



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA QUÍMICA**

**TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA  
DE *Jungia rugosa Less* PARA LA ELABORACIÓN DE UN UNGÜENTO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**QUÍMICA**

**AUTORAS: PAOLA KATHERINE CISNEROS ZÚÑIGA**

**ANDREA ELIZABETH MORALES SELA**

**DIRECTORA: ING. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MSc.**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Paola Katherine Cisneros Zúñiga y Andrea Elizabeth Morales Sela

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Nosotras, Paola Katherine Cisneros Zúñiga y Andrea Elizabeth Morales Sela declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de agosto de 2023



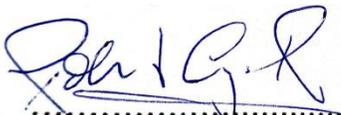
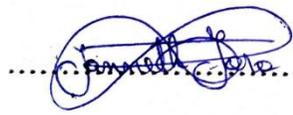
**Paola Katherine Cisneros Zúñiga**  
**060574612-2**



**Andrea Elizabeth Morales Sela**  
**060532744-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **“TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE *Jungia rugosa* Less PARA LA ELABORACIÓN DE UN UNGÜENTO”**, realizado por las señoritas: **PAOLA KATHERINE CISNEROS ZÚÑIGA y ANDREA ELIZABETH MORALES SELA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Robert Alcides Cazar Ramirez MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 .....	2023-08-03
Ing.Linda Mariuxi Flores Fiallos MSc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 .....	2023-08-03
Dra. Lourdes Janeth Jara Samaniego, PhD. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 .....	2023-08-03

## DEDICATORIA

Mi trabajo de Tesis ha sido un camino lleno de innumerables esfuerzos y sacrificios que me llevaron al éxito, esto va dedicado a mi familia. A mis queridos Padres, Mario Cisneros y Elizabeth Zúñiga, un sentimiento enorme de gratitud ya que con su apoyo a lo largo de este camino lleno de aprendizaje y conocimiento fueron fundamentales para lograr culminar esta etapa muy importante en mi vida. A mis adoradas hermanas, Esthefania, Mikaela y Guadalupe que siempre encontraron las palabras y la manera de llegar a mí con sus palabras de aliento. Agradezco a mi amiga Andrea por compartir esta etapa conmigo, su apoyo, su dedicación y su esfuerzo para culminar este importante logro académico para ambas, y, sobre todo, agradezco a Dios por sus bendiciones, dándome sabiduría, paciencia y entendimiento ha logrado sacar mi mejor versión para llegar a ser una persona de éxito.

Paola

Este trabajo de Tesis va dedicado a mi familia, a mi tía Gladys que ha sido como una segunda madre para mí, a mi abuelito Pedro que desde el cielo me ha cuidado y guiado, pero de manera especial a mi querida madre Nancy que siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo incondicional, su cariño, sus consejos, su paciencia y sus palabras de aliento gracias a ella he logrado culminar con esta etapa que es muy importante en mi vida. A mi amiga Paola por su apoyo, su esfuerzo y dedicación para culminar este logro académico, además que su amistad hizo de esta etapa una experiencia especial.

Andrea

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis Padres por permitirme vivir esta experiencia universitaria, por apoyarme a seguir la carrera que tanto anhelaba y agradezco a Dios por darme una familia en la cual en cada momento puede apoyarme para ir construyendo este logro. Gracias a mi querida ESPOCH por formarme y convertirme en una buena profesional, capaz de plantearme nuevas metas para poder cumplirlas. Este momento es el más especial para mí porque pude lograr mi graduación con dedicación, tiempo, conocimiento, lo logré he hice sentir orgullosa a mi familia, a mis abuelitos, a mi hermana mayor que sigo su paso a nivel académico y también lograr ser un ejemplo de perseverancia para mis hermanas pequeñas, Gracias.

Paola

A Dios y a la virgen María Inmaculada por darme la sabiduría y fortaleza para seguir cuando quería rendirme, a toda mi familia que siempre me ha brindado su apoyo y a velado por mi bienestar, pero especialmente a mi querida madre Nancy que ha sido el pilar fundamental para culminar este logro, todo su esfuerzo y sacrificio serán recompensados. Gracias a la ESPOCH por abrirme las puertas para formarme profesionalmente y fomentar en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Agradezco también a mis amigas Paola y Mishel por todo el apoyo, las risas, lo buenos y malos momentos, por todas las aventuras y experiencias vividas.

Andrea

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.2.1. <i>Limitaciones:</i> .....	3
1.2.2. <i>Delimitaciones:</i> .....	3
1.3. Problema general de investigación.....	3
1.4. Problemas específicos de investigación.....	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.6. Justificación.....	4
1.7. Hipótesis.....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación.....	6
2.2. Referencias teóricas.....	7
2.2.1. <i>Tamizaje fitoquímico</i> .....	7
2.2.2. <i>Metabolitos secundarios</i> .....	8
2.2.3. <i>Compuestos fitoquímicos antiinflamatorios</i> .....	9
2.2.3.1. <i>Compuestos fenólicos</i> .....	9

2.2.3.2.	<i>Compuestos alcaloides</i> .....	11
2.2.3.3.	<i>Compuestos terpenoides</i> .....	12
2.2.3.4.	<i>Iridoides</i> .....	13
2.2.3.5.	<i>Saponinas</i> .....	13
2.2.3.6.	<i>Carotenoides</i> .....	14
2.2.3.7.	<i>Compuestos Flavonoides</i> .....	15
2.2.4.	<b><i>Matico de puna (Jungia rugosa Less)</i></b> .....	16
2.2.4.1.	<i>Usos medicinales</i> .....	17
2.2.4.2.	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	17
2.2.5.	<b><i>Compuestos fitoquímicos en el matico de puna (Jungia rugosa Less)</i></b> .....	18
2.2.6.	<b><i>Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales</i></b> .....	19
2.2.7.	<b><i>Ungüentos</i></b> .....	19
2.2.8.	<b><i>Formulación de ungüentos a base de plantas medicinales</i></b> .....	20

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	21
3.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	21
3.3.	<b>Diseño de investigación</b> .....	21
3.3.1.	<b><i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i></b> .....	21
3.3.2.	<b><i>Según el tipo de inferencia</i></b> .....	22
3.4.	<b>Tipo de estudio</b> .....	22
3.5.	<b>Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra</b> .....	22
3.5.1.	<b><i>Población de estudio</i></b> .....	22
3.5.2.	<b><i>Tamaño de la muestra</i></b> .....	22
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	22
3.6.1.	<b><i>Método de muestreo</i></b> .....	23
3.6.2.	<b><i>Técnicas de recolección de datos</i></b> .....	23
3.6.3.	<b><i>Instrumentos</i></b> .....	23
3.6.3.1.	<b><i>Materiales</i></b> .....	24
3.6.3.2.	<b><i>Equipos</i></b> .....	24
3.6.3.3.	<b><i>Reactivos</i></b> .....	24
3.7.	<b>Diseño del experimento</b> .....	24

<b>3.7.1.</b>	<b><i>Identificación taxonómica</i></b> .....	25
<b>3.7.2.</b>	<b><i>Secado de las hojas y tallos de <i>Jungia rugosa</i> Less</i></b> .....	25
<b>3.7.3.</b>	<b><i>Obtención de extractos</i></b> .....	25
<b>3.7.3.1.</b>	<i>Extracción etérea de hojas y tallos del matico de puna (<i>Jungia rugosa</i> Less)</i> .....	25
<b>3.7.3.2.</b>	<i>Extracción alcohólica de hojas y tallos del matico de puna (<i>Jungia rugosa</i> Less)</i> .....	26
<b>3.7.3.3.</b>	<i>Extracción acuosa de hojas y tallos del matico serrano (<i>Jungia rugosa</i> Less)</i> .....	26
<b>3.7.4.</b>	<b><i>Tamizaje fitoquímico</i></b> .....	26
<b>3.7.4.1.</b>	<i>Extracto etéreo</i> .....	26
<b>3.7.4.2.</b>	<i>Extracto alcohólico</i> .....	28
<b>3.7.4.3.</b>	<i>Extracto acuoso</i> .....	30
<b>3.7.5.</b>	<b><i>Caracterización mediante la técnica de GC/MS</i></b> .....	32
<b>3.7.6.</b>	<b><i>Elaboración del ungüento</i></b> .....	32
<b>3.7.6.1.</b>	<i>Medida de confiabilidad para formulaciones con el Coeficiente de Alfa de Cronbach</i> ....	32
<b>3.7.6.2.</b>	<i>Formulación 1: 50% de principio activo del extracto alcohólico de matico de puna)</i> .....	34
<b>3.7.6.3.</b>	<i>Formulación 2: 70% de principio activo del extracto alcohólico de matico de puna)</i> .....	35
<b>3.7.6.4.</b>	<i>Formulación 3: 90% de principio activo del extracto alcohólico de matico de puna</i> .....	36
<b>3.7.7.</b>	<b><i>Determinación de la actividad antiinflamatoria</i></b> .....	37
<b>3.7.7.1.</b>	<i>Elaboración de la carragenina 5% para inducir el edema en la pata de la rata</i> .....	38
<b>3.7.7.2.</b>	<i>Método de edema plantar en rata inducido por carragenina</i> .....	39

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	41
<b>4.1.</b>	<b>Tamizaje fitoquímico</b> .....	41
<b>4.1.1.</b>	<b><i>Extracto etéreo</i></b> .....	41
<b>4.1.1.1.</b>	<i>Identificación de alcaloides</i> .....	42
<b>4.1.1.2.</b>	<i>Identificación de triterpenos</i> .....	43
<b>4.1.1.3.</b>	<i>Identificación de lactonas y cumarinas</i> .....	43
<b>4.1.2.</b>	<b><i>Extracto alcohólico</i></b> .....	44
<b>4.1.2.1.</b>	<i>Identificación de saponinas</i> .....	45
<b>4.1.2.2.</b>	<i>Identificación de triterpenos-esteroides</i> .....	46
<b>4.1.2.3.</b>	<i>Identificación de alcaloides</i> .....	46
<b>4.1.2.4.</b>	<i>Identificación de flavonoides</i> .....	48
<b>4.1.2.5.</b>	<i>Identificación de fenoles y taninos</i> .....	48

4.1.2.6.	<i>Identificación de lactonas</i> .....	49
4.1.3.	<b>Extracto acuoso</b> .....	49
4.1.3.1.	<i>Identificación de alcaloides</i> .....	50
4.1.3.2.	<i>Identificación de taninos</i> .....	51
4.1.3.3.	<i>Identificación de flavonoides</i> .....	51
4.1.3.4.	<i>Identificación de saponinas</i> .....	52
4.2.	<b>Caracterización del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna</b> .....	53
4.2.1.	<i>Caracterización de flavonoides mediante GC/MS</i> .....	53
4.2.2.	<b>Elaboración del ungüento</b> .....	55
4.2.2.1.	<i>Medida de confiabilidad de las formulaciones</i> .....	55
4.2.2.2.	<i>Ungüentos elaborados</i> .....	58
4.2.2.3.	<i>Pruebas en ratas con el método de edema de pata inducida con carragenina</i> .....	59
4.2.2.4.	<i>Prueba de hipótesis</i> .....	66
<b>CONCLUSIONES</b> .....		71
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Propiedades beneficiosas de los compuestos terpenoides.....	12
<b>Tabla 2-2:</b>	Clasificación taxonómica del matico de puna ( <i>Jungia rugosa Less</i> ).....	17
<b>Tabla 3-1:</b>	Formulación 1.....	34
<b>Tabla 3-2:</b>	Formulación 2.....	35
<b>Tabla 3-3:</b>	Formulación 3.....	36
<b>Tabla 3-4:</b>	Diseño experimental para determinar la actividad antiinflamatoria.....	38
<b>Tabla 4-1:</b>	Pruebas realizadas al extracto etéreo de hojas y tallos del matico de puna.....	41
<b>Tabla 4-2:</b>	Pruebas realizadas al extracto alcohólico de hojas y tallos del matico de puna.....	44
<b>Tabla 4-3:</b>	Pruebas realizadas al extracto acuoso de hojas y tallos del matico de puna.....	49
<b>Tabla 4-4:</b>	Caracterización de flavonoides en extracto alcohólico de hojas del matico de puna.....	53
<b>Tabla 4-5:</b>	Cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS).....	53
<b>Tabla 4-6:</b>	Datos de las formulaciones.....	55
<b>Tabla 4-7:</b>	Elementos de resumen para alfa de Cronbach.....	56
<b>Tabla 4-8:</b>	Elementos de resumen para alfa de Cronbach.....	57
<b>Tabla 4-9:</b>	Método de edema de pata inducida por carragenina.....	60
<b>Tabla 4-10:</b>	Datos de formulación a diferentes concentraciones del extracto y el blanco.....	66
<b>Tabla 4-11:</b>	ANOVA.....	69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Estructuras de compuestos fenólicos.....	10
<b>Ilustración 2-2:</b>	Rutas de síntesis de compuestos fenólicos.....	10
<b>Ilustración 2-3:</b>	Estructura química de alcaloides isoquinolínicos derivados de la Reticulina....	12
<b>Ilustración 2-4:</b>	Tipos de iridoides y su numeración.....	13
<b>Ilustración 2-5:</b>	Estructura general de una Saponina.....	14
<b>Ilustración 2-6:</b>	Estructuras básicas de las que derivan los carotenoides lineales y cíclicos.....	15
<b>Ilustración 2-7:</b>	Tipos y Estructura de los Flavonoides.....	16
<b>Ilustración 2-8:</b>	Planta del matico de puna ( <i>Jungia rugosa Less</i> ).....	18
<b>Ilustración 3-1:</b>	Extracción del material vegetal para la técnica de tamizaje fitoquímico.....	25
<b>Ilustración 3-2:</b>	Esquema de las reacciones a realizar en el extracto de éter etílico.....	27
<b>Ilustración 3-3:</b>	Esquema de las reacciones a realizar en el extracto alcohólico.....	28
<b>Ilustración 3-4:</b>	Esquema de las reacciones a realizar en el extracto acuoso.....	30
<b>Ilustración 4-1:</b>	Ensayo de Dragendorff en tallos y hojas.....	42
<b>Ilustración 4-2:</b>	Ensayo de Mayer en tallos y hojas.....	42
<b>Ilustración 4-3:</b>	Ensayo de Wagner en tallos y hojas.....	43
<b>Ilustración 4-4:</b>	Ensayo de Libermann-Burchard en tallos y hojas.....	43
<b>Ilustración 4-5:</b>	Ensayo de Baljet en tallos y hojas.....	43
<b>Ilustración 4-6:</b>	Ensayo de Espuma en tallos y hojas.....	45
<b>Ilustración 4-7:</b>	Ensayo de Libermann-Burchard en tallos y hojas.....	46
<b>Ilustración 4-8:</b>	Ensayo de Dragendorff en tallos y hojas.....	46
<b>Ilustración 4-9:</b>	Ensayo de Mayer en tallos y hojas.....	47
<b>Ilustración 4-10:</b>	Ensayo de Wagner en tallos y hojas.....	47
<b>Ilustración 4-11:</b>	Ensayo de Shinoda en tallos y hojas.....	48
<b>Ilustración 4-12:</b>	Ensayo de Cloruro férrico en tallos y hojas.....	48
<b>Ilustración 4-13:</b>	Ensayo de Baljet en tallos y hojas.....	49
<b>Ilustración 4-14:</b>	Ensayo de Dragendorff en tallos y hojas.....	50
<b>Ilustración 4-15:</b>	Ensayo de Mayer en tallos y hojas.....	50
<b>Ilustración 4-16:</b>	Ensayo de Wagner en tallos y hojas.....	51
<b>Ilustración 4-17:</b>	Ensayo de Cloruro férrico en tallos y hojas.....	51
<b>Ilustración 4-18:</b>	Ensayo de Shinoda en tallos y hojas.....	51
<b>Ilustración 4-19:</b>	Ensayo de Espuma en tallos y hojas.....	52

<b>Ilustración 4-20:</b> Medición de efectividad.....	57
<b>Ilustración 4-21:</b> Formulación 1 .....	58
<b>Ilustración 4-22:</b> Formulación 2 .....	58
<b>Ilustración 4-23:</b> Formulación 3 .....	59
<b>Ilustración 4-24:</b> Medición de efectividad.....	61
<b>Ilustración 4-25:</b> Grupo 1 de ratas para análisis.....	62
<b>Ilustración 4-26:</b> Grupo 2 de ratas para análisis.....	63
<b>Ilustración 4-27:</b> Grupo 3 de ratas para análisis.....	63
<b>Ilustración 4-28:</b> Proceso de inyección de ratas.....	63
<b>Ilustración 4-29:</b> Rata control con aplicación de diclofenaco .....	64
<b>Ilustración 4-30:</b> Rata con aplicación de principio activo al 50% .....	64
<b>Ilustración 4-31:</b> Rata con aplicación de principio activo al 70% .....	64
<b>Ilustración 4-32:</b> Rata con aplicación de principio activo al 90% .....	65
<b>Ilustración 4-33:</b> Diagrama de caja de la efectividad antiinflamatoria de las formulaciones.....	70

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA – HERBARIO ESPOCH (CHEP)

**ANEXO B:** AVAL CBIESPOCH

**ANEXO C:** INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

**ANEXO D:** RECOLECCIÓN DE TALLOS Y HOJAS DEL MATICO DE PUNA

## RESUMEN

En la presente investigación, se abordó el problema de evaluar la actividad antiinflamatoria del matico de puna (*Jungia rugosa Less*), con el objetivo de realizar el tamizaje fitoquímico y evaluar la actividad antiinflamatoria del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para la elaboración de un ungüento. La metodología comprendió varios pasos: se obtuvo la materia prima de tallos y hojas del matico, las cuales fueron secadas, trituradas y envasadas con diferentes solventes. Mediante pruebas de tamizaje fitoquímico, se identificaron metabolitos secundarios en los extractos, destacando el extracto alcohólico de las hojas por su mayor contenido. Utilizando Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas, se aproximó la composición de flavonoides en el extracto alcohólico. A través del método de maceración en alcohol, se obtuvo el principio activo para la elaboración de un ungüento antiinflamatorio. Los resultados demostraron que el ungüento elaborado a partir del extracto alcohólico de las hojas del matico posee actividad antiinflamatoria, evidenciada por la reducción del edema inducido por carragenina en modelos animales. La inclusión de componentes adicionales en la formulación aseguró la estabilidad y aplicabilidad tópica del ungüento, reforzando su potencial terapéutico. En conjunto, estos hallazgos resaltan la viabilidad del matico de puna como fuente de principios antiinflamatorios para la elaboración de productos tópicos.

