



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

**IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
DE INTERÉS FITOQUÍMICO DE *Oreopanax ecuadorensis*  
Seem. Y *Vallea stipularis* L.F. DEL BOSQUE DE LLUCUD,  
CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: HENRY PAÚL LÓPEZ BAYAS**

**DIRECTOR: ING. ROLANDO FABIÁN ZABALA VIZUETE MSc.**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Henry Paúl López Bayas

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

Yo, Henry Paúl López Bayas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo 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, 30 de noviembre del 2023

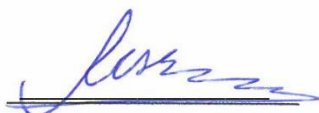
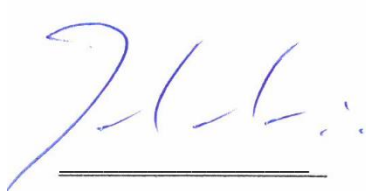
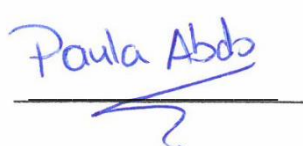
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Henry Paúl López Bayas', with a stylized flourish above the name.

**Henry Paúl López Bayas**

**180471195-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE INTERÉS FITOQUÍMICO DE *Oreopanax ecuadorensis* Seem. Y *Vallea stipularis* L.F. DEL BOSQUE DE LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **HENRY PAÚL LÓPEZ BAYAS**, 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>
Dra. Rosa Del Pilar Castro Gómez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-11-30
Ing. Rolando Fabian Zabala Vizuete <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-30
Ing. Paula Alejandra Abdo Peralta <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-30

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de integración curricular, principalmente a Dios por darme todas las bendiciones para salir adelante, también a los forjadores de mi camino profesional a mi padre Mentor López que ha sido mi sostén económico, moral durante toda mi vida estudiantil, a mi madre Roció Bayas que ha sabido formarme como un hombre de bien, buenos sentimientos, hábitos y valores los cuales me han ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles, y así cumplir mi más anhelado sueño llegar a ser un profesional.

A mis hermanos Mauricio, Paulina, William por ser un ejemplo de superación, gracias por cada una de sus palabras que fueron el aliciente que me impulso a no rendirme como persona y como futuro profesional, a toda mi familia por siempre estar apoyándome de una u otra manera e incondicionalmente a pesar de la distancia.

Henry

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a mi alma mater la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas y formarme como un profesional y en especial quiero agradecer a mis docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal, gracias a ellos por brindarme cada uno de sus conocimientos Teóricos, Técnicos y Prácticos brindados para mi formación como persona y como un excelente profesional, mis nobles y sinceros agradecimientos a la Ingeniera Cristina Villegas mi apreciado TUTOR al Ingeniero Rolando Zabala y mi querida asesora Ingeniera Paula Abdo, gracias por darme la oportunidad a la vez orientación y asesoramiento en este largo proceso de trabajo de integración curricular mis más sincero afecto. A todos mis amigos gracias a ellos que me han acompañado en esta larga travesía en el transcurso de mi carrera y siempre brindarme apoyo incondicional gracias por no dejarme nunca solo, a pesar de los aciertos y desaciertos que nunca faltan, gracias por ayudarme a llegar al día tan anhelado que es la culminación de este objetivo, una meta más cumplida en mi vida.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

Henry

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>4</b>
1.1.1 <i>Objetivo General</i> .....	4
1.1.2 <i>Objetivos Especifico</i> .....	4
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Hipótesis .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 <i>Hipótesis Nula</i> .....	6
1.3.2 <i>Hipótesis Alternante</i> .....	6

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.).....</b>	<b>7</b>
2.1.1 <i>Clasificación Taxonómica</i> .....	8
<b>2.2 Distribución Natural.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 <i>Fenología</i> .....	8
2.2.2 <i>Zona de vida ecosistema</i> .....	8
<b>2.3 Descripción Botánica.....</b>	<b>9</b>
2.3.1 <i>Hojas</i> .....	9
2.3.2 <i>Floración</i> .....	9
2.3.3 <i>Madera</i> .....	10
2.3.4 <i>Usos</i> .....	10
2.3.5 <i>Usos Medicinales</i> .....	10

