidrio de 5 mL.
- Balones aforados de 10 mL.
- Bureta de vidrio de 1000 mL.
- Cajas Petri.
- Gradilla.
- Matraz con trampa de Clevenger.
- Matraz Erlenmeyer de vidrio de 500mL.
- Pipeta volumétrica de vidrio de 10 mL.
- Pinzas.
- Papel filtro.
- Tubos de ensayo de 10 mL.
- Varilla de agitación.
- Vasos de precipitación de 250 mL.

2.3.2. Equipos

- Balanza Analítica 0,0001 g.
- Espectrofotómetro GENESYS 20 Modelo 4001/4j.
- Extractor de aceite esencial por arrastre de vapor (Lanphan Ltd., China).
- Incubador Biocell modelos M345.

- Micropipeta automática 100-1000µl Microlit.

2.3.3. Reactivos

- Agua destilada.
- Agua peptonada.
- Agar nutritivo.
- Agar Mueller-Hinton.
- Acetato de sodio.
- Ácido acético.
- Ácido clorhídrico.
- Ácido gálico.
- Cloruro Férrico.
- Carbonato de sodio.
- Escherichia coli ATTC25922.
- Etanol al 99.8%.
- Pseudomonas aeruginosa ATTC39327
- TPTZ (2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride).
- ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt).
- Salmonella entérica U822s.
- Staphylococcus aureus ATTC25923.
- Sal de Mohr.
- Sulfato de sodio.

2.3.4. Materia prima

Planta de tzintzo

2.4. Procedimiento

2.4.1. Recolección

El tzintzo fue recolectada durante la puesta de sol en la provincia de Cotopaxi, en el cantón de Latacunga, en la parroquia San Buenaventura; con la

ayuda de una tijera de podar desinfectada, se cortaron a una altura de 10 cm desde el suelo los tallos de mejores condiciones y se eliminó las partes de la planta que no sean necesarias (malezas). Se evitó el contacto con la tierra para minimizar la carga microbiana del material vegetal cosechado, se las transportaron en sacos secos y limpios.

2.4.2. Selección

Con una inspección visual se identificó las partes de plantas no deseadas (manchas, resquebrajadura, hongos, parásitos, etc.) y la evaluación de ciertas características de la materia prima, como su apariencia, daños, tamaño, color, olor y el sabor.

2.4.3. Desinfección

Se realizó el mismo día que se cosechó el tzintzo, se usó unas tinas para su lavado con agua potable y para la desinfección química una solución de hipoclorito de sodio al 0,1%; para finalizar se enjuago con abundante agua destilada y se escurrió las plantas.

2.4.4. Extracción del aceite esencial del tzintzo mediante la técnica de arrastre de vapor

La materia prima se situó en el interior del equipo de arrastre de vapor simultáneamente con el agua destilada teniendo en cuenta de no exceder su capacidad, el tzintzo fue atravesado por el vapor, el cuál extrae el aceite esencial, la mezcla se condensa en el condensador, se enfría en el intercambiador y se recogió en el colector, se agregó 2 g sulfato de sodio durante 30 min para separarlo por diferencia de densidad el aceite AE del hidrolato. El aceite fue envasado en frascos ámbar y almacenados a 4°C (Sevillano, et. al, 2019).

El tiempo de extracción comienza cuando cae la primera gota de la mezcla agua-aceite. El aceite esencial fue extraído a 100 °C a 60, 105 y 150 minutos en una relación de 1:3, 1:4 y 1:5 del material vegetal/agua destilada.

2.4.5. Rendimiento de la extracción de aceites esenciales

El aceite esencial obtenido fue separado con una micropipeta e inmediatamente almacenaron para sus posteriores análisis. Los rendimientos en la

extracción se evaluaron a tiempos de 60, 105 y 150 min, operando siempre bajo las establecidas.

Ecuación 1 Rendimiento

$$\%R = \frac{m_{ae}}{m_{MV}} \times 100$$

En donde:

R: rendimiento (%)

$m_{a.e}$: masa del aceite esencial (g)

m_{MV} : masa de material vegetal (g) (Pérez , et. al, 2018).

2.4.6. Determinación de la composición química del aceite esencial de tzintzo

2.4.6.1. Cromatografía de gases acoplada a masas (GC-MS)

Se determinaron las condiciones de trabajo, así como el volumen de inyección de 0.2 μ L, flujo del gas de arrastre (He) de 0.5 mL/min, temperatura del inyector de 220 °C, temperatura del detector FID de 230 °C, modo Split 3:1, programa de temperatura del horno desde 50°C durante 4 min, un crecimiento de 10 °C/min hasta 220°C y mantenido por 2 min a esta temperatura. La confirmación de los compuestos químicos se efectuó mediante el detector de espectrometría de masas con modo de ionización de impacto electrónico a 70 eV. Un scanner del rango de masas entre 50 y 500 m/z. Al espectrómetro de masas se le realizó tuning usando perfluorotributilamina PFTBA (Sarria, et. al, 2021).

2.4.7. Determinación de la capacidad antioxidante reductora de hierro del aceite esencial

2.4.7.1. Ensayo de Frap

Se combinó 290 μ L de solución de trabajo (compuesta de 1 mL de solución tampón 300 mM (3,1g de CH₃COONa·3H₂O y 16 mL de ácido acético glacial), 1 mL de 20 mM FeCl₃·6H₂O en solución acuosa en 0,02M HCl, 1 mL de 10 mM TPTZ mezclado en etanol y 11 mL de etanol) y 10 μ L de muestra en un pocillo de microplaca, se aguardó 15 min y se midió la absorbancia a 593 nm. La curva de calibración se consiguió empleando una solución de Trolox (Tufinio, et. al, 2021).

2.4.7.2. Método ABTS

Se hizo las soluciones:

A: Se diluyó 38.4 mg de ABTS en 10 mL de agua destilada y la solución

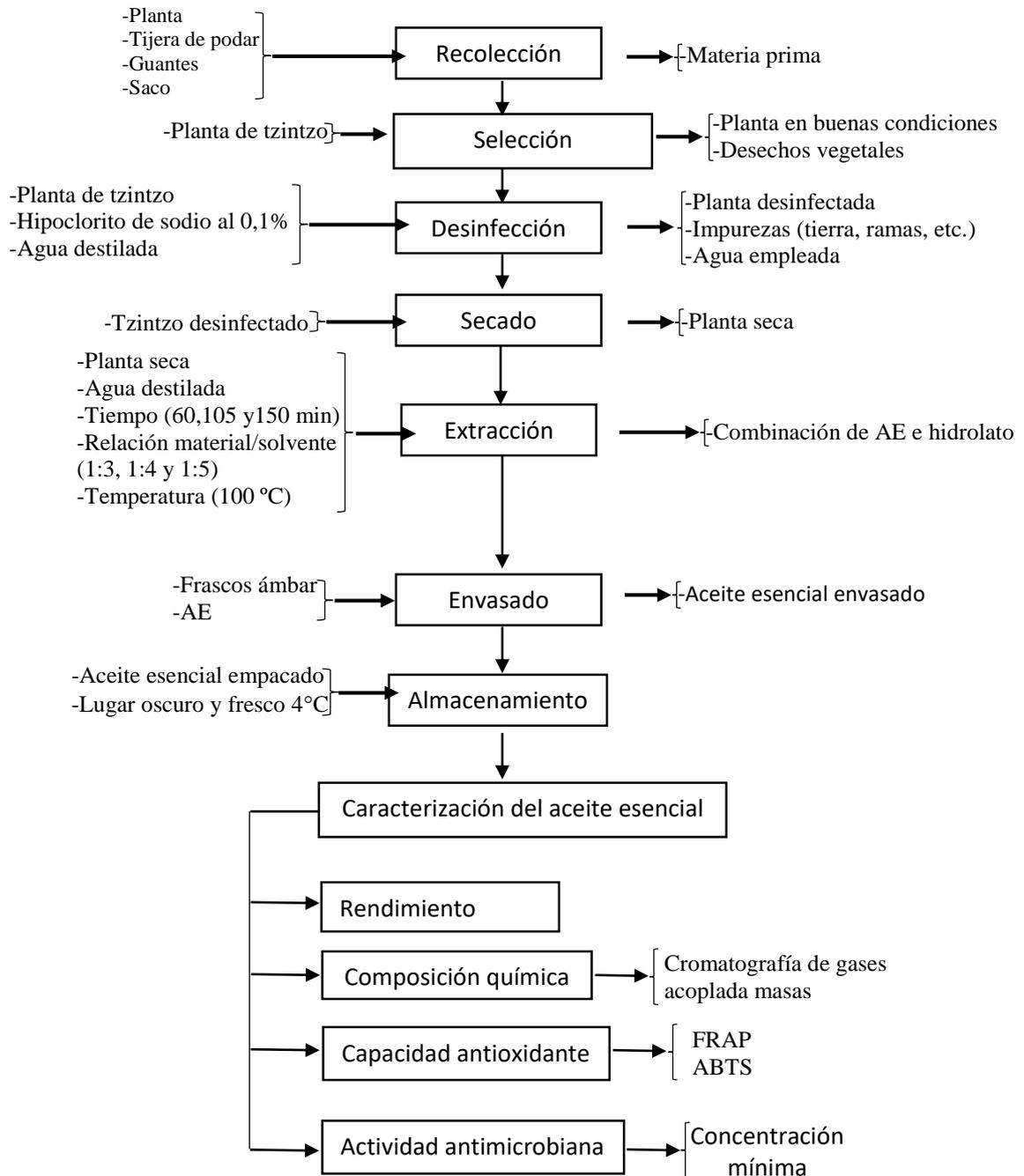
B: Se disolvió 378,4 mg de persulfato de potasio en 10 mL de agua destilada.