**Palabras clave:** <TAMIZAJE FITOQUÍMICO>, <UNGÜENTO>, <MATICO DE PUNA (*Jungia rugosa less*)>, <EXTRACTOS>, <EDEMA>, <ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA>.

1810-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

In the present research, the problem of evaluating the anti-inflammatory activity of the puna matico (*Jungia rugosa* Less) addressed to perform phytochemical screening and evaluate the anti-inflammatory activity of the puna matico (*Jungia rugosa* Less) for the elaboration of an ointment. The methodology involved several steps: the raw material obtained from stems and leaves of the matico, which were dried, crushed, and packaged with different solvents. Using phytochemical screening tests, secondary metabolites were identified in the extracts, highlighting the alcoholic extract of the leaves for its higher content. Using Gas Chromatography coupled with Mass Spectrometry, the composition of flavonoids in the alcoholic extract approximates. Through the method of maceration in alcohol, the active ingredient for producing an anti-inflammatory ointment is obtained. The results showed that the cream made from the alcoholic extract of matico leaves has anti-inflammatory activity, evidenced by the reduction of carrageenan-induced edema in animal models. Including additional components in the formulation ensured the stability and topical applicability of the ointment, reinforcing its therapeutic potential. Overall, these findings highlight the viability of puna matico as a source of anti-inflammatory principles for the development of topical products.

**Key words:** <PHYTOCHEMICAL SCREENING>, <OINTMENT>, <PUNA MATICO (*Jungia rugosa* less)>, <EXTRACTS>, <EDEMA>, <ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY>.



Lic. Edison Renato Ruiz Lopez

C.I. 060395704-4

## INTRODUCCIÓN

El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) es una planta utilizada tradicionalmente en la medicina popular para tratar diversas afecciones, entre ellas la inflamación. A pesar de su uso ancestral, se sabe poco acerca de los compuestos químicos responsables de su actividad antiinflamatoria y su potencial uso en la elaboración de productos farmacéuticos (Gutiérrez, 2021, p. 45).

La inflamación es una respuesta natural del cuerpo ante lesiones o infecciones, pero cuando se produce una respuesta inflamatoria excesiva o crónica, puede causar daño a los tejidos y contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas como la artritis, el asma y la enfermedad de Crohn, entre otras. Por lo tanto, el tratamiento de la inflamación es de gran importancia en la medicina moderna (Wilches, 2015, p. 33).

En este contexto, la identificación de compuestos químicos naturales con actividad antiinflamatoria se ha convertido en un área de investigación en constante crecimiento. El uso de plantas medicinales en la prevención y tratamiento de enfermedades se ha convertido en una opción atractiva debido a la eficacia terapéutica, el bajo costo y la menor toxicidad en comparación con los fármacos sintéticos (Condori, 2018, p. 36).

El presente estudio se enfocó en la identificación cualitativa de los compuestos químicos responsables de la actividad antiinflamatoria del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) y su potencial uso en la elaboración de un ungüento a base del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para tratar el edema producido en las ratas. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un tamizaje fitoquímico para identificar los metabolitos secundarios presentes en los tallos y hojas y se evaluó la actividad antiinflamatoria de los compuestos identificados mediante ensayos in vitro.

Una vez obtenido el mejor extracto se caracterizó por Cromatografía de Gases acoplada a la Espectrometría de Masas donde se identificó que los posibles flavonoides responsables de disminuir la actividad inflamatoria son la Quercetina y el Phytol. En resumen, este estudio tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de los compuestos químicos responsables de la actividad antiinflamatoria del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) y su potencial aplicación en la elaboración de un ungüento antiinflamatorio.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

Los productos naturales son valorados por los seres humanos como fuente de sustancias activas para uso medicinal debido a sus sustancias químicas, generalmente metabolitos secundarios, que actúan como mecanismo de defensa contra los herbívoros (Andrade, 2019, p. 23).

Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) son uno de los grupos de medicamentos más utilizados, con diversos usos terapéuticos como antipiréticos, analgésicos, antiinflamatorios, entre otros. Los AINE tienen la desventaja de tener diversos efectos secundarios: anorexia, náuseas, dispepsia, dolor abdominal y diarrea (Enciso E. y., 2011, p. 3).

El uso de plantas medicinales como un reemplazo terapéutico natural a los AINE ha sido siempre considerado una alternativa razonable a ser estudiada, debido a las evidencias de metabolitos secundarios, como los flavonoides, que han demostrado efectos antiinflamatorios similares a los expuestos por los fármacos (Gutiérrez, 2021, p. 13).

El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) es una planta medicinal utilizada tradicionalmente para tratar diversas afecciones, entre ellas, la inflamación. A pesar de su uso ancestral, se sabe poco sobre los compuestos químicos responsables de su actividad antiinflamatoria y su potencial uso en la elaboración de productos farmacéuticos (Gutiérrez, 2021, p. 17).

Además, algunos de los estudios previos han evaluado la actividad de extractos alcohólico y acuoso tanto de tallos como de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*), pero no se ha evaluado la eficacia de un ungüento a base de la misma. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los compuestos químicos responsables de la actividad antiinflamatoria del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) y cómo pueden ser utilizados en la elaboración de un ungüento para tratar la inflamación? Para responder a esta pregunta, se llevó a cabo un estudio de tamizaje fitoquímico de los tres extractos, la elaboración de un ungüento antiinflamatorio y finalmente se evaluó en ratas la actividad antiinflamatoria mediante la prueba de edema de pata inducido por carragenina.

## **1.2. Limitaciones y delimitaciones**

### **1.2.1. Limitaciones**

- De la planta: la calidad y cantidad de compuestos químicos presentes en el matico de puna (*Jungia rugosa Less*) pudieron variar debido a factores como la edad de la planta, el clima y el suelo en el que se cultiva. Esto pudo afectar la consistencia y eficacia del ungüento elaborado a partir de la planta.
- De los métodos: los métodos de tamizaje fitoquímico y evaluación de la actividad antiinflamatoria pudieron presentar limitaciones en cuanto a su sensibilidad y especificidad, lo que pudo afectar la identificación de compuestos químicos y la evaluación de su actividad antiinflamatoria.
- En la interpretación de los resultados: los resultados obtenidos en este estudio se basaron en pruebas in vitro, lo que significa que su aplicación en seres humanos puede variar. Por lo tanto, los resultados no deben extrapolarse sin considerar las posibles limitaciones.
- Bibliográficas: poca información bibliográfica sobre el matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para su uso en actividades antiinflamatorias.

### **1.2.2. Delimitaciones**

- De la planta: este estudio se centró específicamente en el matico de puna (*Jungia rugosa Less*), excluyendo otras plantas medicinales utilizadas tradicionalmente para tratar la inflamación.
- Del tipo de compuestos químicos: el estudio se enfocó en la caracterización de compuestos fitoquímicos de la planta que pudieran tener actividad antiinflamatoria, excluyendo otros compuestos que no estén relacionados con esta actividad.
- De la evaluación de la actividad antiinflamatoria: se utilizaron ensayos in vitro para evaluar dicha actividad de los compuestos identificados en la planta, excluyendo otros métodos de evaluación que puedan ser más apropiados para la evaluación en seres humanos.

## **1.3. Problema general de investigación**

¿Los extractos etéreo, alcohólico y acuoso del tamizaje fitoquímico de los tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) presentaron efectos antiinflamatorios en el ungüento formulado?

#### **1.4. Problemas específicos de investigación**

- ¿Se pudo identificar la presencia de metabolitos secundarios en los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)?
- ¿Es importante caracterizar el extracto que contenga mayor número de metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria?
- ¿Se pudo elaborar un ungüento a base del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)?
- ¿Fue importante evaluar la actividad antiinflamatoria del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)?

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo general***

Realizar el tamizaje fitoquímico y evaluar la actividad antiinflamatoria del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para la elaboración de un ungüento.

##### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Realizar un tamizaje fitoquímico de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*).
- Caracterizar el extracto que contenga el mayor número de metabolitos secundarios.
- Elaborar un ungüento a base del matico de puna (*Jungia rugosa Less*).
- Evaluar la actividad antiinflamatoria del ungüento.

#### **1.6. Justificación**

Los medicamentos antiinflamatorios pueden interferir en el proceso fisiopatológico de la inflamación, para minimizar el daño tisular y proporcionar mayor bienestar para el paciente, pero pueden desencadenar una serie de eventos adversos graves como úlceras de estómago, hemorragia gastrointestinal y complicaciones cardiovasculares (Wilches, 2015, p. 45). Lo anterior ha motivado la búsqueda de tratamientos alternativos naturales para aliviar los procesos inflamatorios.

Las plantas medicinales constituyen el componente principal de la medicina tradicional que se practica en todo el mundo debido a la viabilidad económica, accesibilidad y experiencia ancestral. El interés de su estudio se sustenta, fundamentalmente, en la necesidad que tiene la industria farmacéutica de encontrar nuevas moléculas prototipo que sirvan para la síntesis de fármacos con aplicación clínica. Esta actividad antiinflamatoria de las plantas se asocia a la presencia de metabolitos secundarios (Angulo, 2020, p. 49).

El matico de puna (*Jungia rugosa Less*), es una planta de la familia *Asteraceae*, se emplea entre los pobladores del Cañar como cicatrizante para heridas, ulceraciones en la piel (Calvopiña, 2021, p. 38), para problemas gástricos, para adelgazar, para dolores de muela, para trastornos renales, entre otros usos.

La información científica sobre la planta aún es limitada y existen pocos antecedentes sobre sus fitoconstituyentes y actividad biológica. Por tal motivo, el presente estudio tuvo el objetivo de evaluar la composición química cualitativa y la actividad antiinflamatoria del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*).

### **1.7. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) presenta metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria.

**H<sub>1</sub>:** El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) no presenta metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se revisaron estudios relacionados por otros autores en artículos e investigaciones referentes a la temática sobre el tamizaje fitoquímico de metabolitos responsables de la actividad antiinflamatoria.

El estudio sobre “Efecto antiinflamatorio y antioxidante de los flavonoides de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) en un modelo experimental en ratas” tuvo como objetivo evaluar la actividad antiinflamatoria y antioxidante de la fracción flavónica extraída de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*), tuvo como resultados que al utilizar la sustancia obtenida la inflamación disminuyó en 43,8%, y los niveles de interleuquinas 1, 6 y PCR (reacción en cadena de la polimerasa) lo fueron en 80%, 90% y 78%, respectivamente, al ser comparados con el control ( $p < 0,05$ ), siendo el efecto dosis dependiente, y brindó un 97,7% de inhibición de radicales DPPH (radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo), concluyendo que la fracción extraída de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) es antiinflamatoria y antioxidante (Enciso y Arroyo, 2011, p. 14),.

En Ecuador en la Universidad Técnica de Machala, un estudio sobre “Composición química y actividad antiinflamatoria de extracto de partes aéreas de *Portulaca oleracea* (verdolaga)” tuvo como objetivo evaluar la composición química de las partes aéreas de la planta verdolaga y la actividad antiinflamatoria del extracto etanólico. El método utilizado fue que los extractos etanólicos (95°) se elaboraron por percolación a partir de la droga seca y molida. Inicialmente se comprobó la calidad de la droga cruda y del extracto. La composición química se determinó mediante tamizaje fitoquímico, cromatografía de capa delgada y espectrometría de masas por infusión directa e ionización por electro nebulización. Se cuantificó el contenido de fenoles y flavonoides por los métodos de Folin Ciocalteu y Tricloruro de aluminio empleando rutina y ácido gálico como patrón, respectivamente. Finalmente, se realizó un ensayo preclínico preliminar de la actividad antiinflamatoria del extracto a una dosis de 500 mg/Kg de peso corporal de tres grupos de ratas, siguiendo el método de edema plantar inducido por carragenina utilizando como control el naproxeno sódico, obteniendo como resultado y conclusión que la droga cruda y el extracto cumplen con los requerimientos de calidad y contienen principios activos con posible empleo como agente antiinflamatorio mencionando también que existe

poca información sobre la composición química y actividad farmacológica de la especies de plantas en Ecuador (Guzmán y Jaramillo 2017).

En Perú en la Universidad Nacional de Mayor de San Marcos un estudio que titula “Identificación de metabolitos secundarios y efecto antiinflamatorio del extracto etanólico de hojas de *Chromolaena leptcephala*” tuvo como objetivo evaluar el efecto antiinflamatorio del extracto de hojas de chilca negra así como también el identificar metabolitos secundarios, el método utilizado fue que se realizó una identificación de sus metabolitos secundarios mediante un tamizaje fitoquímico y se evaluó el efecto antiinflamatorio del extracto mediante el modelo de edema suplantat en ratas a la dosis suministrada (diclofenaco 50 mg/kg, C. leptcephala 100 mg/kg y 400 mg/kg). Obteniendo como resultados que dentro de los metabolitos secundarios se encontraron flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides, entre otros. Con respecto al efecto antiinflamatorio del extracto de la planta, se encontró efecto en la concentración de 100 y 400 mg/kg. Llegando a la conclusión que el extracto etanólico de hojas de *Chromolaena leptcephala* (DC) R.M. King & H. Rob. “chilca negra” presentó flavonoides, compuestos fenólicos y alcaloides, que ejercerían efecto antiinflamatorio (Fernández et al. 2017, p. 3).

En la Facultad de Ciencias Médicas en la Universidad de Cuba un estudio que titula “Tamizaje fitoquímico, actividad antiinflamatoria y toxicidad aguda de extractos de hojas de *Annona squamosa* L.”, tuvo como objetivo validar la actividad analgésica y antiinflamatoria de la hoja de la especie en cuestión, obteniendo como resultado que no hubo evidencia de toxicidad aguda causada por ninguno de los 2 extractos, en la dosis máxima administrada por vía oral y equivalente a 10,0 y 15,67 g de material vegetal/kg, respectivamente. Estos resultados permitieron validar el empleo y la seguridad del uso tradicional de la decocción de hoja fresca de *A. squamosa* para tratar problemas de salud relacionados con dolor e inflamación (Amador y Barreiro 2006).

## **2.2. Referencias teóricas**

### **2.2.1. Tamizaje fitoquímico**

El tamizaje fitoquímico es una técnica que se basa en la identificación de los compuestos químicos presentes en los extractos de plantas y otros productos naturales. Esta técnica se lleva a cabo mediante una serie de pruebas y análisis químicos bien establecidos que permiten identificar los metabolitos

secundarios extraídos de los extractos. Los extractos se obtienen a través de diferentes solventes con diferentes polaridades, como agua, acetona, alcohol, cloroformo y éter.