<b>2.4</b>	<b>Sacha Capulí <i>Vallea Stipularis</i> L.f.</b> .....	11
2.4.1	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	11
<b>2.5</b>	<b>Distribución Natural</b> .....	12
2.5.1	<i>Fenología</i> .....	12
2.5.2	<i>Distribución</i> .....	12
<b>2.6</b>	<b>Descripción Botánica</b> .....	12
2.6.1	<i>Hojas</i> .....	13
2.6.2	<i>Inflorescencia</i> .....	13
2.6.3	<i>Fruto</i> .....	13
<b>2.7</b>	<b>Tamizaje Fitoquímico (Screening Fitoquímico)</b> .....	13
<b>2.8</b>	<b>Metabolitos Primarios</b> .....	14
<b>2.9</b>	<b>Metabolitos Secundarios</b> .....	14
2.9.1	<i>Tipos de Metabolitos secundarios</i> .....	16
2.9.2	<i>Compuestos Terpenoides y Esteroides</i> .....	16
2.9.2.1	<i>Triterpenoides</i> .....	17
2.9.2.2	<i>Saponinas</i> .....	17
2.9.2.3	<i>Compuestos Fenólicos</i> .....	18
2.9.3	<i>Compuestos de azufre o nitrógeno</i> .....	20
<b>2.9.4</b>	<b><i>Mucílagos o gomas</i></b> .....	20
<b>2.10</b>	<b>PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS</b> .....	21
2.10.1	<i>Método de recolección de muestras</i> .....	21
2.10.2	<i>Método de secado</i> .....	21
2.10.3	<i>Molienda</i> .....	22
2.10.4	<i>Método de acondicionamiento</i> .....	22
<b>2.11</b>	<b><i>Método de extracción de metabolitos</i></b> .....	23
2.11.1	<i>Solventes</i> .....	23
2.11.2	<i>Maceración</i> .....	24
2.11.2.1	<i>Maceración en calor</i> .....	25
2.11.2.2	<i>Maceración en frío</i> .....	25
2.11.3	<i>Procedimiento Para El Desarrollo Del Screening Fitoquímico</i> .....	25
2.11.3.1	<i>Alcaloides</i> .....	26
2.11.3.2	<i>Glucósidos cardiotónicos</i> .....	26
2.11.3.3	<i>Triterpenoides y esteroides</i> .....	26



2.11.3.4	<i>Taninos</i> .....	26
2.11.3.5	<i>Fenoles</i> .....	27
2.11.3.6	<i>Flavonoides</i> .....	27
2.11.3.7	<i>Quinonas</i> .....	27

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.</b> .....	28
<b>3.1</b>	<b>Localización del sitio de investigación</b> .....	28
3.1.1	<i>Ubicación geográfica</i> .....	28
<b>3.2</b>	<b>Tipo de Diseño Experimental</b> .....	29
3.2.1	<i>Identificación Taxonómica</i> .....	29
3.2.1.1	<i>Material vegetal de estudio:</i> .....	29
3.2.1.2	<i>Recolección e identificación taxonómica de la muestra</i> .....	30
3.2.2	<i>Tamizaje Fitoquímico</i> .....	30
3.2.2.1	<i>Material vegetal de estudio:</i> .....	30
3.2.2.2	<i>Método de extracción</i> .....	31
3.2.2.3	<i>Ensayos cualitativos:</i> .....	31
3.2.2.4	<i>Procesamiento del material vegetal</i> .....	32
3.2.2.5	<i>Preparación de extractos vegetales</i> .....	33
3.2.2.6	<i>Descripción organoléptica del extracto</i> .....	34
3.2.2.7	<i>Reacciones de Caracterización</i> .....	34
<b>3.3</b>	<b>Metodología:</b> .....	35
3.3.1.1	<i>Prueba de aceites y grasas</i> .....	36
3.3.1.2	<i>Prueba de agrupamiento lactónicos</i> .....	36
3.3.1.3	<i>Prueba para alcaloides</i> .....	37
3.3.1.4	<i>Prueba para triterpenos</i> .....	39
3.3.1.5	<i>Prueba de resinas</i> .....	40
3.3.1.6	<i>Prueba de fenoles y tanino</i> .....	40
3.3.1.7	<i>Prueba para saponinas</i> .....	41