Se obtuvo el reactivo de trabajo, al mezclar 10 mL de sol. A con 176 μ L de sol. B. Se dejó reaccionar por 16 horas en total oscuridad. Se diluyó el reactivo de trabajo con agua destilada hasta conseguir una absorbancia de $0,7 \pm 0,05$ a 734 nm. Para la reacción, se tomó en un beacker limpio 20 μ L de muestra y se hizo reaccionar con 980 μ L de reactivo ABTS por 10 minutos en oscuridad a temperatura ambiente. Al finalizar el tiempo se leyó a 734nm. Se utilizó como unidad de medida estándar el Trolox. Los resultados fueron expresados en porcentaje de inhibición de la formación de radicales ABTS (Galvez, et. al, 2021).

2.4.8. Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *tzintzo*

La actividad antimicrobiana del aceite esencial de *tzintzo* (*Tagetes minuta*) se corroboró en cepas de microorganismos: *Salmonella entérica* U822s, *Staphylococcus aureus* ATTC25923, *Escherichia coli* ATTC25922, *Listeria monocytogenes* ATTC 19115, *Bacillus cereus* ATTC 10876 y *Pseudomonas aeruginosa* ATTC10145. Se subcultivaron en agar Standard e incubaron a 35 °C durante 24 h antes de los ensayos. para su uso, se elaboraron diluciones McFarland 0,5 (corresponde aproximadamente a una suspensión homogénea de *Escherichia coli* de $1,5 \times 10^8$ células por mL³), la concentración se corroboró y ajustó utilizando a un espectrofotómetro, a una absorbancia entre 0,08-0,12 a 625 nm que corresponde a 108 UFC/ml. Se utilizó caldo Mueller Hinton ajustado con cationes para trabajar con las bacterias; no obstante, *S. aureus* utiliza una variación, a dicho caldo se le agrega 20% NaCl, al considerarse una bacteria halofílica.

2.5. Diagrama de flujo de la extracción del aceite esencial de tzintzo



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

2.6. Presupuesto

Tabla 4 Presupuesto de la investigación

Cantidad	Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO		
		H. uso	Valor Unitario \$	Depreciación de 120 días
Equipos				
1	Cromatógrafo de gases con espectrometría de masas (GC-MS) en un equipo Agilent Technologies 5975 inert XL MSD with Triple-Axis Detector	4	20,00	80,00
1	Espectrofotómetro GENESYS 20 Modelo 4001/4j	6	10,00	60,00
1	Incubador Biocell modelos M345	50	1,00	50,00
1	Extractor por arrastre de vapor (Lanphan Ltd., China)	24	8,00	192,00
1	Balanza Analítica (0,0001g)	3	5,00	15,00
				397,00
Cantidad	Descripción	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Materiales				
10	Tubos de ensayo 10 mL	U	0,90	9,00
5	Balones aforados vidrio 5 mL	U	4,60	23,00
5	Balones aforados 10 mL	U	4,10	20,50
1	Matraz con trampa de Clevenger	U	20,00	20,00
1	Micropipeta Microlit 100-1000 µl volumen variable	U	90,00	90,00
5	Pipeta volumétrica de vidrio 10 ML	U	3,25	16,25
1	Piseta plástica 500ml	U	2,80	2,80
1	Punta Microlit 1000 µl paquete	U	21,00	21,00
1	Varilla de agitación	U	1,80	1,80
4	Vasos de precipitación (250mL)	U	2,80	11,20
15	Cajas Petri	U	1,15	17,25
1	Gradilla plástica	U	1,25	1,25
1	Pinzas	U	4,00	4,00
1	Papel aluminio	U	2,50	2,50
1	Limpión industrial	M	2,15	2,15
2	Alcohol antiséptico	L	3,00	6,00
				248,70
Reactivos				
11	Agua destilada	L	0,90	9,90
5	Cloruro Férrico	G	1	5,0
5	Acetato de sodio	G	1	5,0
1	Ácido acético	U	50	50,0
1	Reactivo TPTZ	G	20	20,0
2	Sal de Mohr	G	11	22,0
100	Ácido clorhídrico	ml	0,12	12,0
5	Carbonato de sodio	G	0,52	2,60
3	Folling	G	5,20	15,60
1	Ácido gálico	G	28	28,0
3	Etanol 99.8%	L	4	12,0
4	Sulfato de sodio	G	0,51	2,04
1	Trolox de grado analítico	G	151	151,0
				357,14
Material Bibliográfico y fotocopias				

2.7. Investigación experimental

2.7.1. Diseño experimental

Para la obtención de los aceites esenciales se usó el software Design Expert 8.0.6, en el diseño experimental y el proceso de optimización numérica, el programa estableció un modelo cuadrático con 17 corridas experimentales, estudiando como condiciones el tiempo (60, 105, y 150 min) y la relación del material con el agua destilada (1:3; 1:4; 1:5); con el propósito de obtener un mayor rendimiento, antioxidantes y actividad antimicrobiana en el AE de tzintzo seleccionado. En la tabla 5 se muestra las variables y los intervalos a valorar en la experimentación para cada factor.

Tabla 5 Variables evaluados en el diseño experimental

Variable Dependiente	Variable Independiente	Indicadores	UM
Extracción y caracterización del aceite esencial de tzintzo	*Factores de tiempo (60, 105, y 150 min) *Relación material vegetal/agua destilada (1:3; 1:4; 1:5).	Rendimiento de cada corrida experimental.	%
		Condiciones óptimas de la extracción	min
		Verificación de las condiciones óptimas de extracción.	g/L
		Características del aceite esencial optimizado	min
		ABTS	g/L
		FRAP	%
			%
			mg/g
			μmol ET /g
			μmol Fe ²⁺ /g

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

CAPITULO III

3.1. RESULTADOS

3.1.1. *Optimizar el proceso de extracción del aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) en función al rendimiento.*

En la tabla 6 se presenta el modelo de superficie de respuesta, para el rendimiento del aceite esencial de tzintzo, con 17 corridas experimentales, se evaluó como factores de estudio el tiempo (60 min, 105 min y 150 min) y la relación del material/agua destilada (1:3;1:4; 1:5).