Aunque existen técnicas avanzadas para la identificación de los metabolitos de las plantas, el tamizaje fitoquímico sigue siendo una técnica confiable y ampliamente utilizada en la investigación de productos naturales. Esta técnica proporciona información preliminar sobre la composición química de los extractos de plantas, lo que puede ser útil en la selección de plantas con potencial terapéutico. Además, el tamizaje fitoquímico también puede utilizarse para detectar la presencia de compuestos específicos, como alcaloides, flavonoides, terpenos y otros, que pueden estar asociados con las propiedades medicinales de las plantas (Terán, 2021, p. 43).

Para el método de extracción se puede ocupar plantas frescas, secas, semisecas o fermentadas, el proceso consiste en separar las sustancias y como resultado se obtiene 2 componentes, primero el extracto en sí y segundo el residuo. La manera más común de obtener los extractos es utilizando solventes, estos pueden ser éter, alcohol y agua. La técnica consiste en dejar la planta seca molida en contacto con cada uno de los solventes a temperatura ambiente en un lapso de 3 a 10 días (Martínez, Martínez, & Escalona, 2012, p. 21).

Extracto Etéreo es un extracto que utiliza el éter como vehículo. El extracto Alcohólico se obtiene de la maceración de la planta en etanol (alcohol etílico) por lo que solo se extrae los compuestos solubles en este alcohol y el extracto Acuoso se obtiene de la maceración de la planta en agua.

### **2.2.2. *Metabolitos secundarios***

Los metabolitos secundarios son moléculas pequeñas o compuestos orgánicos producidos por las plantas. Sin embargo, no están directamente involucrados en su desarrollo, crecimiento normal y reproducción. En cambio, median ciertas funciones que aumentan su supervivencia y fecundidad (capacidad reproductiva).

Estos compuestos se encuentran distribuidos de manera diferencial entre los distintos grupos taxonómicos y poseen propiedades biológicas, muchas veces relacionadas con su función ecológica. Por esta razón, los metabolitos secundarios de las plantas son ampliamente utilizados en diferentes aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros (Más Toro, 2017, p. 8).

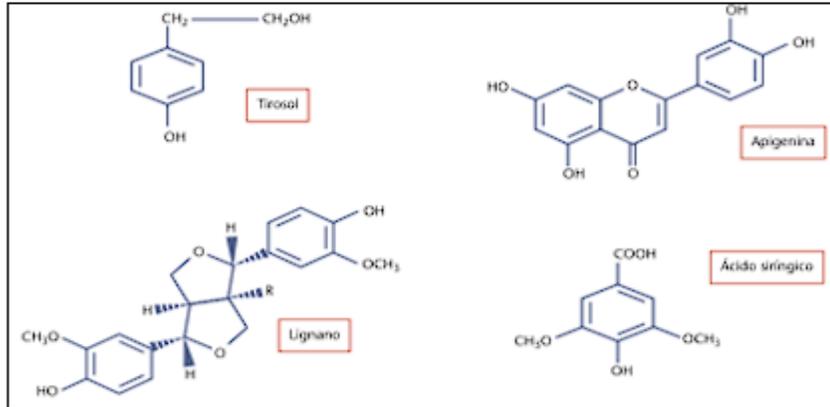
### **2.2.3. *Compuestos fitoquímicos antiinflamatorios***

Se pueden encontrar sustancias biológicamente activas conocidas como compuestos fitoquímicos en los alimentos de origen vegetal, que les dan su color, aroma y sabor característicos. A diferencia de los nutrientes esenciales para la vida, los compuestos fitoquímicos no son necesarios para la supervivencia, pero pueden tener efectos beneficiosos en la salud humana, algunos metabolitos secundarios tienen propiedades antiinflamatorias que pueden ayudar a mantener el equilibrio entre la inflamación y la anti-inflamación en el cuerpo, y pueden ser útiles como complemento en el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas no transmisibles (Cuevas, 2022, p. 9).

#### **2.2.3.1. *Compuestos fenólicos***

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas y se sintetizan por varias rutas metabólicas siendo la más común a partir del ácido shikímico. Aunque los factores ambientales también juegan un papel importante en su síntesis. Los compuestos fenólicos son abundantes en alimentos de pigmentación oscura y colorida, como frutas, verduras y especias, y tienen la capacidad de interferir en procesos bioquímicos y metabólicos asociados con enfermedades inflamatorias. Además, pueden inhibir la actividad mutagénica y activar procesos antivirales, detoxificantes y antioxidantes. Se recomienda que la ingesta diaria de ácidos fenólicos totales de origen natural no supere los 100 mg al día (González, 2017).

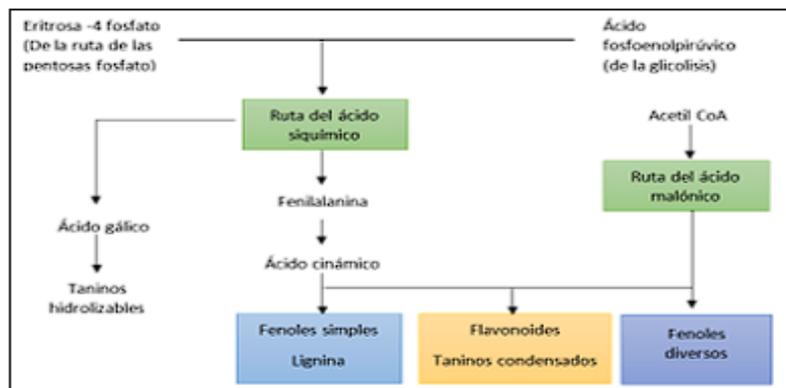
Los compuestos fenólicos incluyen todas las sustancias que contienen múltiples grupos funcionales fenol unidos a estructuras aromáticas o alifáticas, y algunos compuestos fenólicos de la familia de los ácidos fenoles son monofenoles. Los polifenoles se pueden clasificar de varias maneras debido a su gran diversidad estructural, como tirosol, apigenina, lignano, ácido siríngico (Ilustración 2-1). Hay dos grupos de polifenoles según su estructura química: los no flavonoides y los flavonoides. Los no flavonoides se dividen en dos subgrupos: fenoles no carboxílicos (C6, C6-C1, C6-C3) y ácidos fenoles derivados del ácido benzoico. Los flavonoides están formados por dos grupos bencénicos unidos por un puente tricarbonado (antocianos, flavonas, flavononas, flavanoles y lignanos) (Martín, 2018).



**Ilustración 2-1:** Estructuras de compuestos fenólicos

Fuente: (Gimeno, 2004)

La fracción de compuestos fenólicos presente en los alimentos es muy compleja, algunos de los cuales aún no han sido identificados. La cantidad de polifenoles en los alimentos también varía considerablemente debido a factores como la variedad o el grado de madurez del vegetal. Además, la biodisponibilidad de estos compuestos es muy variable ya que muchos de ellos son metabolizados por microorganismos del colon antes de ser absorbidos. Existen dos rutas básicas para la biosíntesis de compuestos fenólicos: la ruta del ácido shikímico y la ruta del ácido malónico. La ruta del ácido malónico es importante para la síntesis de fenoles en hongos y bacterias, pero se utiliza poco en plantas superiores. La mayoría de los compuestos fenólicos de las plantas se sintetizan a través de la ruta del ácido shikímico, que comienza con la eritrosa-4-P y el ácido fosfoenolpirúvico y lleva a la síntesis de ácido shikímico y aminoácidos aromáticos como la fenilalanina, triptófano y tirosina (Guillamon, 2018, p. 6).



**Ilustración 2-2:** Rutas de síntesis de compuestos fenólicos

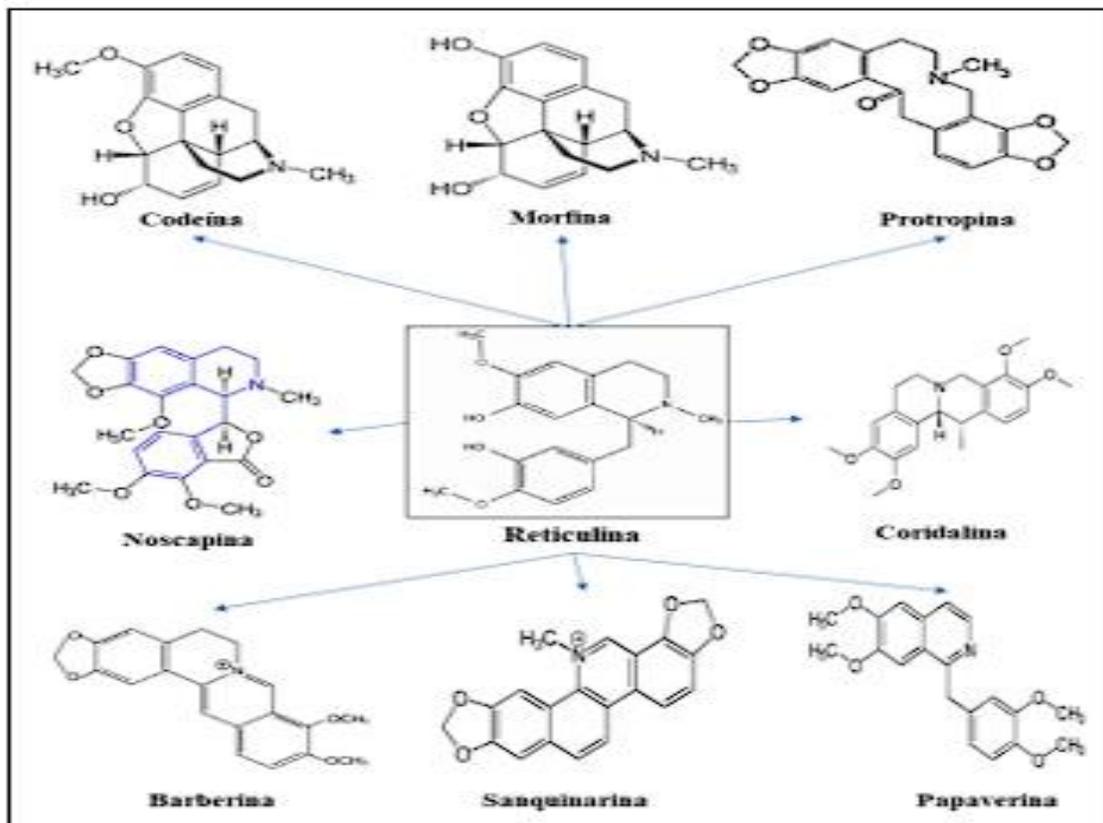
Fuente: (Ávalos y Pérez, 2009)

### 2.2.3.2. *Compuestos alcaloides*

Los alcaloides son un tipo de metabolito especializado y se han identificado alrededor de 21,000 compuestos en el 20% de las plantas, son moléculas nitrogenadas de bajo peso molecular con una amplia variedad de estructuras químicas y actividades biológicas, incluyendo efectos antiinflamatorios y anticancerígenos (Aguiar, 2017).

Actualmente, la función de los alcaloides en las plantas se justifica por su importancia ecológica, ya que actúan como barrera química contra patógenos vegetales, herbívoros y también como reservas de nitrógeno. Los alcaloides son un grupo extenso de más de 15.000 metabolitos secundarios que comparten tres características: solubilidad en agua, presencia de al menos un átomo de nitrógeno en su estructura y actividad biológica. La mayoría son heterocíclicos, aunque algunos son alifáticos nitrogenados (no cíclicos), como la mezcalina o la colchicina. Estos compuestos se encuentran en aproximadamente el 20% de las plantas vasculares, siendo la mayoría de ellas dicotiledóneas herbáceas (Alegría, 2017, p. 17).

Los alcaloides son compuestos producidos principalmente por plantas, como una forma de adaptación al ambiente y a menudo están relacionados con procesos de defensa e inmunidad. El uso de estas sustancias con fines terapéuticos es antiguo, ya que algunos alcaloides han sido utilizados por sus propiedades analgésicas, vasodilatadoras o estimulantes. Los alcaloides vegetales, en particular los pertenecientes al grupo isoquinolínicos (IQ), han sido ampliamente estudiados por sus efectos antiinflamatorios tanto *in vitro* como *in vivo*, lo que los convierte en un área de gran interés en la investigación médica (German, 2019).



**Ilustración 2-3:** Estructura química de alcaloides isoquinolínicos derivados de reticulina

Fuente: (Olive, 2019)

### 2.2.3.3. *Compuestos terpenoides*

Se denomina terpenos o isoprenoides a un grupo de compuestos que forman parte de la familia más grande de los productos naturales en su estructura se encuentran unidades isoprenicas. Los terpenos se pueden encontrar principalmente en alimentos de color verde, en productos derivados de la soja y en cereales (Delgadillo, 2021).

**Tabla 2-1:** Propiedades beneficiosas de los compuestos terpenoides

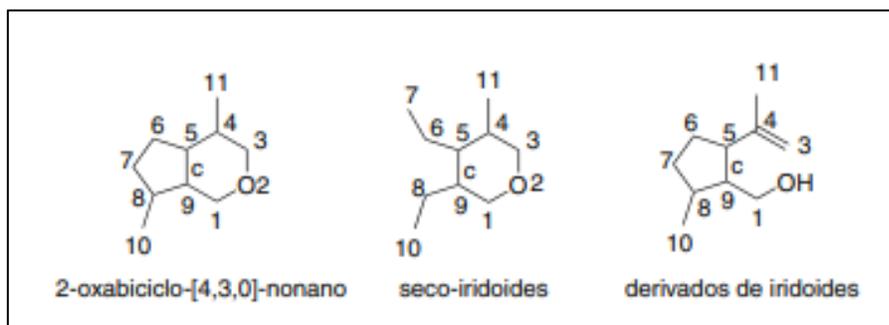
Compuestos fitoquímicos		Propiedades
Terpenos	Iridoides	Amebicida Antiinflamatoria Antimicrobiana
	Saponinas	Anticancerígena Antiinflamatoria Hipocolesterolemiantes

	Carotenoides	Antioxidante Prevencción de degeneración macular Prevencción de enfermedades cardiovasculares
--	--------------	---

Fuente: (Gallegos 2019).

#### 2.2.3.4. Iridoides

Un grupo de compuestos llamados iridoides comprende una serie de monoterpenos bicíclicos (C10) que se derivan del geraniol de manera biosintética. Estos compuestos tienen un esqueleto común de átomos de carbono, el cual se conoce como iridano y consiste en 1-isopropil-2,3-dimetilciclopentano. El núcleo iridano suele estar fusionado con un heterociclo formado por seis átomos, uno de los cuales es oxígeno, lo que se denomina iridoide. El nombre proviene de su primer descubrimiento en hormigas del género *Iridomirmex*. Los iridoides tienen diversas propiedades beneficiosas, incluyendo la capacidad de mejorar la función hepática y estimular la excreción de ácidos biliares, así como actividades antimicrobianas, antitumorales, antivirales y antiinflamatorias (Sol, 2021).



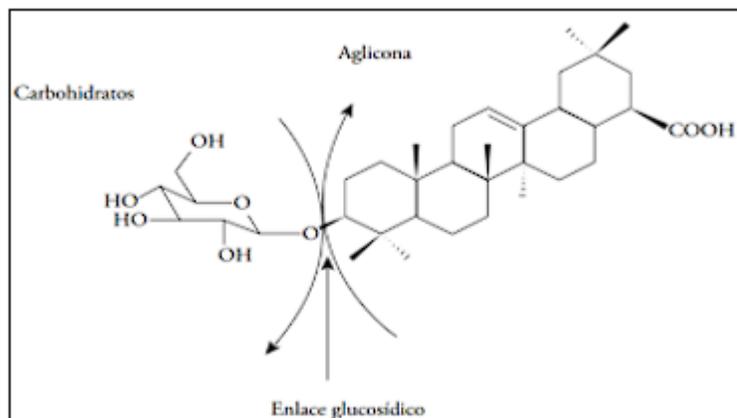
**Ilustración 2-4:** Tipos de iridoides y su numeración

Fuente: (Rios, 2015)

#### 2.2.3.5. Saponinas

Las saponinas son un grupo de metabolitos secundarios compuestos por un anillo terpenoide o esteroidal, conocido como aglicona o sapogenina, que están sustituidos por oligosacáridos a través de enlaces glucosídicos. Esta estructura les confiere un carácter anfifílico y se pueden encontrar saponinas mono, di o triglicósidas, también llamadas mono, di o tridesmosidicas, según el número de sustituciones. Los oligosacáridos unidos son principalmente pentosas, hexosas o ácidos urónicos. Las saponinas son glicósidos hidrosolubles con propiedades tensoactivas y hemolíticas debido a su naturaleza anfifílica. También tienen una amplia actividad biológica y farmacológica, incluyendo

efectos como piscicida, insecticida, anti-protozario, antiinflamatorio, leishmanicida, antitrichomonas, antiagregante plaquetario, broncolítico, hipocolesterolémico y citotóxico contra varias neoplasias (Gallegos 2019).