3.3.1.8	<i>Prueba de quinonas</i> .....	42
3.3.1.9	<i>Prueba para flavonoides</i> .....	42
3.3.1.10	<i>Prueba de azúcares reductores</i> .....	43
3.3.1.11	<i>Prueba de aminoácidos</i> .....	43
3.3.1.12	<i>Prueba para antocianos</i> .....	44
3.3.1.13	<i>Prueba para catequinas</i> .....	44
3.3.1.14	<i>Prueba de principios amargos y astringentes</i> .....	45
3.3.1.15	<i>Prueba para mucílagos</i> .....	45
3.3.2	<i>Materiales de campo</i> .....	46
3.3.3	<i>Materiales y Equipo de laboratorio</i> .....	46
3.3.4	<i>Equipos de Laboratorio</i> .....	47
3.3.5	<i>Reactivos Químicos de Laboratorio</i> .....	48
3.3.6	<i>Materiales de oficina</i> .....	48

## **CAPITULO IV**

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	49
<b>4.1</b>	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b> .....	49
4.1.1	<i>Resultados de la descripción organoléptica del extracto de Pumamaqui</i> .....	49
4.1.2	<i>Resultados fitoquímicos de metabolitos secundarios en Pumamaqui (Oreopanax ecuadorensis)</i> .....	51
4.1.2.1	<i>Alcaloides</i> .....	51
4.1.2.2	<i>Agrupamiento lactónico (Cumarinas)</i> .....	51
4.1.2.3	<i>Saponinas</i> .....	51
4.1.2.4	<i>Quinonas</i> .....	52
4.1.2.5	<i>Azúcares Reductores</i> .....	52
4.1.3	<i>Resultados fitoquímicos de Sacha capulí (Vallea stipularis)</i> .....	53
4.1.3.1	<i>Aceites y grasas</i> .....	54
4.1.3.2	<i>Alcaloides</i> .....	54
4.1.3.3	<i>Agrupamientos lactónicos (Cumarinas)</i> .....	54
4.1.3.4	<i>Saponina</i> .....	54
4.1.3.5	<i>Quinonas</i> .....	54

4.1.3.6	<i>Azúcares Reductores</i> .....	55
4.1.4	<i>Metabolitos de interés fitoquímico</i> .....	55
4.1.4.1	<i>Descripción</i> .....	56
4.2	<b>Discusión</b> .....	58

## **CAPITULO V**

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	59
5.1	<b>Conclusiones</b> .....	59
5.2	<b>Recomendaciones</b> .....	61

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Clasificación taxonómica de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.....	8
<b>Tabla 2-2:</b>	Clasificación taxonómica de <i>Vallea stipularis</i> L.f. ....	11
<b>Tabla 3-1:</b>	Ensayos para los extractos (Etéreo, Alcohólico, Acuoso).....	31
<b>Tabla 3-2:</b>	Designación de concentración de metabolitos secundarios en <i>Vallea stipularis</i> y <i>Oreopanax ecuadorensis</i> . ....	35
<b>Tabla 3-3:</b>	Descripción de los materiales e instrumentos de campo .....	46
<b>Tabla 3-4:</b>	Descripción de los materiales e instrumentos de laboratorio .....	46
<b>Tabla 3-5:</b>	Equipos utilizados en la investigación. ....	47
<b>Tabla 3-6:</b>	Descripción de los reactivos químicos utilizados en la investigación. ....	48
<b>Tabla 3-7:</b>	Materiales de Oficina .....	48
<b>Tabla 4-1:</b>	Descripción de los extractos de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> .....	49
<b>Tabla 4-2:</b>	Descripción de los extractos de <i>Vallea stipularis</i> .....	50
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados del primer Tamizaje fitoquímico de las hojas de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> . ....	50
<b>Tabla 4-4:</b>	Resultados del Tamizaje fitoquímico de las hojas de <i>Vallea stipularis</i> .....	53
<b>Tabla 4-5:</b>	Metabolitos secundarios presentes en <i>Oreopanax ecuadorensis</i> .....	55
<b>Tabla 4-6:</b>	Metabolitos secundarios presentes en <i>Vallea stipularis</i> .....	55