Tabla 6 *Matriz experimental para la evaluación del rendimiento del aceite esencial de la planta de Tzintzo*

Corrida	Tiempo (min)	Relación material/agua destilada (g/L)	Rendimiento (%)
1	105	1:5	0.5001
2	150	1:5	0.7101
3	60	1:4	0.1721
4	105	1:4	0.3909
5	60	1:4	0.1832
6	60	1:5	0.2327
7	150	1:3	0.5023
8	150	1:4	0.6234
9	60	1:3	0.1121
10	105	1:4	0.4001
11	105	1:3	0.3489
12	150	1:3	0.4998
13	105	1:3	0.3543
14	60	1:5	0.2455
15	150	1:4	0.6199
16	105	1:5	0.5022
17	150	1:5	0.7092

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

En la corrida 2 se observa un mayor rendimiento con 0,7101 % del aceite esencial, la cual fue extraída a 150 min en una relación de 1:5 en el material vegetal/ agua destilada.

Según Townsend (2021) la matriz experimental es un procedimiento metodológico que desagrega las variables de estudio para el diseño y desarrollo de los instrumentos de medición, para el tratamiento de las variables experimentales.

3.1.1.1. Rendimiento

La Tabla 7 demuestra la importancia del análisis de varianza de regresión y el coeficiente de estimación del contenido de la variable respuesta. Se observa que el modelo cuadrático es relevante, con un nivel de confianza de 95 %, lo cual indica que hay una relación estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$), entre la interacción de la relación masa/agua (RMA) y tiempo de extracción (TIE) corroborando que la variabilidad de los coeficientes tendrá una relación directa con la determinación del rendimiento. El valor del F del modelo es elevado y se aceptó la hipótesis alternativa.

Tabla 7 *Parámetros del modelo codificado para el contenido del rendimiento*

Indicador	Rendimiento (%)
Intercepto	0,42
X_{TIE}	0,22
X_{RMA}	-0,078
X_{TIE}^2	-0,021
X_{RMA}^2	-0,005
$X_{TIE} X_{RMA}$	0,006
R^2	0,9969
R^2 ajustado	0,9950
R^2 predicho	0,9851
F modelo	532,56
F falta de ajuste	29,15
Precisión adecuada	68,836

RMA: relación masa/agua

TIE: tiempo de extracción

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

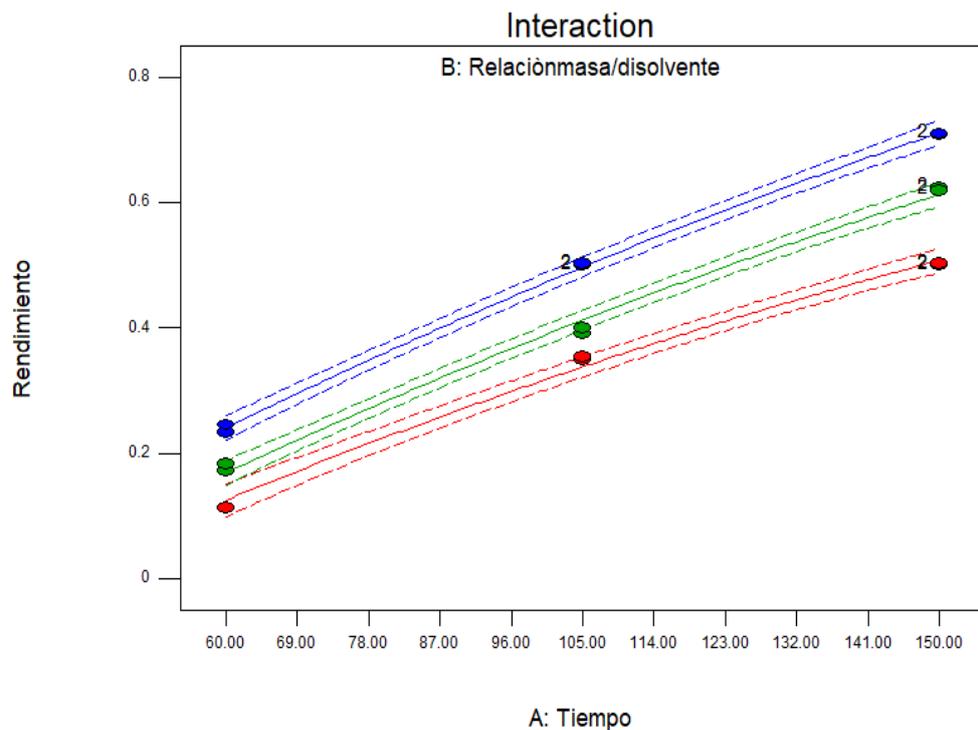
Aparicio, et. al (2019) en su investigación obtuvo 0.087% de rendimiento del aceite esencial de *Libanothamnus neriifolius* obtenido por el método de

hidrodestilación con trampa de Clevenger. Torrenegra, et. al, (2016) consiguió 0,6% del AE de *Minthostachys mollis*.

Según Meyer, et. al, (2018) los diferentes métodos de extracción, pueden obtener rendimientos similares sin embargo la disimilitud veraz y significativa se registra en el tiempo total de extracción. El estado de la materia prima influye en la cantidad de aceite esencial extraído.

En la figura 1 se observa la eficiencia de la metodología del arrastre de vapor de la extracción del aceite esencial de tzintzo; a 150 min se obtuvo el mayor rendimiento 0.7101 %.

Figura 2 Interacción de los factores en el rendimiento del aceite esencial.



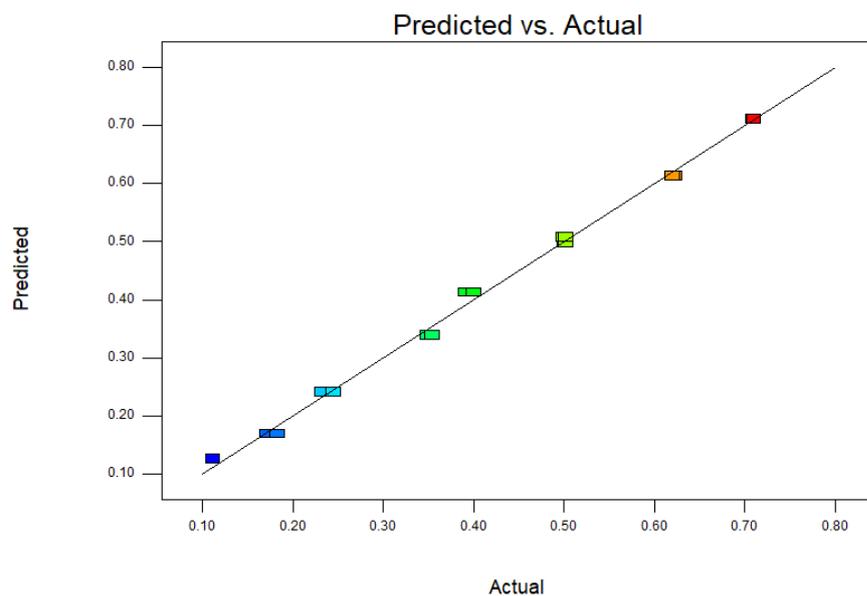
Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

La figura 2 muestra el diseño cuadrático, con la correlación de los factores cuantitativos evaluados (XRMA y XTIE), debido a lo cual es favorable, puesto que, a medida que la relación entre la masa/agua y el tiempo de extracción aumenta de niveles bajos a altos se observa un incremento significativo del rendimiento,

lo que significa que se acepta la hipótesis alternativa. Esto nos ayuda a tomar acciones y decisiones para optimizar el proceso de extracción del aceite esencial.

Se muestra los predichos establecidos por el diseño matemático para el rendimiento del aceite esencial de tzintzo, los datos del RMA y el TIE se ajustan en gran proporción a una distribución normal, los puntos experimentales se acercan a la línea del diseño actual.

Figura 3 Valores experimentales y predichos establecidos por el software para el rendimiento del aceite esencial de tzintzo.