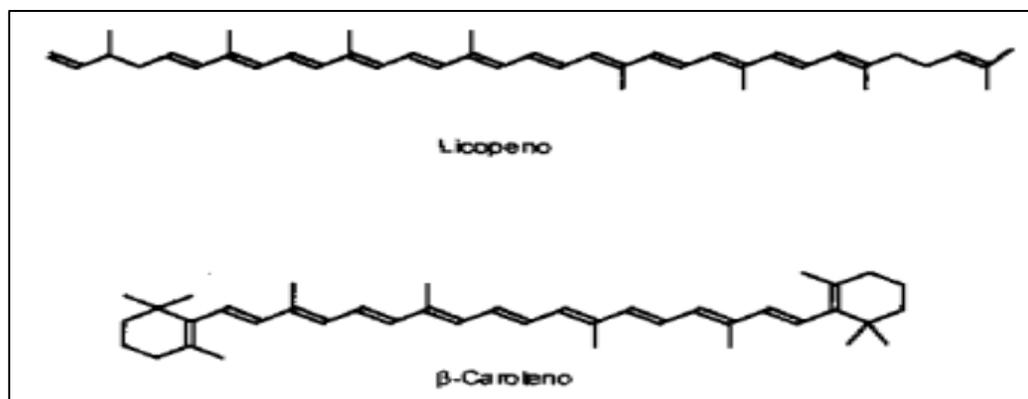


**Ilustración 2-5:** Estructura general de una Saponina

Fuente: (Gallegos 2019).

#### 2.2.3.6. Carotenoides

Los carotenoides son compuestos tetraterpénicos que contienen múltiples unidades de isopreno y un anillo de ciclo hexano insaturado y sustituido en cada uno de los extremos. Existen dos tipos: los carotenos, que carecen de oxígeno en sus anillos terminales, y las xantofilas, que sí lo tienen. Los carotenoides pueden contener diversos grupos oxigenados, como hidroxilo y epoxi, así como aldehído, ceto, carboxi, carbometoxi y metoxi. Se han identificado más de 600 carotenoides, pero su presencia en los alimentos es limitada. Son pigmentos liposolubles que se sintetizan de forma natural en plantas, algas y bacterias fotosintéticas. Son sensibles al oxígeno, metales, ácidos, peróxidos, calor, luz y a las lipoxigenasas. Algunos de ellos pueden actuar como provitamina A y ser convertidos en retinol por los animales. Se estima que alrededor de 50 carotenoides son precursores de la vitamina A, según su estructura (Sol, 2021, p. 11).



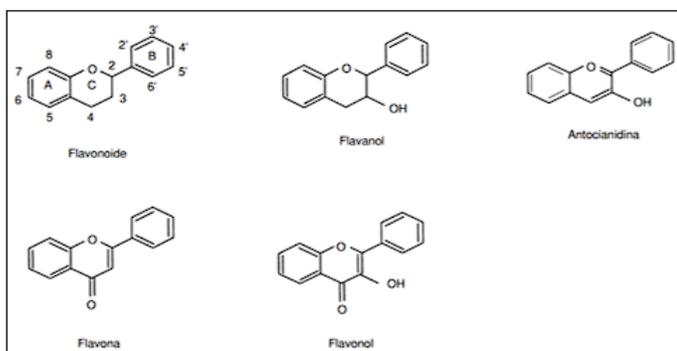
**Ilustración 2-6:** Estructuras de las que derivan los carotenoides lineales y cíclicos

Fuente: Sánchez et al. 1999.

### 2.2.3.7. *Compuestos flavonoides*

Los flavonoides son pigmentos naturales que se encuentran en todas las plantas y protegen al cuerpo contra daños causados por agentes oxidantes como los rayos ultravioletas, la polución y sustancias químicas en los alimentos. El cuerpo humano no puede sintetizar estos compuestos por sí mismo, por lo que deben ser obtenidos a través de la dieta o suplementos. Los flavonoides contienen grupos hidroxilo fenólicos variables en su estructura, lo que les confiere una fuerte capacidad antioxidante y excelentes propiedades para quelar metales de transición como el hierro (Delgadillo, 2021, p. 35).

Los flavonoides son moléculas pequeñas que tienen una estructura básica de difenil-pirano (C6-C3-C6), formada por dos anillos de fenilo (A y B) unidos a través de un anillo C de pirano (heterocíclico). Los átomos de carbono en los anillos A y C se numeran del 2 al 8, mientras que los del anillo B se numeran del 2' al 6'12 (ver Ilustración 2-7). La actividad antioxidante de los flavonoides depende de las propiedades redox de sus grupos hidroxifenólicos y de la relación estructural entre las diferentes partes de la estructura química. Esta estructura básica permite una variedad de patrones de sustitución y variaciones en el anillo C, lo que lleva a la clasificación de los flavonoides en cuatro grupos principales: flavonas, flavonoles, flavanonas y antocianidinas (ver Ilustración 2-7) (Sol, 2021).



**Ilustración 2-7:** Tipos y Estructura de los Flavonoides

**Fuente:** (Gallegos et al. 2019)

Los flavonoides se encuentran en frutas, verduras, semillas y flores, así como en cerveza, vino, té verde, té negro y soja, los cuales son consumidos en la dieta humana de forma habitual y también pueden utilizarse en forma de suplementos nutricionales, junto con ciertas vitaminas y minerales. Los flavonoides se encuentran también en extractos de plantas como arándano, brócoli, manzanas, coles de Bruselas, naranja, cacao, etc. En general los flavonoides desempeñan un papel de suma importancia en la biología vegetal debido que responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas (Delgadillo, 2021).

#### 2.2.4. *Matico de puna (Jungia rugosa Less)*

Es una especie de planta herbácea perenne que pertenece a la familia de las *Asteraceae*. Es originaria de Sudamérica y se puede encontrar en países como Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina. Esta planta crece en zonas de bosques y matorrales, y también en áreas perturbadas como bordes de caminos y terrenos baldíos. Se caracteriza por tener un tallo erecto, delgado y ramificado que puede alcanzar hasta los 2 metros de altura. Las hojas son alternas, simples, de forma ovalada y con bordes dentados. Las flores son pequeñas y de color amarillo, y se agrupan en inflorescencias en forma de corimbos.

El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) es conocida por sus propiedades medicinales. Se utiliza tradicionalmente en la medicina popular para tratar una amplia variedad de dolencias, como inflamaciones, fiebre, dolores de cabeza y reumatismo. Se cree que sus propiedades medicinales se deben a la presencia de compuestos químicos como alcaloides, flavonoides y terpenos. Además, el matico de puna (*Jungia rugosa Less*) tiene un importante valor ecológico, ya que proporciona alimento y refugio a una gran diversidad de especies de insectos y aves. Sin embargo, debido a la

pérdida de hábitat y la degradación del medio ambiente, esta especie se encuentra amenazada en algunas áreas de su distribución natural (Wilches, 2015, p. 19).

#### 2.2.4.1. Usos medicinales

El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se ha utilizado en la medicina tradicional para tratar una variedad de dolencias en diferentes partes del mundo (Condori, 2018). A continuación, se mencionan algunos de los usos medicinales más comunes de esta planta:

- Problemas digestivos: Las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se han utilizado en la medicina tradicional china para tratar problemas digestivos como la diarrea, la disentería y la indigestión. Se cree que sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes pueden ayudar a aliviar la inflamación en el tracto digestivo.
- Antiinflamatorio: La planta ha sido utilizada tradicionalmente como antiinflamatorio en la medicina ayurvédica. También se ha utilizado para aliviar la inflamación en la piel.
- Antipirético: La infusión de hojas y flores del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se ha utilizado para reducir la fiebre.
- Analgésico: En la medicina tradicional de la India, se ha utilizado para aliviar el dolor de cabeza, los dolores menstruales y las dolencias relacionadas con los huesos y las articulaciones.
- Inmunomodulador: La planta ha sido utilizada tradicionalmente para estimular el sistema inmunológico y para tratar enfermedades infecciosas (Acosta, 2019).

Aunque se han utilizado extractos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) en la medicina tradicional, se necesitan más estudios para determinar su seguridad y eficacia. Como con cualquier suplemento o medicamento, es importante hablar con un profesional de la salud antes de usarlo para tratar cualquier dolencia (Acosta, 2019).

#### 2.2.4.2. Clasificación taxonómica

**Tabla 2-2:** Clasificación taxonómica del matico de puna

<b>Familia</b>	ASTEREACEAE
<b>Especie</b>	<i>Jungia rugosa Less</i>
<b>Estado</b>	Fértil

**Fuente:** Herbario Politécnica Chimborazo (CHEP), (Ver Anexo 1)

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 2-8:** Planta del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)

**Fuente:** (Acosta, 2019)

#### **2.2.5. Compuestos fitoquímicos en el matico de puna (*Jungia rugosa Less*)**

Los estudios realizados han demostrado que contiene una amplia variedad de compuestos fitoquímicos, que incluyen flavonoides, terpenos, ácidos fenólicos y alcaloides. Se han identificado flavonoides como la quercetina, la rutina y el ácido clorogénico, así como terpenos como ácido ursólico y ácido oleanólico, entre otros (Wilches, 2015). Estos compuestos se encuentran en diferentes partes de la planta, como hojas, tallos y raíces.

Los estudios previos sugieren que los compuestos fitoquímicos presentes en el matico de puna (*Jungia rugosa Less*) pueden tener propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas y antitumorales. Los flavonoides, por ejemplo, se han demostrado tener propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, lo que los convierte en un buen candidato para el desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos. Los terpenos, por otro lado, tienen propiedades antimicrobianas y antitumorales, lo que indica su potencial uso en la industria farmacéutica.

En general, el conocimiento de los compuestos fitoquímicos presentes en matico de puna (*Jungia rugosa Less*) es importante para entender sus propiedades medicinales y su potencial uso en la elaboración de medicamentos y productos cosméticos (Wilches, 2015).

### **2.2.6. Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales**

Las plantas medicinales han sido utilizadas desde tiempos antiguos para tratar diversas enfermedades y dolencias, entre ellas la inflamación. La actividad antiinflamatoria de las plantas medicinales se debe a la presencia de compuestos fitoquímicos, tales como flavonoides, terpenoides, alcaloides, ácidos fenólicos y esteroides. Estos compuestos pueden actuar sobre diferentes mecanismos implicados en la inflamación, como la producción de citoquinas proinflamatorias, la actividad de enzimas inflamatorias y la inhibición de la expresión de genes relacionados con la inflamación (Ramírez, 2020, p. 8).

Diversos estudios han demostrado la actividad antiinflamatoria de plantas medicinales utilizadas en diferentes partes del mundo. Por ejemplo, en la medicina tradicional china se utiliza la raíz de *Scutellaria baicalensis* para tratar enfermedades inflamatorias, como la artritis reumatoide y la dermatitis. Los estudios han demostrado que los flavonoides presentes en la raíz de *Scutellaria baicalensis* pueden inhibir la producción de citoquinas proinflamatorias y la actividad de enzimas inflamatorias (Gómez, 2011, p. 3).

Otra planta medicinal con actividad antiinflamatoria es la cúrcuma (*Curcuma longa*), utilizada en la medicina tradicional india. La curcumina, el compuesto activo principal de la cúrcuma, ha demostrado tener efectos antiinflamatorios en diversos estudios, al inhibir la producción de citoquinas proinflamatorias y la actividad de enzimas inflamatorias. En América Latina, la catuaba (*Trichilia catigua*) es una planta medicinal utilizada en la medicina tradicional para tratar diversas dolencias, incluyendo la inflamación. Los estudios han demostrado que los compuestos químicos presentes en la catuaba tienen actividad antiinflamatoria al inhibir la producción de citoquinas proinflamatorias (Chiclana, 2009, p. 15).

### **2.2.7. Ungüentos**

Los ungüentos a base de plantas medicinales son una forma popular de administración de plantas medicinales tópicas. Estos ungüentos se elaboran mezclando extractos de plantas medicinales con una base ungüento, como vaselina, lanolina o cera de abejas. Los ungüentos a base de plantas medicinales se han utilizado tradicionalmente para tratar una amplia variedad de dolencias, como heridas, quemaduras, inflamaciones y afecciones de la piel (León, 2010).

### **2.2.8. *Formulación de ungüentos a base de plantas medicinales***

La formulación de ungüentos a base de plantas medicinales puede variar dependiendo de la finalidad del producto. Por ejemplo, para la formulación de un ungüento para el tratamiento de afecciones de la piel, se pueden utilizar plantas medicinales con propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes y antimicrobianas. En cambio, para la formulación de un ungüento para el tratamiento de dolencias musculares y articulares, se pueden utilizar plantas medicinales con propiedades analgésicas y antiinflamatorias (Ceron, 2021, p. 5).

La elección de la base ungüento también es importante en la formulación de ungüentos a base de plantas medicinales. La vaselina es una base ungüento común utilizada en la formulación de ungüentos, ya que tiene una textura suave y es fácil de mezclar con extractos de plantas medicinales. La lanolina es otra base ungüento común utilizada en la formulación de ungüentos, ya que tiene propiedades hidratantes y puede ayudar a proteger la piel. La cera de abejas también se utiliza como base ungüento en la formulación de ungüentos, ya que tiene propiedades antibacterianas y puede ayudar a mejorar la consistencia del producto (Ceron, 2021, p. 6).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de la investigación

La investigación presentó dos partes de estudio, en la primera etapa se realizó un tamizaje fitoquímico de tres extractos; etéreo, alcohólico y acuoso tanto de tallos y de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*), con lo cual se evaluó su presencia o ausencia de metabolitos secundarios; para la segunda etapa se formuló un ungüento a base del extracto que mayor metabolitos secundarios presentó para finalmente evaluar su efectividad en la disminución del edema provocado en las ratas.

#### 3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue de tipo experimental, el desarrollo del tamizaje sirvió para conocer los metabolitos secundarios presentes en el matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Además, tuvo una parte descriptiva ya que con la presencia de ciertos metabolitos secundarios detectados por las pruebas de laboratorio se pudo comprobar su actividad antiinflamatoria.

#### 3.3. Diseño de investigación

El estudio investigativo presentó 2 diseños experimentales, primero se utilizó un diseño experimental del coeficiente de alfa de Cronbach como medida de confiabilidad para verificar que cada compuesto que forma parte de la formulación del ungüento se encuentre en la cantidad correcta para obtener un ungüento de características ideales que cumplió con la actividad antiinflamatoria que se propuso.

Segundo se utilizó un diseño Completamente Aleatorio, diseño que sirvió para poder comparar las 3 concentraciones del ungüento a base del extracto alcohólico de las hojas de matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con concentraciones de 50%, 70%, 90% vs un grupo denominado blanco para evaluar la posible disminución del edema provocado en el modelo utilizado en ratas.

##### 3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

La presente investigación es de carácter experimental, el objetivo fue poner a prueba la hipótesis alterna que permitió manipular las variables independientes (extractos: etéreo, alcohólico y acuoso) para saber cuál de ellos presentaba mayor efecto antiinflamatorio.

### **3.3.2. Según el tipo de inferencia**

La presente investigación fue de tipo hipotético-deductiva se basó en una idea de inducción-deducción-inducción estableciendo una hipótesis alterna y comprobando o refutando a partir de un fenómeno observado cómo fueron pruebas de laboratorio (tamizaje fitoquímico) para posteriormente comprobar con el método de edema de pata inducida por carragenina.

### **3.4. Tipo de estudio**

El tipo de estudio fue aplicado, razón por la que la formulación del ungüento a base del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) sirvió para aplicarla a la realidad después de comprobar su efecto antiinflamatorio.

### **3.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra**

#### **3.5.1. Población de estudio**

Estudio fitoquímico: tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*).

Estudio farmacológico: ratas de laboratorio.

#### **3.5.2. Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra para el estudio fitoquímico fue constituido por 1350 gramos de tallos y 1800 gramos de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*).

Además, para el estudio farmacológico se utilizaron 15 ratas de laboratorio.

### **3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

### **3.6.1. Método de muestreo**

Las muestras del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) utilizadas en este estudio se recolectaron en la Comunidad El Toldo de la parroquia Quimiag, de la provincia de Chimborazo, Ecuador. Se eligió esta ubicación debido a la alta prevalencia de esta especie vegetal en la zona, así como a su uso tradicional en la medicina popular para tratar afecciones inflamatorias.