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Pumamaqui ( <i>Oreopanax ecuadorensis</i> ) .....	7
<b>Ilustración 2-2:</b>	Sacha Capulí ( <i>Vallea stipularis</i> ) .....	11
<b>Ilustración 3-3:</b>	Ubicación de la recolecta de muestras. ....	28
<b>Ilustración 3-4:</b>	Las Fases Generales y Especificas para el Tamizaje Fitoquímico .....	34

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** RECOLECCIÓN E IDENTIFICACION DE MUESTRAS DE LAS ESPECIES FORESTALES.
- ANEXO B:** LIMPIEZA Y SELECCIÓN DE LAS MEJORES HOJAS.
- ANEXO C:** PREPARACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA EL SECADO
- ANEXO D:** SECADO DE LAS MUESTRAS EN LA ESTUFA
- ANEXO E:** TRITURACIÓN DE LAS HOJAS.
- ANEXO F:** PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS.
- ANEXO G:** FILTRADO DE LOS EXTRACTOS.
- ANEXO H:** MATERIALES PARA EL TAMIZAJE FITOQUÍMICO
- ANEXO I:** TAMIZAJE FITOQUÍMICO
- ANEXO J:** ENSAYOS FITOQUÍMICO
- ANEXO K:** RESULTADOS DEL TAMIZAJE FITOQUÍMICO PARA LA IDENTIFICACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS.

## RESUMEN

El problema radicó en que las especies forestales son cotizadas principalmente como madera desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad, sin tomar en cuenta la amplia gama de productos no maderables que estos pueden ofrecer, como es el potencial fitoquímico que comprende el estudio de metabolitos secundarios que están presentes en estas especies vegetales, utilizados en la industria farmacéutica. El objetivo de la investigación fue la Identificación de los metabolitos secundarios de interés fitoquímico de Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Seem y Sacha Capulí *Vallea stipularis* L.F del bosque de Llucud, Cantón Chambo, Provincia Chimborazo lo cual se realizó la identificación del lugar y donde se realizó la recolecta del material vegetativo en varias ramas fértiles, de las especies en estudio y se remitió al herbario de la ESPOCH para su identificación, de cada una de las especies en estudio por consiguiente se prepararon los extractos Etéreo, Alcohólico y Acuoso, para demostrar la presencia o ausencia de los metabolitos secundarios que contienen las especies forestales; mediante reacciones de precipitación y coloración con el uso de diferentes reactivos utilizados para cada uno de los ensayos correspondientes. Ya realizadas las pruebas de este estudio fitoquímico de las hojas de Pumamaqui y Sacha Capulí, se encontraron los compuestos más abundantes y de forma moderada son: Alcaloides, Agrupamiento Lactónico/Cumarinas, Saponinas, Quinonas y Az, Reductores, Flavonoides, Antocianos y Catequinas. Por consiguiente, se aceptó la hipótesis alternante, donde se demuestra que al menos una de las especies forestales estudiadas tiene metabolitos secundarios de interés fitoquímico que se utilizó en la investigación, influyen los ensayos realizados para la identificación de metabolitos secundarios presentes en las plantas de Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* y Sacha Capulí *Vallea stipularis* ya que si existen diferencias significativas.

**Palabras clave:** <ESTUDIO FITOQUÍMICO>, <METABOLITOS SECUNDARIOS>, <MACERACIÓN >, <INDUSTRIA>, <TRILOBADAS>, < LEUCOANTOCIANIDINAS>, < ANTRANOLES>, <FITOCOMPUESTOS>.

2115-DBRA-UPT-2023




## ABSTRACT

Forest species are valued mainly as wood from the beginning to the present, without considering the wide range of non-timber products they can offer, such as the phytochemical potential that includes the study of secondary metabolites substances present in these plant species, which are used in the pharmaceutical industry. This study aimed to identify the secondary metabolites of phytochemical interest of Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Seem and Sacha Capulí *Vallea stipularis* L.F from the Lluclud forest, Chambo Town, Chimborazo Province. It identified the place and the collection of the vegetative material in several fertile branches of the species under study. It was sent to the ESPOCH herbarium to identify each species under study. Therefore, the Ethereal, Alcoholic, and Aqueous extracts were prepared to demonstrate the presence or absence of secondary metabolites contained in forest species through precipitation and coloring reactions using different reagents for each corresponding test. Once the tests of this phytochemical study of the leaves of Pumamaqui and Sacha Capulí were carried out, the most abundant and moderately abundant compounds were found Alkaloids, Lactonic Grouping/Cumarines, Saponins, Quinones and Az, Reducers, Flavonoids, Anthocyanins, and Catechins. Consequently, the alternative hypothesis was accepted, demonstrating that at least one of the forest species studied has secondary metabolites of phytochemical interest that were used in the research, influenced by the tests carried out to identify secondary metabolites in Pumamaqui plants *Oreopanax ecuadorensis* and Sacha Capulí *Vallea stipularis* since there are significant differences.