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

3.1.1.2. Optimización numérica del proceso de extracción del aceite esencial de tzintzo.

El software Design expert arrojó las restricciones con el propósito de predecir las variables dependientes para obtener un mejor rendimiento, de las cuales se escogió el prototipo más relevante (Tabla 8).

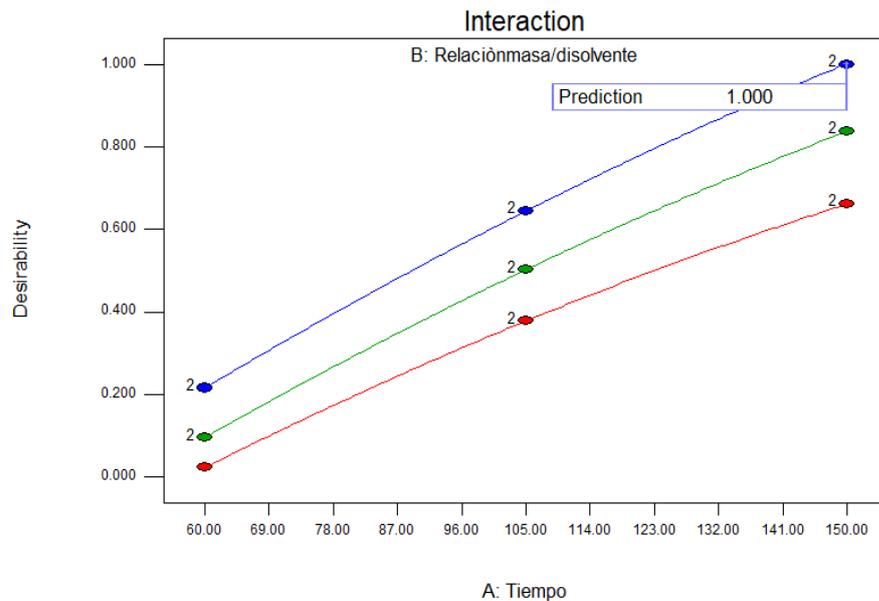
Tabla 8 Solución optimizada arrojada por el software

Parámetro	Unidad	Solución
Tiempo	Min	150,00
Relación masa/solvente	g/L	3
Rendimiento	%	0,711433
Deseabilidad	-	1

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

La figura 3 muestra la superficie de repuesta de la interacción de las variables evaluadas; las cuales arrojan que a un tiempo de extracción de 150 min y una relación masa/solvente de 1:5, se tiene una deseabilidad de 1; de tal modo que, a mayor tiempo de extracción y relación masa/solvente se conseguirá valores relevantes en el rendimiento.

Tabla 9 Optimización numérica para el rendimiento del aceite esencial.



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Se realizó la corrida experimental bajo las restricciones arrojadas en el predicho por el software Desing expert, en el cual se pudo corroborar que el valor del rendimiento experimental es mayor que el predicho.

Tabla 10 Rendimiento del valor predicho y experimental

Parámetro	UM	Valor predicho	Valor experimental
Redimiendo	%	0,7114	0,7891

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Mendoza y Ricardo (2019) obtuvieron un rendimiento de 0,57% del aceite de huacatay (*Tagetes minuta* L.), siendo inferior al valor obtenido experimentalmente. Scalvenzi, et. al, (2016) en su investigación expresan que existe una amplia variedad en el rendimiento y composición química de los aceites esenciales; esto se debe a las condiciones climáticas, irradiación solar, temperatura, abastecimiento de agua, lugar de crecimiento, cosecha, edad y el estado de desarrollo de la planta.

3.1.2. Composición del aceite esencial de tzintzo, por el método de cromatografía de gases acoplado a un detector espectrómetro de masa.

En la tabla 11 se muestran los resultados de la composición química del aceite esencial de la planta de sunfo, obtenidos por LP-CGM, encontrando 14 compuestos, de los cuales se identificó 1 compuesto mayoritario como: Cis-Tagetona (63,14 %) y en pequeñas cantidades: Acido-3-Butanoico-1H-Indola (7,14 %), Bis-O-(Tetrahidropirán-2-il)-2-Butino (5,71 %), 3-Etilnitrobenzoceno (4,71 %), Trans-Tagetona (4,54 %), 4,5 Dimetil-2-Formilfurano (2,81 %), 2-Isobutil-5-Isopentil-Tiofeno (2,77 %), Serisol amarillo (1,72 %), Carvenona (1,66 %), 2-Pentiltiofeno (1,62 %), 2-Amino-5-Hidroxi-Acetofenona (1,32 %), Trans-Beta-Ocimeno (1,16%), Acido-7-Metil-tio-9-Oxoxanten-2-Carbonílico (1,08 %) y Aminopirazina (0,63 %).

Tabla 11 Composición química del aceite esencial de tzintzo

Compuesto químico	Unidad	%	Min
Aminopirazina	%p/v	0,63	
Trans-Beta-Ocimeno	%p/v	1,16	
Bis-O-(Tetrahidropirán-2-il)-2-Butino	%p/v	5,71	
Carvenona	%p/v	1,66	
Trans-Tagetona	%p/v	4,54	
Cis-Tagetona	%p/v	63,14	
2-Pentiltiofeno	%p/v	1,62	
4,5 Dimetil-2-Formilfurano	%p/v	2,81	
2-Amino-5-Hidroxi-Acetofenona	%p/v	1,32	
2-Isobutil-5-Isopentil-Tiofeno	%p/v	2,77	
Acido-3-Butanoico-1H-Indola	%p/v	7,14	
3-Etilnitrobenzoceno	%p/v	4,71	
Acido-7-Metil-tio-9-Oxoxanten-2-Carbonílico	%p/v	1,08	
Serisol amarillo	%p/v	1,72	
Total	%p/v	100	

Fuente: (Laboratorio Científico Crom; 2022)

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Huaraca, et. al, (2021) en su estudio sobre la composición química de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L. y *Tagetes elliptica* Sm., encontraron β -trans-Ocimeno, Trans-Tagetona, Cis-Tagetona, β -Mirceno y β -Cariofileno. Elías, et. al, en su estudio realizado al aceite de Huacatay identificaron 22 compuestos que

comprenden el 100%, siendo este superior al total de compuestos encontrados en la investigación. Con esta investigación se pudo constatar la presencia de estos compuestos en el aceite de las plantas Tagetes.

También se debe tener en cuenta que la abundancia en monoterpenos conducen a actividades antioxidantes. De Oliveira, et. al, en su (2022) estudio expusieron que el pH del agua tiene influencia en la composición química de los aceites.

Los terpenos son hidrocarburos inodoros que aportan muy poco al aroma y actúan como base diluyente del AE. Los responsables del aroma son los compuestos orgánicos con grupos funcionales como: cetona, alcohol, éster, aldehído, alcohol, etc., (Casado, 2018).

3.1.3. Capacidad antioxidante del aceite esencial de tzintzo mediante el procedimiento de FRAP y ABTS.

En la tabla 12 se muestra el contenido de fenoles totales presentes en el aceite esencial de tzintzo, los valores alcanzados en los ensayos para determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial de tzintzo fue en FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power) 289,78 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ y ABTS (Ácido 2,2 –azinobis (3etilbenzotiazolin) 6sulfónico) 489,14 $\mu\text{mol ET /g}$.

Tabla 12 *Análisis de captación de radicales libres*

Ensayo	Unidades	Resultado
ABTS	$\mu\text{mol ET /g}$	489,14
FRAP	$\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$	289,78

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Llimpe et. al, (2022) en su investigación sobre la actividad antioxidante del aceite esencial mostró una variación entre 21,02 a 41,06 mg/mL para BTS*+. Los Aceites esenciales son una fuente de metabolitos bioactivos.

3.1.4. Capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo, a través de la metodología de concentración mínima inhibitoria.

Se presentan los resultados la concentración mínima inhibitoria (CMI) del aceite esencial de tzintzo en la tabla 13, en el cual se estimó un intervalo del 1 a 3%, de acuerdo con la parte experimental se consiguió establecer el orden de efectividad en la concentración mínima inhibitoria: *Salmonella entérica* (3 %) > *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (2 %) > *Escherichia coli* ATCC 25922 (1 %) = *Pseudomonas aeruginosa* ATTC 39327 (1 %). Las bacterias Gram negativas resultaron más sensibles que las Gram positivas.