Para el muestreo, se siguieron los siguientes procedimientos: se identificaron las áreas donde la especie se encontraba con mayor frecuencia, se eligieron aleatoriamente varias plantas de diferentes áreas de la comunidad, se recolectaron los tallos y las hojas de la planta, y se guardó en bolsas de plástico etiquetadas con la fecha y la ubicación de la recolección.

Las muestras se trasladaron inmediatamente al laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) para su procesamiento. Se realizaron pruebas de autenticidad y se eliminaron las muestras que no correspondían a la especie buscada. Posteriormente, se procedió a la limpieza, secado y molienda de las muestras para la realización del tamizaje fitoquímico y la extracción de los compuestos bioactivos. Es importante destacar que se obtuvo el permiso correspondiente de las autoridades de la comunidad y se respetaron todas las normas éticas y legales en el proceso de recolección de las muestras.

### **3.6.2. Técnicas de recolección de datos**

La técnica de tamizaje fitoquímico se llevó a cabo mediante la extracción de los compuestos bioactivos presentes en las muestras del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Para ello, se utilizó la técnica de maceración, que consiste en sumergir las muestras en solventes etéreo, alcohólico y acuoso durante un periodo de tiempo determinado. Posteriormente, se procedió a la filtrar y evaporar el solvente, obteniendo así los extractos de las muestras. Estos extractos se sometieron a un tamizaje fitoquímico para la identificación de los metabolitos secundarios presentes en las muestras. En los ensayos in vitro, se evaluó la capacidad del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). En los ensayos en las ratas de laboratorio, se evaluó la capacidad de los extractos para reducir la inflamación en modelos animales de inflamación.

### **3.6.3. Instrumentos**

### 3.6.3.1. *Materiales*

- Probetas de 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Tubos de ensayo de 10 ml
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Papel Kraft
- Papel filtro
- Propipetas
- Pissetas
- Espátulas
- Agitador o varillas de vidrio
- Pinzas metálicas
- Botellas Ámbar
- Pipetas Pasteur
- Gradillas
- Embudo Büchner
- Malla de asbesto
- Vasos de precipitación de 400 y 500 ml
- Kitasato

### 3.6.3.2. *Equipos*

- Balanza analítica
- Estufa
- Rotavapor
- Molino de laboratorio
- Bomba de presión
- Reverbero
- FISONS MD-800 con una columna DB-5MS
- Etanol 96°
- Hidroxamato férrico
- Tira de magnesio
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Cloroformo
- Éter etílico
- Alcohol amílico

### 3.6.3.3. *Reactivos*

- Ácido clorhídrico
- Agua destilada
- Cloruro férrico
- Reactivo Dragendorff
- Reactivo de Libermann-Burchard
- Reactivo de Bajlet
- Alcohol cetílico
- Ácido esteárico

## 3.7. **Diseño del experimento**

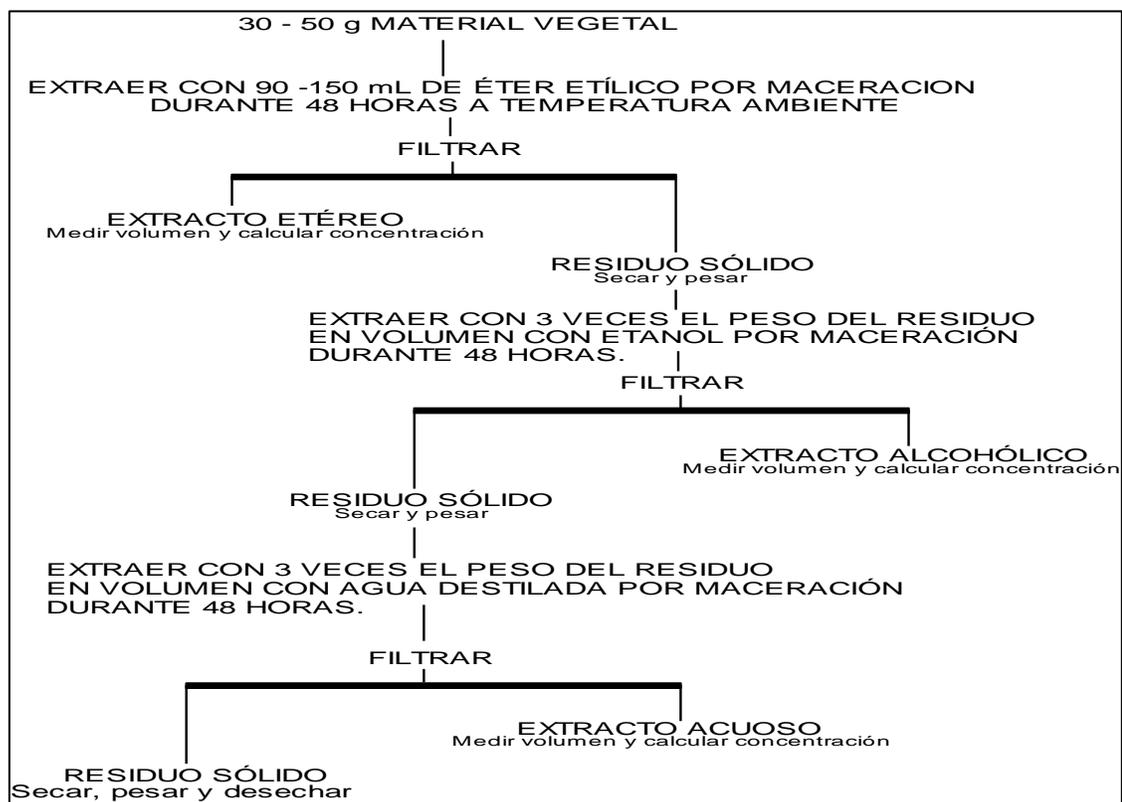
### 3.7.1. Identificación taxonómica

Los tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa* Less), fueron trasladados al Área Herbaria de la ESPOCH para su identificación taxonómica.

### 3.7.2. Secado de las hojas y tallos de *Jungia rugosa* Less

Para poder trabajar con la planta del matico de puna (*Jungia rugosa* Less) se seleccionó y eliminó las impurezas de las hojas y los tallos, utilizando agua destilada. Posteriormente, se colocaron en papel Kraft para ser llevados a la estufa a una temperatura de 40°, con el objetivo de no alterar los metabolitos.

### 3.7.3. Obtención de extractos



**Ilustración 3-1:** Extracción de material vegetal para la aplicación de tamizaje fitoquímico

Fuente: (Cuéllar y Miranda, 2014)

#### 3.7.3.1. Extracción etérea de hojas y tallos del matico de puna (*Jungia rugosa* Less)

Una vez secas las hojas, se molieron y se pesaron 200 gramos en la balanza analítica. Se adicionó un promedio de 400 ml de éter etílico y se procedió a envasar y rotular la muestra en un frasco ámbar. Luego, se dejó a maceración por 48 horas. De la misma manera se procedió con los tallos, se pesó 300 gramos. Después del tiempo estimado, se filtró el extracto del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con papel Whatman N° 40, obteniendo un nuevo volumen de extracto etéreo, el mismo que se obtuvo sirvió para los análisis posteriores.

#### *3.7.3.2. Extracción alcohólica de hojas y tallos del matico de puna (Jungia rugosa Less)*

Para la obtención del extracto alcohólico de las hojas secas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se pesaron 200 gramos en la balanza analítica. Se adicionó un promedio de 400 ml de alcohol etílico y se procedió a envasar y rotular la muestra en un frasco ámbar. Luego, se dejó a maceración por 48 horas. De la misma manera se procedió con los tallos, se pesó 300 gramos. Después del tiempo estimado, se filtró el extracto del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con papel Whatman N° 40, obteniendo un nuevo volumen de extracto alcohólico, el mismo que se obtuvo sirvió para los análisis posteriores.

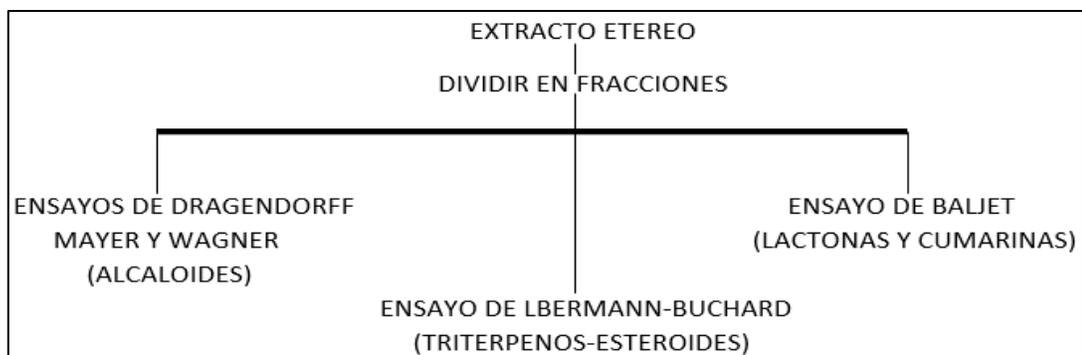
#### *3.7.3.3. Extracción acuosa de hojas y tallos del matico serrano (Jungia rugosa Less)*

Una vez secas las hojas, se molieron y pesaron 200 gramos en la balanza analítica, en el caso de los tallos, se pesaron 300 gramos. Se adicionó un promedio de 400 ml de agua destilada y se procedió a envasar y rotular las muestras en frascos ámbar. Luego, se dejaron a maceración por 48 horas. Después del tiempo estimado, se filtraron los extractos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con papel Whatman N° 40, obteniendo un nuevo volumen de extracto acuoso del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Los extractos que se obtuvieron sirvieron para los análisis posteriores.

#### **3.7.4. Tamizaje fitoquímico**

El tamizaje fitoquímico se realizó con el objetivo de identificar la presencia de determinados metabolitos secundarios, dependientes de sus características estructurales y solubilidad, que permitieron su identificación.

##### *3.7.4.1. Extracto etéreo*



**Ilustración 3-2:** Esquema de las reacciones a realizar en el extracto de éter etílico

Fuente: (Cuéllar & Miranda, 2014)

- *Identificación de alcaloides*

**Ensayo de Dragendorff:** Si la alícuota del extracto está disuelta en un solvente orgánico, este debe evaporarse en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de ácido clorhídrico al 1 % en agua. Con la solución acuosa ácida se realizó el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++) y si hay precipitado color rojo o anaranjado, es positivo (Cuéllar y Miranda, 2014).

**Ensayo de Mayer:** Se precedió de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Se añadió una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Se añadió 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia (+), Turbidez definida (++), precipitado coposo (+++) (Cuéllar y Miranda, 2014).

**Ensayo de Wagner:** Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++).

- *Identificación de triterpenos*

**Ensayo de Libermann-Burchard:** Si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1mL de cloroformo. Se adiciona 1mL de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayos se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración: 1) rosado-azul muy rápido, 2) verde intenso-visible, aunque rápido y 3) verde oscuro-negro-final de la reacción.

El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. La reacción de Liebermann-Burchard se emplea también para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides, las primeras producen coloraciones azules o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de lactonas y cumarinas*

**Ensayo de Baljet:** Si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en la menor cantidad de alcohol (1mL). En estas condiciones se adiciona 1mL del reactivo, considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración o precipitado rojo (Cuéllar y Miranda, 2014).

#### 3.7.4.2. Extracto alcohólico



**Ilustración 3-3:** Esquema de las reacciones a realizar en el extracto alcohólico

Fuente: (Cuéllar y Miranda, 2014)

- *Identificación de saponinas*

**Ensayo de espuma:** Si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos. El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de triterpenos-esteroides*

**Ensayo de Libermann-Burchard:** Si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de cloroformo. Se adiciona 1 mL de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayos se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración: rosado-azul muy rápido, verde intenso-visible, aunque rápido y verde oscuro-negro-final de la reacción. El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. La reacción de Liebermann-Burchard se emplea también para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides, las primeras producen coloraciones azules o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de alcaloides*

**Ensayo de Dragendorff:** Si la alícuota del extracto está disuelta en un solvente orgánico, este debe evaporarse en baño de agua y el residuo redisolverse en 1mL de ácido clorhídrico al 1 % en agua. Con la solución acuosa ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++) , precipitado (+++) y si hay precipitado color rojo o anaranjado, es positivo (Cuéllar y Miranda, 2014).

**Ensayo de Mayer:** Proceda de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Añada una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Añada 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia (+), Turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++).

**Ensayo de Wagner:** Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++) , precipitado (+++) (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de flavonoides*

**Ensayo de Shinoda:** Se diluye con 1mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción se espera 5 minutos, se añade 1mL de alcohol amílico, se

mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen. El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intensos en todos los casos (Cuéllar y Miranda, 2014).

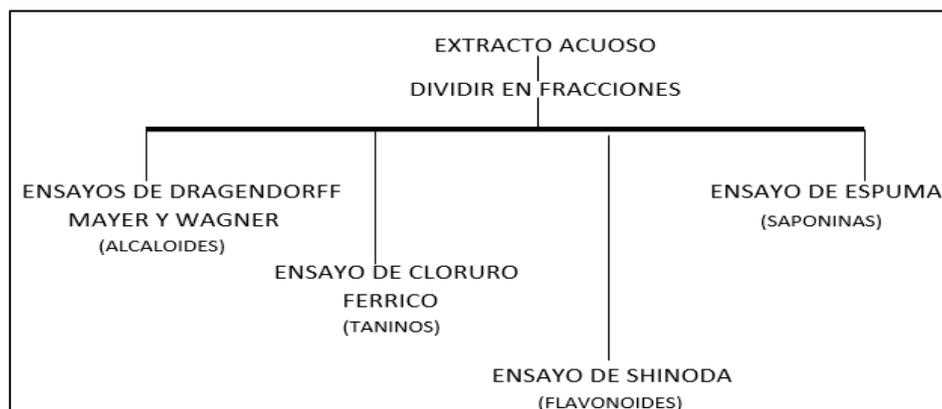
- *Identificación de fenoles y taninos*

**Ensayo de cloruro férrico:** A una alícuota del extracto alcohólico se le adicionan 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9% en agua). Un ensayo positivo puede dar la siguiente información general: desarrollo de una coloración rojovino, compuestos fenólicos en general, desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos y desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos.

- *Identificación de lactonas*

**Ensayo de Baljet:** Se adiciona 1mL del reactivo, considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración o precipitado rojo.

#### 3.7.4.3. Extracto acuoso



**Ilustración 3-4:** Esquema de las reacciones a realizar en el extracto acuoso

Fuente: (Cuéllar y Miranda, 2014)

- *Identificación de alcaloides*

**Ensayo de Dragendorff:** A la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado, (calentar suavemente y dejar enfriar hasta acidez). Con la solución acuosa ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++) y si hay precipitado color rojo o anaranjado, es positivo (Cuéllar y Miranda, 2014).

**Ensayo de Mayer:** Se replicó lo antes ya descrito, hasta obtener la solución ácida. Se añadió una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Añada 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia (+), Turbidez definida (++), precipitado coposo (+++) (Cuéllar y Miranda, 2014).

**Ensayo de Wagner:** Si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en la menor cantidad de alcohol (1mL). Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++) (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de taninos*

**Ensayo de cloruro férrico:** A una alícuota del extracto se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general: desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general, desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos y desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos

- *Identificación de flavonoides*

**Ensayo de Shinoda:** Se diluye con 1mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción se espera 5 minutos, se añade 1mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen. El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intensos en todos los casos (Cuéllar y Miranda, 2014).

- *Identificación de saponinas*

**Ensayo de Espuma:** Si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos. El ensayo se considera positivo si aparece

espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos (Cuéllar y Miranda, 2014).

### ***3.7.5. Caracterización mediante la técnica de cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC/MS)***

La Cromatografía de Gases acoplada a la Espectrometría de Masas es la técnica de elección para el análisis de moléculas orgánicas más pequeñas y volátiles como bencenos, alcoholes, aromáticos, y moléculas simples como esteroides, ácidos grasos y hormonas, también se puede aplicar en el estudio de muestras líquidas, gaseosas y sólidas. Hay muchas ventajas en el uso de GC/MS para el análisis de compuestos, como su capacidad para separar mezclas complejas, cuantificar e identificar analitos y determinar niveles de trazas de contaminación orgánica.

La técnica comienza con el cromatógrafo de gases, donde la muestra se volatiliza. Esto vaporiza efectivamente la muestra a fase gaseosa y separa sus diversos componentes utilizando una columna capilar llena con una fase estacionaria (sólida) y un gas portador inerte como argón, helio o nitrógeno. A medida que los componentes se separan, se eluyen de la columna en diferentes momentos, lo que se conoce como sus tiempos de retención (Grimm y Anastasiou, 2016).