**Keywords:** <PHYTOCHEMICAL STUDY>, <SECONDARY METABOLITES>, <MACERATION>, <INDUSTRY>, <TRILOBADES>, <LEUCOANTHOCYANIDINS>, <ANTHRANOLS>, <PHYTOCOMPOUNDS>.

Riobamba, December 11th, 2023



Ph.D. Demys Tenélanda López  
ID number: 0603342189



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en las especies forestales que tienen potencial fitoquímico. Los árboles ofrecen múltiples bienes, tales como frutas, numerosos productos maderables, medicinales y alimentos para el ganado. Brindan gran cantidad de servicios ambientales, contribuyen al mejoramiento de suelos y de los recursos hídricos, promueven la captura de carbono, facilitan la polinización y aportan una gran ayuda al ganado. Además, son elementos esenciales del paisaje agrícola y la belleza escénica. Por lo tanto, los hace indispensables para aumentar la rentabilidad, la resiliencia, la mitigación y la adaptación al cambio climático. Es apremiante promover el uso sostenible y la conservación de especies forestales (Montiel, 2020, p.11.).

Las especies forestales: *Oreopanax ecuadorensis* Seem “Pumamaqui” y *Vallea stipularis* L.f., “Sacha Capulí” son especies de árboles nativos de la región andina, cuyos atributos maderables han sido reconocidos y explotados históricamente. Sin embargo, su riqueza potencial en compuestos fitoquímicos, conocidos como metabolitos secundarios, ha sido poco explorada hasta el momento. Estos metabolitos secundarios son compuestos producidos por las plantas con funciones diversas, como la protección frente a depredadores, interacciones con otros organismos y adaptación al ambiente. En la actualidad, estos compuestos han despertado un gran interés debido a sus propiedades beneficiosas para la salud humana y sus aplicaciones en la industria farmacéutica (Alcantara et al, 2019. p.1).

En el Perfil Fitoquímico de *Oreopanax ecuadorensis* Seem “Pumamaqui” y *Vallea stipularis* L.f., “Sacha Capulí” se ha demostrado que puede llegar a ser un método práctico para el reconocimiento en el uso de éstas, a partir de la presencia de metabolitos secundarios que en sí son muy variados y a los cuales han llevado a una reevaluación de las posibles funciones que desempeñan estos compuestos en las plantas, especialmente en el contexto de interacciones ecológicas (Alcantara et al, 2019. p.1).

En el caso de *Oreopanax ecuadorensis* Seem “Pumamaqui” y *Vallea stipularis* L.f. “Sacha capulí” que pertenece a la Familia Araliaceae y Elaeocarpaceae; crecen desde los 2700 hasta los 3500 msnm., en bosques primarios y secundarios, en suelos húmedos y semihúmedos, los cuales pueden alcanzar altura de entre los 15-18 metros. Se propagan por el método sexual (semillas) y asexual (estacas, rizomas, rebrotes); es muy útil en la parte altoandina por sus ventajas y bondades, además en estado de floración es vistoso y colorido (Ugusiña, 2012. p. 2).

A través de la identificación de estos compuestos fitoquímicos, esperamos contribuir al conocimiento científico sobre la riqueza química de Oreopanax ecuadorensis Seem “Pumamaqui” y Vallea stipularis L.f. “Sacha capulí”, así como aportar información relevante para la industria farmacéutica y otros sectores interesados en la utilización de productos naturales con propiedades terapéuticas. Así mismo, se busca generar conciencia sobre la importancia de preservar y proteger el bosque de Lluçud como un patrimonio natural invaluable para las futuras generaciones (Quispillo, 2013, p. 15).