Tabla 13 Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de tzintzo

Microorganismo	Aceite esencial (%)
Salmonella entérica	3,0
Staphylococcus aureus ATCC 25923	2,0
Escherichia coli ATCC 25922	1,0
Pseudomonas aeruginosa ATTC 39327	1,0

Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Los compuestos como el carvacrol disminuyen la síntesis intracelular al agotar la reserva de ATP. La ósmosis es el movimiento neto de agua a través de una membrana semipermeable desde una zona de baja concentración de solutos hacia otra de mayor concentración (2015).

Araujo (2020) en su investigación las bacterias más sensibles a la acción del aceite de *Lasiocephalus ovatus* fueron *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922 con concentraciones mínimas inhibitorias de 200-400 µg/mL y bactericidas de 800 µg/mL. Black, et. al, (2017) en su investigación menciona que la efectividad antimicrobiana del AE depende que parte de la planta que se use para la extracción, la concentración obtenida y condiciones ambientales del almacenamiento.

Según Rubio, et. al, (2018) los aceites esenciales se han evaluado en carnes, leche, vegetales, frutas y jugos; la industria alimentaria busca aplicar los aceites esenciales en el tratamiento de microorganismos patógenos que son capaces de provocar enfermedades transmitidas por alimentos. Por otro lado, Buldain (2019) menciona que la actividad antimicrobiana depende de la composición química y la

concentración de cada componente. Culqui (2020) observó que el aceite esencial de la *Tagetes minuta* posee un efecto inhibitor superior en *E. coli* que en *S. aureus*.

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales son una posibilidad para sustituir o minimizar el uso de productos como el ácido benzoico (E-210) y el benzoato sódico (E-211) usados en refrescos, salsas, etc., o los nitratos, nitritos de sodio y potasio (E-251, E-252, E-250 y E-249, respectivamente), empleados en industrias cárnicas para prevenir el botulismo y estabilizar sabor, aroma y color (Ortega, et. al, 2020).

3.2. CONCLUSIONES

- Por medio del software Design-Expert se optimizó la extracción del aceite esencial de tzintzo a través del arrastre de vapor, se consiguió como factores un tiempo de 150 min y 1:5 de la relación masa (g) / solvente (L), en el predicho se obtuvo un rendimiento de 0,7114%, se corroboró el proceso de optimización numérica, comparándolo con el valor experimental 0,7891 %. El valor experimental fue mayor que el predicho.
- Los compuestos volátiles del aceite esencial de tzintzo fueron determinados mediante una cromatografía de gases con la sensibilidad y capacidad selectiva del detector de masas, encontrando 14 compuestos, de los cuales se identificó el Cis-Tagetona (63,14 %) como compuesto mayoritario. En el área de la tecnología de alimentos, el estudio y análisis de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) han tomado gran relevancia, ya que dan a conocer la composición y determinan la calidad.
- El contenido de fenoles totales presentes en el aceite esencial de tzintzo, se determinó mediante ensayos de laboratorio obteniendo en FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power) 289,78 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ y ABTS (Ácido 2,2 – azinobis (3etilbenzotiazolin) 6sulfónico) 489,14 $\mu\text{mol ET}/\text{g}$. Con los datos obtenidos se corrobora que el AE es capaz de prevenir o retardar la oxidación de moléculas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.
- La evaluación de la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo se la realizó a través de la concentración mínima inhibitoria, estimando un intervalo del 1 a 3%, el AE presentó inhibición frente a la *Salmonella entérica* (3 %) > *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (2 %) > *Escherichia coli* ATCC 25922 (1 %) = *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 39327 (1 %), se consiguió establecer el orden de efectividad mencionado. El mejor efecto del antimicrobiano fue contra el de la salmonella entérica, además existe una diferencia significativa de su efectividad en las cepas microbianas.

3.3. RECOMENDACIONES

- Determinar el rendimiento del aceite esencial de las diferentes edades fenológicas de la planta y las fracciones de la planta de tzintzo.
- La selección y el tratamiento de la materia prima es esencial antes de la extracción, ya que, en el proceso, el vapor de agua puede arrastrar impurezas dando como resultado un aceite esencial sucio.
- Envasar el aceite en frascos ámbar y sellarlos bien para prevenir la oxidación y evaporación del aceite. Almacenar los aceites esenciales en lugares frescos, secos, oscuros y protegidos del calor para evitar perder sus compuestos bioactivos; mucho calor puede ocasionar que se evapore más rápido el AE.
- Evitar la exposición frecuente y prolongada del aceite esencial con el aire para no alterar su consistencia, olor y propiedades.
- Usar materia prima orgánica para la destilación, puesto que se mezclan con los químicos que tiene haciéndolos no aptos para el consumo.
- Realizar un ensayo biodirigido, con una serie de fraccionamientos con diferentes solventes, para determinar el compuesto responsable de la actividad antimicrobiana.

3.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, J., Guzmán, T., & Muñoz, C. (2019). Revisión documental de uso de los aceites esenciales obtenidos de *Lippia alba* (Verbenaceae), como alternativa antibacteriana y antifúngica. *Scielo*, 32(1), 3-11. doi:<http://dx.doi.org/10.8845/tm.v32.i1.4114>
- Alarcón, L. S., & Alarcón, L. K. (2020). Extracción por arrastre de vapor del aceite esencial *Limonaria cymbopogon citratus* y evaluación preliminar de la actividad antimicrobiana in vitro de frente a microorganismos de agua dulce. *SENA*, 4(1), 93-95. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/4588>
- Alfaro, R. (2018). Aspectos relevantes sobre *Salmonella* sp en humanos. *Medicina general integral*, 34(3). Obtenido de <https://revmgi.sld.cu/index.php/mgi/article/view/957/208>
- Álvarez, I., Uribe, C., Acevedo, J., & Lesmes, R. (2015). Análisis de la Producción de Aceite Esencial de *Lippia alba* por Destilación Mediante Arrastre de Vapor en Planta Móvil. *Sena*, 2(1), 5-34. doi:<https://doi.org/10.23850/24628034.443>
- Aparicio, R., Luis Rojas, Velasco, J., Usubillaga, A., Sosa, M., & Rojas, J. (2019). Caracterización química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de *Libanothamnus neriifolius* (Asteraceae). *Scielo*, 26(1), 095-100. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15912>
- Araujo, L., Vimos, K., Cruz, R., Falconí, F., Rojas, L., & Gonzáles, A. (2020). Componentes químicos y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Lasiocephalus ovatus* (Asteraceae) que crece en el Ecuador. *Scielo*, 25(1), 22-28. doi:<https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75728>
- Argote, F., Suarez, Z., Tobar, M., Perez, J., Hurtado, A., & Delgado, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 52-60. doi:[https://doi.org/10.18684/bsaa\(15\).593](https://doi.org/10.18684/bsaa(15).593)

- Baca, W. (2018). *Estudio comparativo del aceite esencial de huacatay (Tagetes minuta) de la Región Amazonas por cromatografía líquida de alta resolución. [Tesis; Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1376>
- Barragán, M. (2019). *Análisis de la biodiversidad en Ecuador*. Obtenido de Udla: <https://www.udla.edu.ec/2019/11/analisis-de-la-biodiversidad-en-ecuador/>
- Barreto, M., Castillo, M., & Retamal, P. (2016). Salmonella enterica: una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. *Scielo*, 33(5), 547-557. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182016000500010>
- Bermúdez, M., Granados, F., & Molina, A. (2019). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de Psidium guajava y Cymbopogon citratus. *Scielo*, 30(1), 147-163. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.33758>
- Black, J., Ventura, R., Barrera, L., & Bautista, S. (2017). Caracterización química, variabilidad composicional y modelamiento matemático del efecto de aceites esenciales en Alternaria alternata. *Scielo*, 35(2), 204-226. doi:<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1612-5>
- Buldain, D. (2019). *Estudio de la eficacia in vitro de combinaciones de antimicrobianos con aceite esencial de Melaleuca armillaris Sm. frente a Staphylococcus aureus. [Tesis de maestría; Universidad Nacional de la Plata]*. Repositorio institucional. doi:<https://doi.org/10.35537/10915/82453>
- Casado, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor. [Tesis-ingeniería química industrial y del medio ambiente; ETSI Industriales (UPM)]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://oa.upm.es/49669/>