Los componentes salen de la columna de Cromatografía de Gases, y se ionizan por el espectrómetro de masas, que utiliza fuentes de ionización química o electrónica. Las moléculas ionizadas se aceleran a través del analizador de masas del instrumento, que es una trampa de iones. Aquí los iones se separan en función de sus diferentes relaciones masa/carga ( $m/z$ ).

La separación de estas sustancias depende de las diferencias en la distribución de las sustancias en estudio entre las fases móvil y estacionaria que componen el sistema. Una vez separado, el material se fragmenta y analiza en función de su patrón de fragmentación. Este patrón de fragmentación se puede comparar con la información de las bases de datos de espectros de masas para una identificación preliminar. La identificación y cuantificación final de cada sustancia debe realizarse utilizando sustancias de referencia (Grimm y Anastasiou, 2016).

### ***3.7.6. Elaboración del ungüento***

#### ***3.7.6.1. Medida de confiabilidad para las formulaciones con el coeficiente de Alfa de Cronbach***

Es una forma sencilla de medir la consistencia interna de un grupo determinado de datos, en otras palabras, permitió evaluar la magnitud en que las formulaciones del ungüento están correlacionadas entre sí. Este diseño se obtiene a partir de la covarianza entre la formulación de 50, 70 y 90%, la varianza total de la formulación y el número de componentes que conforman el 100% de cada formulación. Se utiliza la siguiente formula:

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) * \left( 1 - \frac{\text{sumatoria de varianza de los ítems}}{\text{varianza total}} \right)$$

Donde:

**k:** es el número de ítems en el cuestionario.

La "sumatoria de varianza de los ítems" es la suma de las varianzas de cada ítem.

La "varianza total" es la varianza de los puntajes totales de todos los ítems.

Fórmula para calcular la varianza de un conjunto de datos (ítem):

$$\text{Varianza} = \sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

**Donde:**

**X<sub>i</sub>:** es el valor de cada dato en el ítem.

**X̄:** es el promedio de los datos en el ítem.

**n:** es el número de datos en el ítem.

Fórmula para calcular la varianza total:

$$\text{Varianza Total} = \text{Var}(x_1) + \text{Var}(x_2) + \dots + \text{Var}(x_k)$$

**Donde:**

**X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, ..., X<sub>k</sub>:** son los puntajes de todos los ítems en todas las condiciones.

Dentro de los valores del diseño de Alfa de Cronbach, se define que entre 0,70 y 0,90 indica una buena consistencia interna. En el proceso de elaboración del ungüento se consideró un diseño de mezclas teniendo así las posibles formulaciones.

3.7.6.2. *Formulación 1: Ungüento con el 50% de principio activo del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (Jungia rugosa Less)*

**Tabla 3-1:** Formulación 1

COMPONENTE	PORCENTAJE	FUNCIÓN
Extracto de hojas	50%	Principio activo
Ácido esteárico	7%	Humectante
Alcohol cetílico	6%	Emulsionante
Agua purificada	35,4%	Vehículo
Metil-parabeno	0,40%	Conservante
Propilenglicol	1,2%	Base-Agente humectante

Fuente: (Santander, 2020)

Realizado por: Cisneros P; Morales A., 2023

Instrucciones: Se comienza por fundir 7 g de ácido esteárico (humectante) con 6 g de alcohol cetílico (emulsionante) a 70°C en baño maría, se mezcló e incorporó 50 g del extracto de hojas (principio activo) de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con agitación continua, seguido a ello se disolvieron 0,40 g de metil-parabeno (conservante) en agua caliente y se incorporó a la mezcla. Se adicionó 1,2 g de propilenglicol (base-agente humectante) adicionando 35,4 mL de agua purificada caliente (vehículo) hasta completar un 100% con breves pausas y con agitación continua para mezclar la fase acuosa sobre la fase oleosa, se continuó con la agitación hasta llegar a la temperatura ambiente y lograr una consistencia homogénea. El ungüento antiinflamatorio quedó listo para ser envasado (Santander, 2020).

Se analizó la función de cada componente en la formulación:

- Extracto de hojas: Es el principal principio activo del ungüento, se utilizó para tratar la inflamación. Representa el 50% de la formulación.
- Ácido esteárico: Es un humectante que se utilizó para prevenir la pérdida de agua de la piel y mantenerla hidratada. Representa el 7% de la formulación.
- Alcohol cetílico: Es un emulsionante que se utilizó para unir los ingredientes y formar una emulsión. Representa el 6% de la formulación.
- Agua purificada: Es el vehículo principal del ungüento, ya que permite la distribución uniforme de los ingredientes y facilita su aplicación en la piel. Representa el 35,4% de la formulación.
- Metil-parabeno: Es un conservante que se utilizó para prolongar la vida útil del ungüento y prevenir el crecimiento de microorganismos. Representa el 0,40% de la formulación.

- Propilenglicol: Es una base-agente humectante que sirvió para mejorar la textura y la apariencia del ungüento. Representa el 1,2% de la formulación.

En resumen, la formulación del ungüento consistió en un extracto de hojas como principio activo, acompañado de otros componentes que cumplen funciones específicas, tales como mantener la hidratación de la piel, emulsionar los ingredientes, prolongar la vida útil y mejorar la textura y apariencia del producto final.

### 3.7.6.3. Formulación 2: Ungüento con el 70% de principio activo del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)

**Tabla 3-2:** Formulación 2

COMPONENTE	PORCENTAJE	FUNCIÓN
Extracto de hojas	70%	Principio activo
Ácido esteárico	5%	Humectante
Alcohol cetílico	3%	Emulsionante
Agua purificada	20,4%	Vehículo
Metil-parabeno	0,40%	Conservante
Propilenglicol	1,2%	Base-Agente humectante

**Fuente:** (Santander, 2020)

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023

Instrucciones: Se comienza por fundir 5 g de ácido esteárico (humectante) con 3 g de alcohol cetílico (emulsionante) a 70°C en baño maría, se mezcló e incorporó 70 g del extracto de hojas (principio activo) de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con agitación continua, seguido a ello se disolvieron 0,40 g de metil-parabeno (conservante) en agua caliente y se incorporó a la mezcla. Se adicionó 1,2 g de propilenglicol (base-agente humectante) adicionando 20,4 mL de agua purificada caliente (vehículo) hasta completar un 100% con breves pausas y con agitación continua para mezclar la fase acuosa sobre la fase oleosa, se continuó con la agitación hasta llegar a la temperatura ambiente y lograr una consistencia homogénea (Santander, 2020).

Se analizó la función de cada componente en la formulación:

- Extracto de hojas: Es el principal principio activo del ungüento, se utilizó para tratar la inflamación. Representa el 70% de la formulación, lo que indicó una concentración mayor del principio activo en comparación con la formulación anterior.

- **Ácido esteárico:** Es un humectante que se utilizó para prevenir la pérdida de agua de la piel y mantenerla hidratada. Representa el 5% de la formulación, una concentración menor en comparación con la formulación anterior.
- **Alcohol cetílico:** Es un emulsionante que sirvió para unir los ingredientes y formar una emulsión. Representa el 3% de la formulación, una concentración menor en comparación con la formulación anterior.
- **Agua purificada:** Es el vehículo principal del ungüento, ya que permitió la distribución uniforme de los ingredientes y facilitó su aplicación en la piel. Representa el 20,4% de la formulación, una concentración menor en comparación con la formulación anterior.
- **Metil-parabeno:** Es un conservante que se utilizó para prolongar la vida útil del ungüento y prevenir el crecimiento de microorganismos. Representa el 0,40% de la formulación, una concentración igual a la de la formulación anterior.
- **Propilenglicol:** Es una base-agente humectante que se utilizó para mejorar la textura y la apariencia del ungüento. Representa el 1,2% de la formulación, una concentración igual a la de la formulación anterior.

3.7.6.4. *Formulación 3: Ungüento con el 90% de principio activo del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (Jungia rugosa Less)*

**Tabla 3-3:** Formulación 3

COMPONENTE	PORCENTAJE	FUNCIÓN
Extracto de hojas	90%	Principio activo
Ácido esteárico	5%	Humectante
Alcohol cetílico	3%	Emulsionante
Agua purificada	1,4%	Vehículo
Metil-parabeno	0,40%	Conservante
Propilenglicol	0,6%	Base-Agente humectante

**Fuente:** (Santander, 2020)

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023

Instrucciones: Se comienza por fundir 5 g de ácido esteárico (humectante) con 3 g de alcohol cetílico (emulsionante) a 70°C en baño maría, se mezcló e incorporó 90 g del extracto de hojas (principio activo) de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con agitación continua, seguido a ello se disolvieron 0,40 g de metil-parabeno (conservante) en agua caliente y se incorporó a la mezcla. Se adicionó 0,6 g de propilenglicol (base-agente humectante) adicionando 1 mL de agua purificada

caliente (vehículo) hasta completar un 100% con breves pausas y con agitación continua para mezclar la fase acuosa sobre la fase oleosa, se continuó con la agitación hasta llegar a la temperatura ambiente y lograr una consistencia homogénea. El ungüento antiinflamatorio quedó listo para ser envasado (Santander, 2020).

Se analizó la función de cada componente en la formulación:

- Extracto de hojas (Principio activo): Representa el 90% en la formulación original. Este componente es el principio activo del ungüento, lo que significa que es la sustancia responsable de la actividad terapéutica o de interés en el producto final.
- Ácido esteárico: Constituye el 5% de la formulación. Su función principal es actuar como humectante, lo que significa que ayudó a retener la humedad en el ungüento y proporcionó una textura adecuada.
- Alcohol cetílico: Se encuentra en un 3% de la formulación. Cumple la función de emulsionante, es decir, ayudó a estabilizar la emulsión formada entre los componentes acuosos y lipídicos del ungüento, permitiendo una distribución uniforme de los ingredientes.
- Agua purificada: Representa el 1,4% de la formulación original y se ha reducido al 1,4% en la tabla modificada. Actuó como vehículo, proporcionando la base acuosa necesaria para formular el ungüento y garantizar su aplicabilidad y textura adecuada.
- Metil-parabeno: Constituye el 0,40% de la formulación y se utilizó como conservante. Su función es prevenir el crecimiento de microorganismos en el producto y garantizar su estabilidad y vida útil.
- Propilenglicol: Se encuentra en un 1,6% de la formulación original y se ha reducido al 0,6% en la tabla modificada. Actuó como base y agente humectante, ayudando a mantener la hidratación de la piel y mejorando la aplicabilidad del ungüento.

En resumen, la formulación del ungüento se modificó para aumentar la concentración del principio activo, mientras que se han reducido las concentraciones de los componentes humectantes y emulsionantes. **Esto podría mejorar la eficacia del ungüento en la reducción de la inflamación, pero también podría afectar su textura y apariencia final. El conservante se ha mantenido en tanto se han reducido las**





















































**Ilustración 4-26:** Grupo 2 de ratas para análisis

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-27:** Grupo 3 de ratas para análisis

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-28:** Proceso de inyección de ratas

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-29:** Rata control con aplicación de diclofenaco

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-30:** Rata con aplicación de principio activo al 50%

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-31:** Rata con aplicación de principio activo al 70%

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023



**Ilustración 4-32:** Rata con aplicación de principio activo al 90%

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023

En general, los experimentos presentados en la tabla 4-9 se centraron en la evaluación del edema de pata inducido por carragenina en diferentes grupos de ratas a lo largo del tiempo. Al analizar los datos en su conjunto, se pudieron destacar los siguientes puntos:

- Efecto del tiempo en el edema: Se observó que las mediciones del edema de pata tienden a disminuir a medida que pasa el tiempo en todos los grupos. Esto sugirió que el edema puede resolverse gradualmente con el tiempo.
- Variabilidad en las mediciones: Existe variabilidad en las mediciones del edema de pata en los diferentes grupos a lo largo del tiempo. Esto pudo deberse a diversos factores, como la variabilidad biológica de las ratas y posibles efectos del ungüento.
- Diferencias entre los grupos: Se observó diferencias en las mediciones del edema de pata entre los diferentes grupos. Los grupos que reciben tratamientos o sustancias inducen cambios en las mediciones en comparación con el grupo blanco, lo que sugirió un efecto del tratamiento en el edema.
- Respuesta dosis-dependiente: En los grupos que reciben tratamientos o sustancias, se observó una tendencia de mayor efecto en el edema a medida que aumenta la dosis o concentración. Esto se evidenció en el grupo 3, donde el edema es más pronunciado en comparación con el grupo 2.

En general, la investigación presenta un enfoque en el tamizaje fitoquímico y la actividad antiinflamatoria del extracto del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para la elaboración de un ungüento. Al analizar la investigación en su conjunto, se pudieron destacar los siguientes aspectos:

- Tamizaje fitoquímico: Se realizó un análisis de las hojas y tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para caracterizar los metabolitos secundarios presentes en la planta. Se utilizaron diferentes pruebas químicas y reactivos específicos para detectar la presencia de compuestos como flavonoides, alcaloides, terpenoides, entre otros.

- Actividad antiinflamatoria: Se evaluó la actividad antiinflamatoria del extracto del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) mediante pruebas in vivo en ratas. Se utilizó el modelo de edema de pata inducido por carragenina para evaluar los efectos del extracto en la reducción del edema inflamatorio.
- Formulación de un ungüento: Se desarrolló una formulación de ungüento utilizando el extracto alcohólico del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) como principio activo. Se adicionó diversos componentes, como ácido esteárico, alcohol cetílico, agua purificada, metil-parabeno y propilenglicol, con sus respectivos porcentajes.
- Análisis de resultados: Se presentaron tablas que muestran los resultados de las pruebas realizadas, como el tamizaje fitoquímico, las pruebas de identificación de compuestos y las mediciones del edema de pata. Estas tablas permiten analizar los resultados cuantitativa y cualitativamente y evaluar la presencia de compuestos bioactivos y la eficacia del extracto.

En resumen, la investigación combina el análisis fitoquímico del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con la evaluación de su actividad antiinflamatoria, con el objetivo de desarrollar un ungüento a partir del extracto que contenga mayor cantidad de metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria. Los resultados obtenidos proporcionan información sobre los compuestos presentes en la planta y su potencial efecto antiinflamatorio, lo que puede contribuir al desarrollo de terapias naturales y alternativas para tratar afecciones inflamatorias.

#### 4.2.2.4. Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) presenta metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria.

**H<sub>1</sub>:** El matico de puna (*Jungia rugosa Less*) no presenta metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria.

**Tabla 4-10:** Datos de la formulación a diferentes concentraciones del extracto alcohólico de hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) y el blanco

Grupo de ratas Blanco	50% concentración del extracto alcohólico de hojas	70% concentración del extracto alcohólico de hojas	90% concentración del extracto alcohólico de hojas
4,5 mL	4,3 mL	4,4 mL	4,2 mL
4,1 mL	4 mL	4 mL	4 mL
4 mL	3,8 mL	4,4 mL	3,7 mL

4,5 mL	4,3 mL	4,1 mL	3,7 mL
4 mL	3,9 mL	3,7 mL	3,4 mL
4 mL	3,7 mL	4,2 mL	3 mL
4,2 mL	4,1 mL	3,8 mL	3,4 mL
3,8 mL	3,7 mL	3,4 mL	3 mL
3,9 mL	3,5 mL	4 mL	2,8 mL
4 mL	4 mL	3,5 mL	2,9 mL
3,6 mL	3,6 mL	3,1 mL	2,5 mL
3,7 mL	3,3 mL	3,7 mL	2,1 mL
3,8 mL	4 mL	3,2 mL	2,4 mL
3,3 mL	3,5 mL	3 mL	2 mL
3,5 mL	3 mL	3,3 mL	1,6 mL
3,3 mL	3,7 mL	3 mL	1,9 mL
3 mL	3,3 mL	2,8 mL	1,4 mL
3,1 mL	2,7 mL	3 mL	1 mL

Realizado por: Cisneros P; Morales A., 2023

A partir de estos datos se calculó los valores para realizar el Anova:

Cálculo de la media de cada grupo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i + \dots x_n}{n}$$

**Media del control**  $\bar{X}_c = \frac{50,95}{18} = 2,83$

**Media de la concentración 50%**  $\mu = \frac{66,4}{18} = 3,69$

**Media de la concentración 70%**  $\mu = \frac{64,6}{18} = 3,59$

**Media de la concentración 90%**  $\mu = \frac{49}{18} = 2,72$

Luego se calcula la suma de los cuadrados de las diferencias (SSD) para cada grupo:

$$SSD(\text{Control}) = \sum (x_i - \mu)^2 = 3,0721875$$

$$SSD(50\%) = \sum (x_i - \mu)^2 = 0,85234375$$

$$SSD(70\%) = \sum (x_i - \mu)^2 = 1,18984375$$

$$SSD(90\%) = \sum (x_i - \mu)^2 = 1,79484375$$

Donde  $x_i$  es cada valor en el grupo y  $\mu$  es la media del grupo correspondiente. El siguiente paso es el cálculo del total de la suma de los cuadrados de las diferencias (SST):

$$SST = SSD(\text{Control}) + SSD(50\%) + SSD(70\%) + SSD(90\%) = 6,90921875$$

Luego se calculó los grados de libertad (df) de cada grupo:

$$df(\text{Control}) = n(\text{Control}) - 1 = 18 - 1 = 17$$

$$df(50\%) = n(50\%) - 1 = 18 - 1 = 17$$

$$df(70\%) = n(70\%) - 1 = 18 - 1 = 17$$

$$df(90\%) = n(90\%) - 1 = 18 - 1 = 17$$

Donde  $n$  es el número de observaciones en cada grupo.