En las siguientes secciones de este Trabajo de Integración Curricular, se presentarán los resultados y el análisis de los metabolitos secundarios identificación en las muestras de Oreopanax ecuadorensis Seem “Pumamaqui” y Vallea stipularis L.f. “Sacha capulí”, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas de este estudio. Con esta investigación, esperamos aportar al conocimiento científico y a la valoración de la biodiversidad presente en nuestro entorno natural.

## CAPITULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema radica en que estos grandes ejemplares son cotizados principalmente como madera desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad, sin tomar en cuenta la amplia gama de productos no maderables que estos pueden ofrecer, como es el potencial fitoquímico que comprende el estudio de metabolitos secundarios que están presentes en estas especies vegetales, siendo utilizados de manera especial en la industria farmacéutica.

Los compuestos fitoquímicos, especialmente los metabolitos secundarios presentes en las plantas han demostrado tener diversas propiedades beneficiosas para la salud humana y su potencial en la industria farmacéutica. Sin embargo, en el caso de *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis* del bosque de Llucud, la investigación sobre la presencia y diversidad de estos metabolitos secundarios es escasa, lo que limita su valorización y aprovechamiento sostenible como recursos naturales.

Los residuos del aprovechamiento forestal se quedan en el sitio del procedimiento, lo cual, por su alta relación carbono nitrógeno el proceso de mineralización en materia orgánica es sumamente lento por la mínima cantidad de organismos y microorganismos degradadores de celulosa, lignina y fibra; transformándose en vector de plagas y enfermedades. En tal virtud, esta investigación pretende contribuir en primera instancia al conocimiento fitoquímico de las especies forestales a través de sus propiedades químicas y metabolitos secundarios que aportaran en el valor de productos no maderables.

## 1.1 Objetivos.

### 1.1.1 *Objetivo General*

Identificar los metabolitos secundarios de interés fitoquímico de *Oreopanax ecuadorensis* Seem y *Vallea stipularis* L.F del bosque de Llucud, Cantón Chambo, Provincia Chimborazo.

### 1.1.2 *Objetivos Especifico*

- Identificar las características taxonómicas de *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis* a nivel de campo y herbario.
- Realizar el tamizaje fitoquímico cualitativo de las especies forestales a nivel de laboratorio.
- Generar información fitoquímica relevante de las especies que sirvan como herramienta referencial para futuros estudios.

## 1.2 Justificación

La mayoría de las especies forestales han desempeñado un papel importante para la humanidad, ya que son utilizados para fines de uso industrial, artesanal o medicinal.

En la actualidad existe un mayor interés en el estudio de metabolitos secundarios provenientes de fuentes vegetales, entre los cuales se encuentran los alcaloides, quinonas, flavonoides, taninos, cumarinas, esteroides, terpenoides, aceites esenciales, fenoles y saponinas. Para lograr determinar la naturaleza química de los metabolitos secundarios, se basa en los ensayos fitoquímicos tradicionales (Tamizaje Fitoquímico) es una forma confiable y rentable de llevar a cabo el análisis cualitativo de los extractos, porque cumplen con la información necesaria sobre la composición de las especies forestales y nos permite descartar todas aquellas especies que no tienen el potencial para los beneficios industrializados (Carcelén, 2022. p. 3).

La investigación se basa en que permita demostrar la valorización de las plantas nativas provenientes del Bosque de Llucud, Cantón Chambo, Provincia Chimborazo. Tiene como finalidad la identificación de los metabolitos secundarios provenientes de la identificación fitoquímica que se desarrollará a las plantas *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis* en diferentes métodos para el conocimiento de los componentes presentes en ellos (Carcelén, 2022. p. 3).

En tal virtud la investigación pretende encontrar metabolitos secundarios en las especies antes mencionadas, con el fin de dar un valor agregado a los residuos de las especies forestales que son aprovechadas solo con fines madereros, por lo que este presente estudio está dirigido al beneficio de la sociedad incorporando información importante para futuros estudios.

### **1.3 Hipótesis**

#### ***1.3.1 Hipótesis Nula***

Las especies forestales estudiadas no tienen metabolitos secundarios de interés fitoquímico.