- Castaño, C., & Hernández, P. (2018). Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienvjecimiento. *Eug*, 59(2), 77-4.
doi:<http://dx.doi.org/10.30827/ars.v59i2.7218>
- Cázares, D. (2017). *Efecto del aceite esencial de Tagetes lucida en una biopelícula de quitosano sobre Botrytis cinerea en frutos de zarzamora (Rubus fruticosus Cv. Tupi)*. [Tesis de maestría-Ciencias Biológicas; Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo]. Repositorio institucional. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2027
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., Pillasaguay, S., & Riera, M. (2019). Comparación de métodos de destilación para la obtención de aceite esencial de eucalipto. *Colón cienciatecnología y negocios*, 6(1), 1-13.
Obtenido de https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/472
- Contreras, M., Medrano, J., Ibarra, J., Martínez, J., Chaidez, Q., & Castro, N. (2019). Los últimos 50 años de Salmonella en México: Fuentes de aislamiento y factores que influyen en su prevalencia y diversidad. *Scielo*, 6(2), 1-26. doi:<https://doi.org/10.15741/revbio.06.nesp.e540>
- Coronel, E. (2017). *Determinación de la composición química, propiedades físicas y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de Piper carpunya (Ruiz & Pav.) de la provincia de Zamora Chinchipe*. [Tesis; UTPL]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16973>
- Correa, K., Bravo, M., Silva, R., & Montiel, M. (2015). Susceptibilidad a antibióticos de Pseudomonas aeruginosa aislada de agua de consumo humano de la comunidad Santa Rosa de Agua, Maracaibo, estado Zulia. *Scielo*, 35(2), 83-88. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562015000200005

- Culqui, C. (2020). Uso de aceite esencial de *Tagetes minuta* L. como conservante de carne de cuy. *UNIFSLB*, 1(1), 35-41.
doi:<https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v1i1.25>
- De Oliveira, E., Fontes, M., & Souza, C. (2022). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de hojas de *Piper marginatum* obtenido por hidrodestilación con pH4, pH7 y pH10. *Ciencias exactas, físicas y naturales*, 46(181), 1002-1009.
doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1736>
- Evangelista, Z., Reyes, N., & Rodríguez, I. (2018). Evaluación antimicrobiana de aceites esenciales de plantas contra microorganismos patógenos: Estudio in vitro del aceite de orégano combinado con conservadores alimenticios convencionales. *Scielo*, 28(4), 10-18. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662018000400010&script=sci_abstract
- Flores, F. (2021). *Modelo de gestión para la planta de producción de aceites esenciales de la pre- asociación de mujeres productoras de aceites esenciales y afines "Oshun", de la parroquia La Concepción cantón Mira-Ecuador. [Tesis Posgrado; Universidad Técnica del Norte].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11678>
- Galvez, L., Alvarez, M., Alcázar, O., Mayta, F., Lozano, F., Cordova, E., & Revoredo, R. (2021). Actividad antioxidante del gel a base de extracto de *Origanum vulgare* ¿Importante para la salud bucal? Estudio preliminar. *Estomatológica Herediana*, 31(1), 6-16.
doi:<https://doi.org/10.20453/reh.v31i1.3921>
- González, A., & Ríos, J. (2021). *Simulación del proceso de destilación por cargas para la determinación del rendimiento del aceite esencial ylang ylang. [Tesis; Escuela Superior Politécnica del Litoral].* Repositorio institucional. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52038>

- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gutiérrez, O., Navarro, L., Loeza, P., Del Río, O., & Jiménez, R. (2017). Perfiles de resistencia a antibióticos y metales pesados en *Pseudomonas aeruginosa* potencialmente patógenas aisladas de agua de uso agrícola. 9(19), 97-112. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203353519007>
- Huamán, M. (2020). *Evaluación de la influencia del aceite esencial de huacatay (Tagetes minuta) en la conservación de la hamburguesa de carne de res (Bos taurus)*. [Tesis; Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14168/595>
- Huaraca, R., Tapia, F., Delgado, M., & Nolasco, G. (2021). Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú. *Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(14), 153-165.
doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.106>
- Iannacone, J., Alvarino, L., Guabloche, A., Ventura, K., La Torre, M., Carhuapoma, M., & Castañeda, L. (2017). Efecto tóxico agudo y crónico de tagetes minuta "Huacatay" (Asteraceae) y carbaril sobre seis entomófagos de importancia en control biológico. *Unfv*, 15(1), 85-97.
doi:<https://doi.org/10.24039/rtb2017151145>
- iNaturalist. (2022). *iNaturalist.ca*. Obtenido de Huacatay (Tagetes minuta): <https://inaturalist.ca/taxa/79313-Tagetes-minuta>
- Labrada, Y., Cordoví, J., Ledea, J., Rapado, M., & Rosabal, Ú. (2018). Caracterización física y química de aceite esencial de *Azadirachta indica* A Juss expuesto a radiación gamma. *Scielo*, 30(3), 470-482. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000300006

- Labrada, Y., Cordoví, J., Ledea, J., Rapado, M., & Rosabal, Ú. (2018). Caracterización física y química de aceite esencial de *Azaridachta indica* A Juss expuesto a radiación gamma. *Scielo*, 30(3), 470-482. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000300006
- Llimpe, P., Aguirre, L., Taype, O., & Ore, F. (2022). Capacidad antioxidante y metabolitos bioactivos in vitro del aceite esencial de *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*. *Tecno humanismo*, 2(4). Obtenido de <https://tecnohumanismo.online/index.php/tecnohumanismo>
- Manuelo, M. (2020). *Efecto antimicótico “in vivo” del ungüento a base del aceite esencial de tagetes minuta L. Huacatay frente a Cándida albicans ATCC 6538 en ratas albinas. [Facultad de Ciencias de la Salud; Universidad Nacional Jorge Basadre Grhmann]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4005>
- Martín, S., & Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. *Scielo*, 31(71), 151-180. doi:<https://doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.2017.71.57814>
- Martínez, E. (2018). *Extractos vegetales para el manejo de plagas y enfermedades en jitomate (Solanum lycopersicum) y fresa (Fragaria × ananassa Duch.)*. [Tesis de Maestría; Universidad Autónoma De Aguascalientes]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11317/1930>
- Medina, M., & Meza, Y. (2018). *Estudio de índices reológicos y diferencias organolépticas en la elaboración de salsas de chincho (Tagetes eliptica) - huacatay (Tagetes minuta)*. [Tesis; Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4786>
- Mendoza, J., & Ricardo, E. (2019). *Características fisicoquímicas del aceite esencial y determinación del porcentaje relativo de sus componentes hidrocarbonados y oxigenados de la hoja de Tagetes minuta L.*