Luego se calculó la suma de los cuadrados entre grupos (SSG):

$$\begin{aligned} SSG &= (n(\text{Control}) * (\mu(\text{Control}) - \mu)^2) + (n(50\%) * (\mu(50\%) - \mu)^2) + (n(70\%) \\ &\quad * (\mu(70\%) - \mu)^2) + (n(90\%) * (\mu(90\%) - \mu)^2) \\ SSG &= 0,83828125 \end{aligned}$$

Donde  $\mu$  es la media general de todos los grupos.

Luego se calculó los grados de libertad entre grupos (dfG):

$$dfG = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

Donde  $k$  es el número de grupos.

Luego se calculó el error estándar (SE):

$$SE = \sqrt{\frac{SST}{dfT}} = \sqrt{\frac{6,90921875}{60}} = 0,2943815$$

Donde  $dfT$  es el total de grados de libertad, que es la suma de los grados de libertad entre grupos y dentro de grupos ( $dfG + dfW$ ).

Calculo la suma de los cuadrados dentro de grupos (SSE):

$$SSE = SST - SSG = 6,90921875 - 0,83828125 = 6,0709375$$

Calculo los grados de libertad dentro de grupos ( $dfW$ ):

$$dfW = dfT - dfG = 60 - 3 = 57$$

Calculo el valor estadístico F:

$$F = \left( \frac{\frac{SSG}{dfG}}{\frac{SSE}{dfW}} \right) = \left( \frac{\frac{0,83828125}{3}}{\frac{6,0709375}{57}} \right) = 0,5894819$$

Se calculó el valor p utilizando la distribución F con los grados de libertad entre grupos y dentro de grupos:

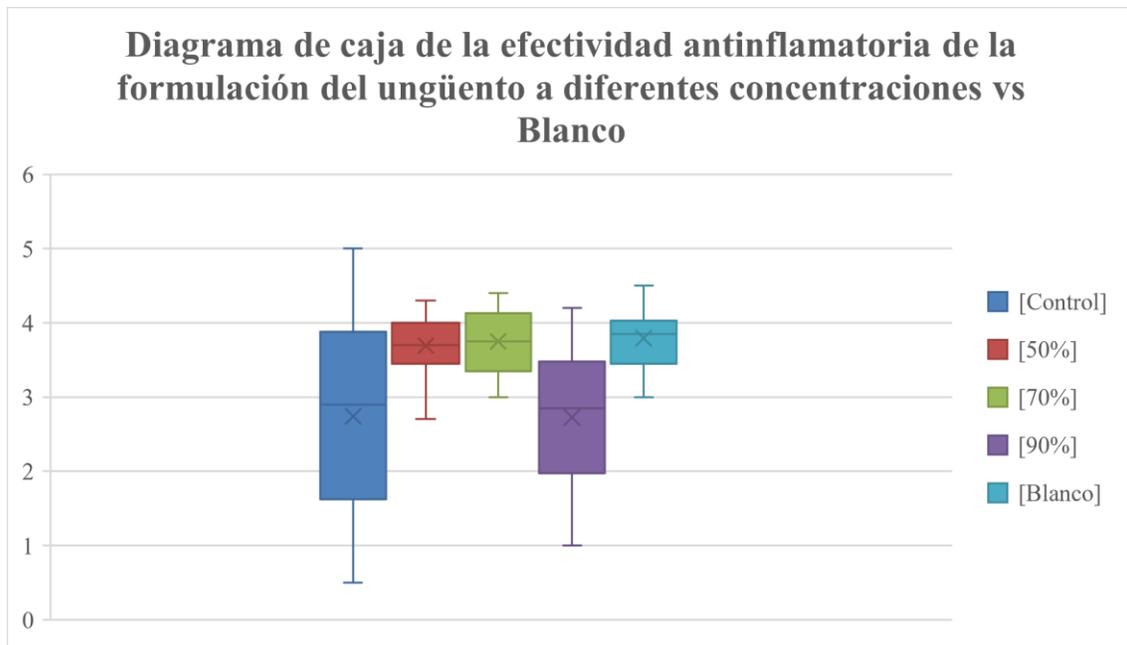
$$p - \text{valor} \approx 0,6225$$

**Tabla 4-11: ANOVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SS)	Grados de libertad (df)	Media cuadrática (MS)	Estadística F	Valor p
Entre grupos	0,83828125	3	0,279427083	0,5894819	0,6225
Dentro de grupos	6,0709375	57	0,106673026		
Total	6,90921875	60			

Realizado por: Cisneros P; Morales A., 2023

En la tabla 4-11 se presenta un resumen estadístico de los valores calculados para la prueba de hipótesis, estos resultados validan la hipótesis nula al tener un valor P (0,6225) mayor que el valor estadístico calculado F (0,5894). Se acepta la hipótesis nula lo que indicó que el matico de puna (*Jungia rugosa Less*) presenta metabolitos secundarios responsables de la actividad antiinflamatoria.



**Ilustración 4-33:** Diagrama de caja de efectividad antiinflamatoria del ungüento vs Blanco

**Realizado por:** Cisneros P; Morales A., 2023

En la ilustración 4-33 se muestra el desempeño que tuvo el ungüento antiinflamatorio en sus diferentes concentraciones al igual que el desempeño del blanco. Las concentraciones al 50% y 70% alcanzaron una muy poca acción desinflamatoria pues solo lograron reducir la inflamación a 3 cm. Mientras que la concentración al 90% posee una mayor efectividad siendo que la inflamación en su última medición fue de 1 cm, que inicialmente marcó un valor de 4,95 cm.

## CONCLUSIONES

- Se realizó el tamizaje fitoquímico con los tres extractos tanto para tallos y hojas y los resultados a través de las distintas pruebas realizadas, lo que indica la presencia de compuestos bioactivos en la planta. Los metabolitos secundarios identificados fueron flavonoides, alcaloides, terpenoides u otros compuestos, según los resultados obtenidos en las pruebas de tamizaje fitoquímico. La presencia de estos metabolitos secundarios puede contribuir a la actividad farmacológica y terapéutica potencial del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Los resultados de estas pruebas fitoquímicas indicaron la presencia de compuestos esteroidales, triterpenoides, alcaloides y flavonoides en los extractos etéreo y alcohólico de hojas y tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Sin embargo, no se detectaron saponinas en ninguno de los extractos. Estos resultados proporcionaron información adicional sobre la composición química de la planta y su posible actividad farmacológica.
- En el extracto etéreo tanto de las hojas como de los tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se determinó la presencia de compuestos alcaloides, Triterpenoides en una concentración significativa y la ausencia de saponinas. Mientras que en el extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se evidenció la presencia de flavonoides, alcaloides y taninos a comparación del extracto alcohólico de los tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) que mostró los mismos metabolitos secundarios, pero sus reacciones tardaron más tiempo en dar resultado. Finalmente, en el extracto acuoso de las hojas y los tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se evidenció la presencia de compuestos alcaloides y ausencia de saponinas.
- Se caracterizó el extracto alcohólico de las hojas de (*Jungia rugosa Less*) mediante la Cromatografía de Gases acoplada a la Espectrometría de Masas, donde mostró un porcentaje de 0,2% expresado como quercetina, que es un tipo de metabolito conocido como flavonoides este posee efectos antiinflamatorios que podrían ayudar a reducir la inflamación. Otros componentes presentes en la muestra del extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) se puede destacar el Germacrene D que presenta actividad antibacteriana y anti fúngica, el Phytol alivia ansiedad, disminuye el dolor y reduce la inflamación, el Squalene presenta propiedades calmantes, además ayuda en la protección de la barrera cutánea y en la retención para una mayor hidratación y el Stigmasterol que presenta diversas propiedades, se destacan las antiinflamatorias, anticancerígenas y antioxidantes.
- Se elaboró un ungüento utilizando el extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) como ingrediente principal. La formulación del ungüento incluyó componentes

adicionales como ácido esteárico, alcohol cetílico, agua purificada, metil-parabeno y propilenglicol, ofrece una forma práctica y conveniente de administrar el extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) para potenciales usos terapéuticos. La formulación al 90% está compuesta principalmente por el extracto de hojas, que constituye el 90% del producto que funcionó como principio activo. Además, contiene un 5% de ácido esteárico, cumplió la función de humectante, proporcionando hidratación a la piel. El alcohol cetílico se encuentra presente en un 3% y actuó como emulsionante, ayudando a mezclar los componentes del producto. El agua purificada constituye el 1,4% de la formulación y actuó como vehículo, permitiendo la distribución adecuada de los ingredientes en el producto. Se añadió un conservante, el metil-parabeno, en una proporción del 0,40%, con lo que se aseguró la estabilidad y durabilidad del producto. Por último, el propilenglicol se encuentra presente en un 0,6% y cumplió la función de base y agente humectante, ayudando a mantener la hidratación de la piel. El diseño experimental del Coeficiente de Alfa de Cronbach permitió correlacionar las tres formulaciones del ungüento antiinflamatorio, su resultado arrojó un valor de 0,973 lo cual indicó una alta consistencia en cada una de las 3 formulaciones.

- El extracto alcohólico de las hojas del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) demostró actividad antiinflamatoria en el modelo de prueba utilizado. Se observó una reducción significativa del edema en la prueba de edema de pata inducido por carragenina, lo que sugiere un potencial efecto antiinflamatorio del extracto, siendo la formulación 3 la que tuvo una eficiencia del 80% al reducir la inflamación a 1cm. Estos resultados respaldan el uso tradicional del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) en el tratamiento de afecciones inflamatorias y proporcionan evidencia científica de su actividad terapéutica.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio más detallado de los metabolitos secundarios presentes en los extractos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Esto podría incluir técnicas de separación y purificación más avanzadas, como la cromatografía preparativa, para obtener compuestos puros y realizar pruebas de actividad biológica específicas para cada metabolito identificado.
- Realizar estudios adicionales para investigar los mecanismos de acción de los metabolitos identificados y su relación con la actividad antiinflamatoria. Esto podría implicar ensayos in vitro y estudios in vivo más extensos para comprender cómo estos compuestos interactúan con los procesos inflamatorios y sus posibles efectos sobre las vías de señalización celular.
- Explorar otras propiedades farmacológicas potenciales de los extractos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Además de la actividad antiinflamatoria, la planta puede contener otros metabolitos con propiedades antioxidantes, antimicrobianas u otras actividades biológicas relevantes. Estas propiedades podrían ser evaluadas en futuros estudios para ampliar el conocimiento sobre el potencial terapéutico de la planta.
- Realizar estudios de estabilidad y formulación para optimizar el ungüento elaborado a base del matico de puna (*Jungia rugosa Less*). Esto puede incluir pruebas de estabilidad física, química y microbiológica, así como estudios de liberación y permeación del principio activo del ungüento en modelos de piel.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, K.** *Hypoglycemic activity of jungia rugosa less on induced diabetic mice (Mus musculus).* *Pharmacology online* [en línea], 2019. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/333372104>.

**AGUILAR, J.** *Compuestos de alcaloides isoquinólicos como aditivo potencial en la alimentación de rumiantes en finalización.* 2017.

**ALEGRÍA, A.** *Actividad antimicrobiana y relación estructura actividad del alcaloide berberina y compuestos derivados.* 2017.

**AHUMADA, A et al.** *Saponinas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.): un subproducto con alto potencial biológico.* *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 2016.

**AMADOR, M. et al.** *Tamizaje fitoquímico, actividad antiinflamatoria y toxicidad aguda de extractos de hojas de Annona squamosa L.* *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2006.

**ANDRADE, S et al.** *Uso de plantas medicinales en comunidades indígenas asentadas en un bosque siempreverde piemontano del cantón Santa Clara, Amazonía Ecuatoriana.* *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* [en línea], 2019. Disponible en: <http://revistas.proeditio.com/revistamazonica•www.uea.edu.ec>.

**ANGULO, Y.** *Bibliometric indicators of peruvian scientific output on medicinal plants.* *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 2020.

**ARROYO, J et al.** *Estudio fitoquímico del extracto etanólico y de las fracciones de las hojas de Piper Aduncum "Matico".* *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 2011.

**ASTUDILLO, C. y RODRÍGUEZ, E.** *Valoración económica de los servicios ambientales del parque ecológico recreacional la perla.* *Geoespacial*, 2020.

**ÁVALOS, A. y PÉREZ, E.** *Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología).* *Serie Fisiología Vegetal*, 2009.

**BUSSO, M et al.** *Actividad gastroprotectora, tamizaje fotoquímico y actividad atrapadora de radicales libres de Aloysia gratissima. Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca, 2020.*

**CALVOPÍÑA, K et al.** *A new sesquiterpene essential oil from the native andean species jungia rugosa less (Asteraceae): Chemical analysis, enantiomeric evaluation, and cholinergic activity. Plants, 2021.*

**CERON, A.** *Desarrollo de ungüentos a base de Solanum nigrum y Baccharis latifolia para relajación muscular en deportistas. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 2021.*

**CABALLERO, L. y GONZALES, G.** *Alimentos con efecto antiinflamatorio. Acta Medica Peruana. [en línea], 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172016000100009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172016000100009)*

**CANO, A. y PRADO, J.** *Las plantas comunes del Callejón de Conchucos (Ancash, Perú) : guía de campo. Lima: Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2006.*

**CARRANCO, M et al.** *Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. Sociedad Latinoamericana de Nutrición, 2011.*

**CASTILLO, G et al.** *Análisis fitoquímico: Una herramienta para develar el potencial biológico y farmacológico de las plantas. TLATEMOANI: Revista Académica de Investigación, 2017.*

**CHICLANA, C et al.** *Topical antiinflammatory activity of Malva sylvestris L. (Malvaceae) on carragenin-induced edema in rats. Latin American Journal of Pharmacy [en línea], 2009. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/289233029>.*

**CONDORI, I. y RODRIGUEZ, K.** *Actividad antibacteriana del extracto etanólico de las hojas de Jungia rugosa Less (matico serrano) sobre cepas de Staphylococcus aureus. 2018. S.l.: s.n.*

**CUEVAS, C et al.** *Evaluación farmacológica de la actividad antinociceptiva y análisis fotoquímico de los extractos activos de Salvia purpurea Cav. Botanical Sciences, 2022.*

**CRIOLLO, K. y MOLINA, N.** *Evaluación de la Estabilidad de Extractatos obtenidos a partir de distintos procesos de secado de Jungia Rugosa.* [en línea], 2016. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26236/1/PROYECTODEINVESTIGACIÓN.pdf>

**CRISPIN, C y JIMENEZ, D.** *Valoración económico ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú. La molina,* 2019.

**CUÉLLAR, A y MIRANDA, M.** *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Plaza de la Revolcion: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.* 2014.

**DELGADILLO, L et al.** *Modificación de la fermentación ruminal in vitro para mitigación de metano mediante la adición de aceites esenciales de plantas y compuestos terpenoides. Abanico Veterinario,* 2021.

**DE LA CRUZ, I. et al.** *Biosíntesis de alcaloides bencilisoquinolínicos. Universitas Scientiarum,* 2012.

**ENCISO, E y ARROYO, J.** *Efecto antiinflamatorio y antioxidante de las hojas de Jungia rugosa Less (matico de puna) en un modelo experimental en ratas. An Fac Medicina y Bioquímica,* [en línea], 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v72n4/a02v72n4.pdf>

**ENCISO, E. y ARROYO, J.** *Efecto antiinflamatorio y antioxidante de los flavonoides de las hojas de Jungia rugosa Less (matico de puna) en un modelo experimental en ratas. ScieLO Perú.* 2011.