#### ***1.3.2 Hipótesis Alternante***

Al menos una de las especies forestales estudiadas tiene metabolitos secundarios de interés fitoquímico.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

#### 2.1 Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis* Seem.)



**Ilustración 1-2:** Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*)

**Realizado por:** López, Henry, 2023.

*Oreopanax ecuadorensis* es una especie forestal nativa del Ecuador, endémica del bosque montano y del bosque andino hasta el páramo arbustivo. Se encuentra ubicado en la cordillera de los Andes a un nivel altitudinal que se encuentra a los 2.200 y 3.800 msnm. Es una especie forestal muy frecuente que se encuentra ubicada en los bosques, en cercas vivas y a lo largo de ríos. La especie se distribuye ampliamente en la zona norte de la región andina (Vázquez, 2019).

En Ecuador se identificó el *Oreopanax ecuadorensis* Seem. “Pumamaqui” de los diferentes parques naturales que protegen la vegetación andina. En las reservas ecológicas como el Cayambe-Coca y Cotacachi-Cayapas de los espacios que están cercanos al Parque Nacional Sangay (Vázquez, 2019).

### 2.1.1 Clasificación Taxonómica

**Tabla 2-1:** Clasificación taxonómica de *Oreopanax ecuadorensis* Seem

<b>Nombre Científico:</b>	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Apiales
<b>Familia:</b>	Araliaceae
<b>Nombres Comunes:</b>	Pumamaqui

Elaboración: Screening, Fitoquímico, 2023.

## 2.2 Distribución Natural

Esta especie se encuentra dispersa en los páramos del callejón interandino, en la región Sierra del Ecuador, con una altura de 2.000 a 4.000 msnm. Se presenta de una manera irregular y de ser considerada de una especie dominante debido a poseer una compleja reproducción y expansión, esta especie se desarrolla en los Bosques Alto móntanos del norte de los Andes en los bosques Alto andinos Húmedo del mismo norte de los Andes. En Ecuador se ha identificado a esta especie forestal en diferentes parques naturales que protegen la vegetación andina (Andrade, 2021. p. 23).

### 2.2.1 Fenología

El Pumamaqui, es una especie del bosque montano, prefiere los suelos húmedos. La especie posee un crecimiento monopodial y su fuste de forma cilíndrica, mide entre los 11 y 16 metros de altura, su corteza lisa en su exterior mantiene un color blanco plomizo, se desprende fácilmente de la albura (Quinapallo, 2016, p. 25.).

### 2.2.2 Zona de vida ecosistema.

Bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes; Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (Lozano, 2015,pp. 23-24).



## **2.3 Descripción Botánica.**

Es un árbol de 5 a 15 m de altura, variable en relación a la morfología de sus hojas; por las características de las Araliáceas, puede poseer ramas lisas a estrelladas. tomentosas con estipulas lineares y adheridas al pecíolo; largo, presentan dimorfismo foliar según la edad el mismo que va con la presencia de hojas enteras lanceoladas, e otro caso trilobadas y cuando la planta es adulta con mayor frecuencia pentalobadas; flores polígamas dioicas, pentámeras; fruto con baya subglobosa o elipsoide, semilla oblonga pequeña; inflorescencia terminal o subterminal, compuesta de cabezuelas o umbelas paniculadas o en ramo, inflorescencia terminal o subterminal, compuesta de cabezuelas o umbelas paniculadas o en ramo (Lozano, 2015,pp. 23-24).

### **2.3.1 Hojas**

Sus hojas se describen por tener su forma como la mano de un Puma, de allí sale su nombre Pumamaqui. El borde de su hoja en el extremo superior ligeramente dentado, nervadura pinatinervia, áspera y pronunciada, inserción con las ramas que se encuentra esparcida.

Las hojas presentan dimorfismo foliar según la edad de la planta con presencia de hojas enteras lanceoladas, en varios casos trilobadas y la planta es adulta con mayor frecuencia pentalobadas, destaca una nervadura de tipo reticular prominentes en el envés 3 o 5 según el número de lóbulos, por su consistencia son coriáceas, con peciolos que van de 10 a 15 cm presentándose en una base estípulas con la particularidad de tener una huella de media luna al caer sus hojas (Tapia, 2019, p. 22).

### **2.3.2 Floración**

Terminal o subterminal se encuentra compuesta de umbelas o cabezas que a su vez son panículas o en forma de ramo, sus flores polígamo. Dioicas, la mayoría pentámeras, su cáliz tiene forma de copa con pétalos valvados blancos o verduzcos, subagudos en su ápice, Los estambres son inflexionados en forma de capullo, anteras oblongas 1 o 2 estilos de las flores que están estaminadas 2-10 pistilos libres o levemente se encuentran adosados a su base, el ovario de pared grueso de lóculos (Tapia, 2019, p.22).