- (HUACATAY). [Tesis de farmacia-Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12605>
- Meyer, G., Sarmiento, O., Ramírez, R., & Guevara, O. (2018). Evaluación del rendimiento del aceite esencial de caléndula (*Calendula officinalis* L) obtenido por OAH. *Scielo*, 31(1), 13-19.
doi:<http://dx.doi.org/10.18273/revion>
- Moghaddam, M., & Mehdizadeh, L. (2017). *Capítulo 13 - Química de los aceites esenciales y factores que influyen en sus constituyentes*.
doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811412-4.00013-8>
- Ochoa, J., & Yunkor, Y. (2019). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Autónoma*, 2(2), 1-19. Obtenido de <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>
- Ortega, M., Acosta, E., Molina, A., Gutiérrez, C., Castro, G., & Tofiño, A. (2020). Actividad biológica de los aceites esenciales del arbusto *Lippia alba* (Verbenaceae). *Scielo*, 68(1), 344-359.
doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i1.39153>.
- Panca, P., & Mendoza, M. (2019). *Determinación de los factores de extracción del aceite esencial de albahaca (*Ocimum Basilicum* L.) por el método de arrastre de vapor- [Tesis; Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13986>
- Pazmiño, A., Campuzano, A., & Marín, K. (2020). Inhibición del crecimiento de *Salmonella* spp y *Staphylococcus aureus* por efecto del aceite esencial de orégano en una película biodegradable activa de ácido poliláctico. *Bases de la ciencia*, 5(1), 41-50.
doi:https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v5i1.2035
- Pérez, A., Vitola, D., & Chamorro, L. (2018). Actividad del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum*) contra *Colletotrichum gloeosporioides* de

Ñame (*Dioscorea alata*). *U.D.C.A*, 21(1), 99-108.
doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.667>

Pesantez, G. (2014). *Empleo de aceites esenciales para mejorar la conservación de tomate fresco cortado*. [Tesis de maestría en Tecnología de los Alimentos; Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42269>

Piza, N., Amaiquema, F., & Beltrán, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Scielo*, 15(70), 455-459. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455

Plaza, M., & Ricalde, M. (2015). Establecer parámetros de control de calidad físico-químicos del aceite esencial del *Schinus molle* L. *Scielo*, 11(12), 693-696. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872015000200005&script=sci_arttext

Presidencia de la República del Ecuador. (2017). “*Bienvenidos a Ecuador, el país megadiverso más compacto del mundo*”. Obtenido de Gobierno del encuentro: <https://www.presidencia.gob.ec/bienvenidos-a-ecuador-el-pais-megadiverso-mas-compacto-del-mundo/#:~:text=%E2%80%9CEcuador%20es%20el%20pa%C3%ADs%20megadiverso,Pleno%20de%20la%20Asamblea%20Nacional>.

Pure, N. (2018). *Efecto de la concentración del aceite esencial de las hojas del Tagetes minuta (huacatay) sobre su actividad antimicrobiana*. [Tesis; Universidad Alas Pruanas]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3469>

Quintana, E. (2020). Quintana Álava, Edgar Mesías. (2020). Aceites esenciales de *Tagetes* spp. (Flor de muerto) y su efecto bactericida a *Ralstonia Solanacearum* en condiciones in vitro. Quevedo. UTEQ. 100p. [Tesis - Maestría en manejo forestal sostenible; UTEQ]. *Repositorio institucional*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6294>

- Red de guardianes de semillas. (2022). *Tzintzo*. Obtenido de Red de guardianes de semillas: <https://redsemillas.org/producto/tzintzo/>
- Rubio, A., Travieso, M., Riverón, Y., Martínez, A., Peña, J., Espinosa, I., & Pino, O. (2018). Actividad antibacteriana de aceites esenciales de plantas cultivadas en Cuba sobre cepas de *Salmonella enterica*. *Scielo*, 40(3), 1-10. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2018000300004
- Ruiz, C., Díaz, C., & Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Scielo*, 81(2), 81-94. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000200002
- Salcedo, L., Ponce, M., Ortégón, M., Bravo, L., Velásquez, A., Torres, C., & Talat, M. (2020). *Staphylococcus aureus* y susceptibilidad de un hospital Nivel II en Palmira-Colombia. *Salud libre*, 15(2), 12-31. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rcslibre/article/view/7188>
- Samaniego, G., Choez, K., & Lucas, E. (2021). *Staphylococcus aureus*: factores asociados a su hipervirulencia y adhesión y formación de biopelículas. *Polo del conocimiento*, 6(9), 1826-1860. doi:10.23857/pc.v6i9.3143
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Scielo*, 13(1), 102-122. doi:<http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sarria, R., Gallo, J., & Urbano, F. (2021). Caracterización de los Aceites Esenciales del *Pinus oocarpa* por Cromatografía de Gases-Espectrometría De Masas (Gc-Ms) Aceites Esenciales by Gc-Ms. *EIA*, 18(35), 1-11. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1341>
- Scalvenzi, L., Yaguache, B., Cabrera, P., & Guerrini, A. (2016). Actividad antifúngica in vitro de aceites esenciales de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. *Scielo*, 28(1), 39-40. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612016000100005

- Sevillano, R., Siche, R., Castillo, W., & Silva, E. (2019). Optimización de la extracción por arrastre de vapor de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) utilizando diseños secuenciales. *Manglar*, 16(1). doi:10.17268/manglar.2019.008
- Solis, A. (2018). *Composición química de los aceites esenciales de Schinus areira Linneo Y Minthostachys spicata (Benth) Epling y ensayos de toxicidad en Artemia salina Leach y en ratones albinos. [Tesis de posgrado; Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8286>
- Torrenegra, M., Granados, C., Durán, M., León, G., Yáñez, X., Martínez, C., & Pájaro, N. (2016). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Minthostachys mollis*. *Scielo*, 20(1), 69-74. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092016000100008
- Townsend, J. (2021). De lo abstracto a lo concreto en la construcción de una matriz de operacionalización. *Scielo*, 13(5), 586-595. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500586
- Tufinio, K., Ames, H., Vergara, A., Fukusaki, A., & Paucar, K. (2021). Determinación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de *Buddleja Inkana*, *Oreocallis Grandiflora* y *Chuquiraga Spinosa*. *Scielo*, 87(2), 107-119. doi:<http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i2.343>
- Urrunaga, M. (2021). *Efecto de la aromaterapia en base a los aceites esenciales de lavandula dentata y citrus sinensis en el control de los síntomas del estrés laboral de los trabajadores administrativos de la Universidad Tecnológica de los Andes–Filial Cusco 2018.[Doctorado]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4365>
- Vélez, B., Pita, M., Moreira, K., Pin, D., Oyervide, A., & Riera, M. (2019). Obtención de aceite esencial de romero con fines cosméticos. *UTP*, 10(1),

28-32. Obtenido de

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/2170>

Veliz, M., & González, Y. (2017). Evaluación técnico-económica para la obtención de aceites esenciales y su impacto en el medio ambiente.

Redalyc(4), 103-115. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794008>

Vignola, M., Serra, M., & Andreatta, A. (2020). Actividad Antimicrobiana de Diversos Aceites Esenciales en Bacterias Benéficas, Patógenas y Alterantes de Alimentos. *Tecnología y ciencia*(37), 92-100.

doi:<https://doi.org/10.33414/rtyc.37.92-100.2020>

Villa, G. (2017). *Composición química del aceite esencial de Citrus paradisi "Toronja", actividad antioxidante y determinación de la actividad antibacteriana frente a Streptococcus mutans. [Maestría-Farmacia y Bioquímica; Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9864>

Villegas, R. (2019). *Síntesis, caracterización y evaluación antifúngica de nanopartículas de quitosano con aceites esenciales. [Tesis de maestría en ciencia y tecnología de alimentos; Universidad de Sonora]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12984/4247>

Yamirka, A., Yamisleydi, A., Falcón, J., Lucambio, L., & Castro, M. (2015). Caracterización de la fragilidad osmótica de eritrocitos humanos en la anemia drepanocítica. *Scielo*, 27(2), 110-118. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212015000200001

3.5. ANEXOS

Anexo 1 *Planta de tzintzo (Tagetes minuta)*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 2 *Recolección del tzintzo*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 3 *Selección de la materia vegetal*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 4 *Pesaje de la materia prima*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 5 *Extracción del aceite esencial*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 6 *Aceite esencial de tzintzo*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

Anexo 7 *Actividad antimicrobiana del aceite esencial de tzintzo*



Elaborado por: Autora (Medina, 2022)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

FORMATO VALIDACIÓN DE EXPERTOS

1. Datos de la Propuesta de Investigación:

Autor: Medina Jiménez Carolina Alexandra

Título: “Extracción y caracterización físico – química del aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) mediante el método de arrastre de vapor”

Objetivo: Extraer el aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) mediante el método de arrastre de vapor, para su caracterización físico – química

2. Identificación del evaluador

Nombres y Apellidos del evaluador: Mg. MOLINA BORJA FRANKLIN ANTONIO

Número de cédula o identidad: 0501821433

Título de cuarto Nivel o posgrado: MAGISTER EN INDUSTRIAS
PECUARIAS MENCION EN INDUSTRIAS DE LACTEOS

Número de Registro Senescyt: 1002-13-86031945

Institucional en la que se encuentra vinculado actualmente (Cargo e
Institución): Docente Universidad Técnica de Cotopaxi.