**ESLAVA, Z.** *Pasivos ambientales y métodos de valoración económica. Infometrica,* 2021.

**ENCISO, E. y ARROYO, J.** *Efecto antiinflamatorio y antioxidante de los flavonoides de las hojas de Jungia rugosa Less (matico de puna) en un modelo experimental en ratas. Anales de la Facultad de Medicina* [en línea], 2011. Disponible en: [https://web.archive.org/web/20220118000932id\\_/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832011000400002&lng=en&nrm=iso&t...](https://web.archive.org/web/20220118000932id_/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832011000400002&lng=en&nrm=iso&t...)

**FANELLI, A et al.** *Nonsteroidal Antiinflammatory Drugs (NSAIDs) in clinical practice: mananging gastric and cardiovascular risks. Acta Bio-Medica Atenei Parm,* 2013.

**FERNÁNDEZ, G et al.** *Identificación de metabolitos secundarios y efecto antiinflamatorio del extracto etanólico de hojas de Chromolaena leptoccephala. Revista peruana de medicina integral, 2017.*

**FIGUEROA, J.** *Valoración de la biodiversidad: perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica. Revista Interciencia, 2005.*

**FLORES, S. y TICONA, B.** *Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante de los extractos etanólicos de raíces, tallos y hojas de Caiophora rosulata (Ortiga Colorada). SciELO Perú, 2019.*

**GALLEGOS, P et al.** *Actividad antibacteriana de cinco compuestos terpenoides. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2019.*

**GALLEGOS, E. y GALLEGOS, D.** *Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel en comunidades rurales de la provincia de Los Ríos – Ecuador. Anles de la Facultad de Medicina, 2017.*

**GALLEGOS, M.** *Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador. Anales de La Facultad de Medicina, 2016.*

**GARCÍA, A et al.** *Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta Sapindus saponaria L que crece en Cuba. Bionatura, 2020.*

**GERMAN, D.** *Influencia del material vegetal utilizado (hojas y tallos) de Tagetes multiflora y Ambrosia arborescens el método de extracción, en la cuantificación de alcaloides para la evaluación del efecto antioxidante. 2019.*

**GIMENO, E.** *Compuestos fenólicos. 2004.*

**GRIMM, F et al.** *Gas Chromatography Coupled to Mass Spectrometry (GC-MS) to Study Metabolism in Cultured Cells. PubMed, 2016.*

**GÓMEZ, H et al.** *Actividad antiinflamatoria de productos naturales. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas [en línea], 2011. Disponible en: [www.blacpma.usach.cl](http://www.blacpma.usach.cl).*

**GONZÁLEZ, I et al.** *Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 2017.

**GUTIÉRREZ, M. y PORTAL, D.** *Usos tradicionales de las plantas medicinales de Sonchus oleraceus Less “Cerraja” y Jungia rugosa Less “Matico de puna”.* Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. 2021.

**GUZMÁN, L et al.** *Chemical composition and antiinflammatory activity of the extract from aerial parts of portulacaoleracea (Purslane).* Revista Cubana de Farmacia, 2017.

**GUERRERO, T et al.** *Tamizaje fotoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de Malachra alceifolia Jacq.* Investigación y Amazonía, 2014.

**GUILLAMON, E.** *Efecto de compuestos fitoquímicos del género Allium sobre el sistema inmune y la respuesta inflamatoria.* Ars Pharmaceutica (Internet), 2018.

**GUZMÁN, L et al.** *Composición química y actividad antiinflamatoria de extracto de partes aéreas de Portulaca oleracea (verdolaga).* Revista Cubana de Farmacia [en línea], 2017. Disponible en: <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/rt/printerFriendly/185/78>.

**KUMAS, S. y PANDEY, A.** *Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview.* ScientificWorldJournal. 2013.

**LAJO, R.** *Evaluación del efecto antiinflamatorio de los extractos y gel del rizoma de curcuma longa linn (palillo) en ratas sometidas a inflamación subplantar con carragenina [en línea] 2018.* Disponible en: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/915220/evaluacion-del-efecto-antiinflamatorio-de-los-extractos-y-gel-d\\_yyrxauy.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/915220/evaluacion-del-efecto-antiinflamatorio-de-los-extractos-y-gel-d_yyrxauy.pdf)

**LÓPEZ, N et al.** *Propiedades beneficiosas de los terpenos iridoides sobre la salud.* Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria, 2012.

**LEÓN, J et al.** *Actividad antiinflamatoria y cicatrizante del ungüento rectal de aloe vera l. (sábila).* Revista cubana de plantas medicinales, 2010.

**MARTÍN, D.** *Los compuestos fenólicos, un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica.* *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2018.

**MARTÍNEZ, S et al.** *Los flavonoides: Propiedades y acciones antioxidantes.* *Nutricion Hospitalaria*, 2002.

**MARTÍNEZ, Y et al.** *Composición química y tamizaje fitoquímico del polvo de hojas y retoños del *Anacardium occidentale* L. (marañón).* Scielo, 2012.

**MARTINS, D et al.** *Tamizaje fitoquímico y evaluación de las actividades biológicas de *Duroia macrophylla* (Rubiaceae).* *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, [en línea] 2014. Disponible en: <http://jppres.com/jppres/estudio-quimico-y-biologico-de-duroia-macrophylla/>

**MÁS TORO, D et al.** *Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales.* *Revista Cubana de Plantas Medicinales* [en línea] 2017. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>.

**MELÉNDEZ, C.** *Alcaloides quinolónicos: Importancia biológica y esfuerzo sintético.* *Universitas Scientiarum*, 2005.

**MENA, V et al.** *Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo).* 2015.

**MOLINA, D.** *Contenido de compuestos fitoquímicos y su relación con la capacidad antioxidante de extractos de pimiento.* 2009.

**MONEDERO, J.** *Identificación y caracterización de flavonoides por espectrometría de masas en melazas residuales de un ingenio azucarero.* Cali. 2016.

**MOSQUERA, E.** *Efecto antimicrobiano de *Piper nubigenum* Kunth, frente a cepas atcc de *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* productoras de enfermedades bucales.”.* Riobamba, Ecuador. 2021.

**MUÑOZ, A et al.** *Determinación de Compuestos Fenólicos, Flavonoides Totales y capacidad antioxidante en mieles Peruanas de diferentes Fuentes Florales.* *Revista de La Sociedad Química Del Perú* [en línea] 2014. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2014000400008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2014000400008)

**OLIVE, M.** *Los alcaloides de origen vegetal y su uso en alimentación animal.* *PorciSapiens*, 2019.

**PLAZAS, E.** *Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana in vitro de extractos y fracciones de tres especies colombianas del género Hypericum.* *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2017.

**PEREIRA, S et al.** *Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas de la Trichilia hirta L.* *Química Viva* [en línea], 2009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/8>

**RAMÍREZ, I et al.** *Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales.* *Revista Granmense de Desarrollo Local* [en línea], 2020. Disponible en: <http://redel.udg.co.cu>.

**RECIO, M et al.** *Anti-inflammatory agents from plants: progress and potential.* *Curr Med Chem*, 2012.

**REGALADO, A et al.** *Actividad anti-inflamatoria de los extractos metanólicos de hojas y de tallos de Tabebuia hypoleuca (C. Wright) Urb.* *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 2015.

**REIS, C et al.** *Plants as Sources of Anti-Inflammatory Agents.* *Molecules*, 2020.

**RIOS, M.** *Química y Farmacología de Iridoides.* *Obtenido de Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.* 2015.

**SÁNCHEZ, A et al.** *Carotenoides: Estructura, Función, Biosíntesis, Regulación y Aplicaciones.* *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 1999.

**SANTANDER, A.** *Proceso de elaboración de un ungüento con acción antifúngica a partir un extracto seco de ajo (allium sativuml.).* *Machala.* 2020.

**SILVA, R et al.** *El fitol, un alcohol diterpénico, inhibe la respuesta inflamatoria al reducir la producción de citoquinas y el estrés oxidativo.* PubMed, 2014.

**SOLANO, J y MILLÁN, C.** *Valoración Económica de Los Bienes y Servicios Ecosistémicos del Parque Nacional Archipiélago Los Roques.* Tekhné, 2022.

**SOL, G.** *Desarrollo de métodos de análisis de terpenos y compuestos terpenoides por cromatografía.* 2021.

**TACUAMÁN, S.** *Actividad hipoglucemiante del extracto hidroalcoholico de jungia rugosa en ratones (mus musculus) diabéticos inducidos por estreptozotocina* [en línea], 2015. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4521/1/56T00574%20UDCTFC.pdf>

**TERÁN, E et al.** *Tamizaje fitoquímico de extractos etéreo, acuoso y alcohólico de Croton wagneri Müll. Arg. (mosquera).* Revista Cubana de Plantas Medicinales, 2021.

**THOMAS, J et al.** *Over-the-counter nonsteroidal anti-inflammatory drugs and risk of gastrointestinal symptoms.* Am J Gastroenterol, 2002.

**TUÑÓN, M et al.** *Potencial de los flavonoides como agentes antiinflamatorios: modulación de la expresión génica proinflamatoria y vías de transducción de señales.* PubMed, 2009. 256-271.

**VENEGAS, E.** *Quantification of total flavonoids and tannins present in the aqueous extract of leaves of Thea sinensis L. and its antioxidant capacity.* Scientia. 2012.

**VICENTE, L. y MORALES, A.** *Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio.* Revista de Toxicología, 2013.

**WAGNER, H. y BLADT, S.** *Plant Drugs Analysis, a Thin Layer Chromatography, 2nd Edition.* Springer-Verlag Berlin. 2001.

**WILCHES, I et al.** *Evaluation of anti-inflammatory activity of the methanolic extract from Jungia rugosa leaves in rodents.* Journal of Ethnopharmacology, 2015.

**ZAMUDIO, S et al.** *Phytochemical study of leaves of Cavendishia compacta (Ericaceae) and evaluation of its anti-inflammatory activity. Revista Colombiana de Ciencias Quimico-Farmacéuticas (Colombia), 2019.*



## ANEXOS

### ANEXO A: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA – HERBARIO ESPOCH (CHEP)



#### **HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO  
Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jcaranqui@yahoo.com  
Riobamba Ecuador

**Ofc.No.009.CHEP.2023**

Riobamba, 08 de mayo de 2023

**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD  
LAGLA CHIMBA BYRON ADRIAN**

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que a petición de la señorita CISNEROS ZÚÑIGA PAOLA KATHERINE con CI: 060574612-2 y la señorita MORALES SELA ANDREA ELIZABETH con CI: 060532744-4, entregaron 1 muestra fértil (listado), identificada, comparada con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Nativas del Ecuador; Nombre del Proyecto: **TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE *Jungia rugosa* Less PARA LA ELABORACIÓN DE UN UNGÜENTO DEL GÉNERO JUNGIA ASTERACEAE DE ECUADOR; *Jungia rugosa* Less (Jørgensen & Ulloa)**, según autorización de Investigación N°. MAATE-ARSFC-2023-2980.

La muestra fértil se archivará en un año para los fines correspondientes.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
ASTERACEAE	<i>Jungia rugosa</i> Less	Fértil

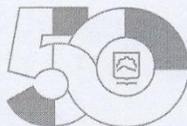
Me despido, atentamente

FACULTAD DE  
RECURSOS  
NATURALES

  
Ing. Jorge Caranqui A.  
RESPONSABLE HERBARIO CHEP



## ANEXO B: AVAL CBIESPOCH



Escuela  
Superior Politécnica  
de Chimborazo  
50 AÑOS

Facultad de  
Ciencias

Oficio Nro. ESPOCH-CIBE-2023-0002

Riobamba, 03 de mayo de 2023

**Asunto:** AVAL CBIESPOCH

Señora Ingeniera  
Linda Mariuxi Flores Fiallos, MsC.

**Profesor Ocasional**  
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
En su Despacho

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo, a la vez que me dirijo a usted para comunicarle que, luego de la evaluación por pares, el Trabajo de Integración Curricular "TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE Jungia Rugosa Less PARA LA ELABORACIÓN DE UN UNGÜENTO", fue APROBADO sin ninguna observación, por lo tanto se extiende el AVAL por parte del Comité de Bioética en Investigación de la ESPOCH

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,  
**SABER PARA SER**

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Maria Rafaela Viteri Uzcategui, MsC.  
**PRESIDENTA DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE BIOÉTICA**



Riobamba-Ecuador / Panamericana Sur km 11/2 / Código Postal: EC060155  
Teléfono: 593 (03) 2998-200 / Telefax: (03) 2317-001

*epoch.edu.ec*

# ANEXO C: INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ÁREA DE INVESTIGACIÓN



## INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

### 1. Información general

Orden de trabajo N°: **012** N° Informe: **012**  
Ref. Proforma: **AI-2023- 012**

Razón Social / Nombres Apellidos:	Paola Katherine Cisneros Zuñiga	Muestra tomada por:	Cliente
RUC ó CI:	0605746122		
Dirección:	Riobamba		
Fecha de emisión:	8 de marzo de 2023		
Fecha de muestreo:	N/A		
Fecha de recepción de la muestra:	15 de febrero de 2023		
Fecha de realización del análisis:	Del 15 de febrero al 8 de marzo		
Correo electrónico:	pao.cisneros121@gmail.com		
Teléfono:	0984447925	Teléfono:	0984447925
Persona de Contacto:	Paola Katherine Cisneros Zuñiga		

### 2. Especificaciones del ensayo

Muestra:	Extracto de planta
Descripción:	Extracto de planta
Tipo:	N/A
Equipo:	Varios
Lugar:	Laboratorio A-210
Analista:	Ing. Pablo Londoño, Ing. Jhonny Correa
Descripción:	La descripción del método cromatográfico se envía en detalle al correo del cliente
Observaciones:	

### 3. Resultados

#### Análisis de flavonoides

Muestra	% Flavonoides*
M1	0.2

\* Porcentaje de flavonoides expresado como quercetina

#### Análisis Cromatográfico

Debido a la extensión de los resultados, todos los documentos de respaldo se envía al correo electrónico del cliente.

N°	TR (min)	Molécula identificada	Probabilidad	% relativo
1	10.067	Germacrene D	39.1	3.819
2	19.173	Cyclo(leucyloprolyl)	92.9	1.245
3	19.36	Cyclo(leucyloprolyl)	92.5	4.195
4	20.568	Hexadecanoic acid, ethyl ester	66.4	5.973
5	22.517	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)	22.8	0.844
6	22.735	Phytol	62.1	8.85
7	23.61	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester	25	2.682
8	23.733	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)	52.9	19.481
9	23.935	6-(1-Hydroxymethylvinyl)-4,8a-dimethyl-3,5,6,7,8,8a-hexahydro-1H-naphthalen-2-one	23.6	2
10	25.971	Tetracosane	7.77	1.382



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ÁREA DE INVESTIGACIÓN



11	29.029	1-Docosene	7.52	3.211
12	29.182	Heptacosane	11	5.647
13	29.466	6,6,4',4'-Tetramethyl-2,4,2'-trioxo-2,3,4,5,6,7-hexahydro-spiro[cyclopenta(b)pyran-3,1'cyclopentane]	27.4	2.063
14	31.671	Santamarine	14.9	2.145
15	32.16	Ethanol, 2-(octadecyloxy)-	28.2	12.641
16	33.994	Squalene	66.9	4.527
17	37.581	Carbonic acid, eicosyl vinyl ester	10.5	1.834
18	37.976	Vitamin E	32.6	0.567
19	39.444	Stigmasterol	65.6	8.168
20	40.14	$\beta$ -Sitosterol	45.8	4.361
21	40.796	Lup-20(29)-en-3-one	39.8	2.528
22	41.034	24-Noursa-3,12-diene	10.6	1.836

\* En caso de reportarse la misma molécula en distintos tiempos de retención, esto puede deberse a isómeros que el equipo no es capaz de diferenciar



Universidad Central del Ecuador  
PABLO ANDRÉS  
LONDOÑO LARREA

Ing. Pablo Londoño  
Responsable técnico  
8 de marzo de 2023

El informe no se puede reproducir de manera total o parcial sin la autorización del laboratorio.  
Descargo de responsabilidad por muestreo o información entregada por el cliente

FIN DEL INFORME

**ANEXO D: RECOLECCIÓN DE TALLOS Y HOJAS DEL MATICO DE PUNA**



Comunidad El Toldo



Hojas del matico de puna (*Jungia rugosa* Less)



Recolección de tallos y hojas del matico de puna (*Jungia rugosa* Less)



Hoja del matico de puna (*Jungia rugosa* Less)



Tallo del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)



Lavado de hojas y tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*) con agua destilada



Selección de hojas y tallos del matico de puna (*Jungia rugosa Less*)



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 11 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Paola Katherine Cisneros Zúñiga Andrea Elizabeth Morales Sela
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Química
<b>Título a optar:</b> Química
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1810-DBRA-UPT-2023