Teléfonos: 0992982440

Correo electrónico: franklin.molina@utc.edu.ec

3. Evaluación

Marque con una X la opción seleccionada.

Criterio	Excelente	Aceptable	Deficiente
a) El material constituye un aporte válido, vigente y relevante para el área de conocimiento en la cual se inscribe.	X		
b) El material es resultado de un proceso maduro de investigación, su contenido es producto de un desarrollo conceptual completo y del contraste crítico con otras investigaciones afines.	X		
c) Está debidamente estructurado y argumentado (planteamiento del problema, metodología y resultados) en relación con las prácticas de la disciplina a la que pertenece.	X		

d) La originalidad de los aportes y reflexiones del autor le confieren un valor agregado al material.	X		
e) Las referencias bibliográficas cumplen con la exactitud, pertinencia y actualidad requeridas.	X		
f) Es adecuado el título de la obra.		X	
g) La escritura presenta las calidades esperadas para el nivel de formación (apropiada redacción, léxico, ortografía, claridad conceptual, etc.).	X		
h) El material gráfico que acompaña los textos (imágenes de toda índole y tablas) es relevante, clarifica y añade valor en todos los casos.	X		
i) El texto presenta una introducción clara y precisa sobre los objetivos y problemas que se abordan en el documento.	X		
j) La extensión del texto es adecuada en función de la complejidad del tema, los objetivos y el público lector.	X		
k) ¿El texto brinda aportes en cuanto a aplicaciones, propuestas metodológicas, enfoque, y conceptualización?	X		
l) los objetivos planteados por el autor en la introducción se cumplen cabalmente, es decir, hay armonía entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos.	X		
m) Califique la solidez y actualidad de las reflexiones, ideas y/o información presentada en la publicación.	X		

Por favor emita un comentario

- 1. TEMPORALIDAD:** ¿La propuesta es resultado de un proceso maduro de investigación, lo cual significa, que evidencia una estructura metodológica (problema, metodología y aplicación).
- 2. NORMALIDAD DE CONTENIDO** ¿El contenido de la propuesta se estructura y se escribe en forma adecuada para ser entendida y discutida por la comunidad educativa, e investigadores en el tema?

3. **SELECTIVIDAD:** ¿La propuesta se puede considerar un aporte valido y significativo al conocimiento del área en cuestión?
4. ¿Desde el punto de vista del contenido y de la escritura, que ventajas competitivas presenta el texto respecto de otros que circulan en el mercado?
5. **Impacto.** ¿Cuál considera que es el ámbito de su impacto? (Seleccione con una X)

Local	
Regional	X
Nacional	
Internacional	

6. Comentarios y recomendaciones generales para el Autor

El proyecto es de interés agroindustrial debería continuar con la investigación para su publicación.



Firma del evaluador

C.C. 0501821433

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

POSGRADO

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

FORMATO VALIDACIÓN DE USUARIOS

4. Datos de la Propuesta de Investigación:

Autor: Medina Jiménez Carolina Alexandra

Título: “Extracción y caracterización físico – química del aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) mediante el método de arrastre de vapor”

Objetivo: Extraer el aceite esencial de tzintzo (Tagetes minuta) mediante el método de arrastre de vapor, para su caracterización físico – química

5. Identificación del evaluador

Nombres y Apellidos del evaluador: Gabriela Beatriz Arias Palma

Número de cédula o identidad: 1714592746

Título de tercer Nivel: MAGISTER EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN EN TECNOLOGIA DE ALIMENTO

Número de Registro Senescyt: 1020-2022-2572832

Institucional en la que se encuentra vinculado actualmente (Cargo e Institución): Docente Universidad Técnica de Cotopaxi

Teléfonos: 0984705462

Correo electrónico: gabriela.arias@utc.edu.ec

6. Evaluación

Marque con una X la opción seleccionada.

Criterio	Excelente	Aceptable	Deficiente
a) El material constituye un aporte válido, vigente y relevante para el área de conocimiento en la cual se inscribe.	X		
b) El material es resultado de un proceso maduro de investigación, su contenido es producto de un desarrollo conceptual completo y del contraste crítico con otras investigaciones afines.	X		
c) La originalidad de los aportes y reflexiones del autor le confieren un valor agregado al material.	X		

d) Aplicaría usted esta propuesta de investigación con sus usuarios.	X		
e) La escritura presenta las calidades esperadas para el nivel de formación (apropiada redacción, léxico, ortografía, claridad conceptual, etc.).	X		
f) El material gráfico que acompaña los textos (imágenes de toda índole y tablas) es relevante, clarifica y añade valor en todos los casos.	X		
g) Los objetivos planteados por el autor en la introducción se cumplen cabalmente, es decir, hay armonía entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos.	X		
h) Califique la solidez y actualidad de las reflexiones, ideas y/o información presentada en la publicación.	X		
i) La escritura presenta las calidades esperadas para el nivel de formación (apropiada redacción, léxico, ortografía, claridad conceptual, etc.).	X		

Por favor emita un comentario

7. ¿El contenido de la propuesta se estructura y se escribe en forma adecuada para ser entendida y aplicada por la comunidad educativa, e investigadores en el tema?
8. ¿La propuesta se puede considerar un aporte válido y significativo al conocimiento del área en cuestión?
9. ¿Desde el punto de vista del contenido y de la escritura, que ventajas competitivas presenta el texto respecto de otros que circulan en el mercado?
10. Impacto. ¿Cuál considera que es el ámbito de su impacto? (Seleccione con una X)

Local	
Regional	X
Nacional	
Internacional	

11. Conclusiones y recomendaciones generales para el Autor

Seguir con la investigación para su publicación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. Burbules', written over a horizontal line.

Firma del evaluador

C.C. 1714592746

Document Information

Analyzed document	PROYECTO Tzintzo 1.1_.docx (D156098837)
Submitted	2023-01-17 00:47:00
Submitted by	
Submitter email	carolina.medina2631@utc.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	jaime.rojas.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Mena y Salas.docx Document Tesis Mena y Salas.docx (D143496862) Submitted by: jaime.rojas@utc.edu.ec Receiver: jaime.rojas.utc@analysis.arkund.com		4
W	URL: https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75728 Fetched: 2023-01-17 00:48:00		2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Quevedo.docx Document Tesis Quevedo.docx (D143543248) Submitted by: jaime.rojas@utc.edu.ec Receiver: jaime.rojas.utc@analysis.arkund.com		2
W	URL: https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/595/Michael_Tesis_Bachiller_20... Fetched: 2023-01-10 22:25:47		2
SA	Artículo científico Williams Paz.docx Document Artículo científico Williams Paz.docx (D126791196)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN HIDROALCOLICA DEL ENELDO.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN HIDROALCOLICA DEL ENELDO.docx (D124637617) Submitted by: edwin.cevallos@utc.edu.ec Receiver: gustavo.sandoval7538.utc@analysis.arkund.com		5
W	URL: https://docplayer.es/200492590-Universidad-mayor-de-san-andres-facultad-de-agronomia-carrera-d... Fetched: 2022-01-13 23:25:10		1
W	URL: https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4953 Fetched: 2022-11-28 02:23:52		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Darwin Granja.docx Document Tesis Darwin Granja.docx (D141752334) Submitted by: jaime.rojas@utc.edu.ec Receiver: jaime.rojas.utc@analysis.arkund.com		3


0502645435