### **2.3.3 Madera**

Es blanquecina o ligeramente amarillenta grisácea, con olor ni sabor característico de la especie, su madera semidura o semipesado. Tiene un peso 0.8 a 30 libras por pie cúbico, grano recto, textura media o tosca, pero en fibras bastante flexible y fácil de trabajar.

La madera es fácilmente atacada por xilófagos. Se aprovecha como combustible.

Se usa en mueblería ordinaria, marcos de ventanas, marcos de guitarra, cedazos, etc. (Tapia, 2019, p. 23).

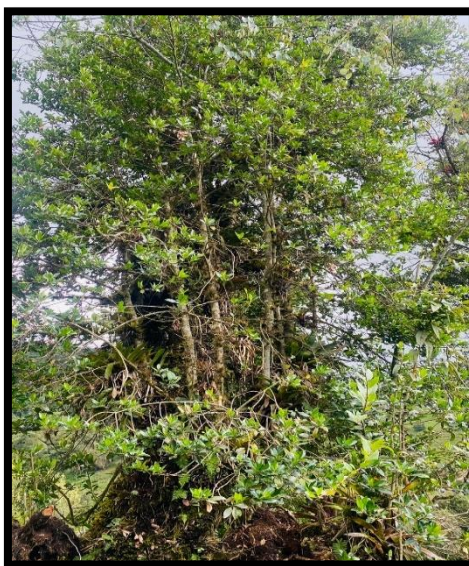
### **2.3.4 Usos**

Los tallos se utilizan en la construcción de viviendas, cercas vivas y además para elaborar postes de alumbrado, cucharas, estribos de monturas y varios instrumentos para la agricultura. Toda la planta entera se usa para combustible, del sector ambiental son utilizadas para cercas vivas (Tapia, 2019, p. 23).

### **2.3.5 Usos Medicinales**

Esta planta se utiliza normalmente para infusiones como purgante con un poco de alcohol. Para las mujeres luego del parto se utilizan las hojas para tomar un baño, por lo cual ayuda aliviar las dolencias del parto, así también la infusión de las hojas para aliviar cualquier recaída. es utilizada para limpiar heridas producidas por sarpullidos, por medio de la decocción de sus hojas en estado maduro y utilizándola en la zona afectada como un desinfectante natural (Tapia, 2019, p. 23).

## 2.4 Sacha Capulí Vallea Stipularis L.f.



**Ilustración 2-2:** Sacha Capulí (*Vallea stipularis*)

**Realizado por:** López H., 2023.

En el Ecuador los bosques primarios y secundarios albergan a un gran número de especies que son valiosas para el Ecuador, entre ellas se encuentra (*Vallea stipularis* L.f.), que crece desde los 2700 y 3500 msnm, está presente en todas las provincias andinas. En la provincia de Chimborazo encontramos esta especie en las partes altas húmedas y semi húmedas, de buen drenaje con suelos franco arcilloso y con alto contenido de materia orgánica, con una temperatura que varía de 8 a 12°C, esto corresponde a un bosque húmedo montano en el Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo (Quinapallo, 2016, p. 44.).

### 2.4.1 Clasificación Taxonómica

**Tabla 1-2:** Clasificación taxonómica de *Vallea Stipularis* L.f.

<b>Nombre Científico:</b>	<i>Vallea stipularis</i>
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División</b>	Spermatophytae
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Oxalidales
<b>Familia:</b>	Eleocarpaceae
<b>Nombres Comunes:</b>	Sacha Capulí

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.

## **2.5 Distribución Natural.**

Es una especie natural que está difundida por los Andes desde Colombia y Venezuela, a través de Ecuador, Perú, Bolivia hasta Argentina. En el Ecuador se registran varios especímenes que se encuentran en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora (Quinapallo, 2016, p. 44.).

### **2.5.1 Fenología**

Una vez al año muda de follaje, permaneciendo con muy pocas hojas durante un breve periodo donde presenta un aspecto otoñal, con las hojas viejas de color rojizo, poco después de que surgen las hojas nuevas, producen flores rosadas que cubren al árbol una vez al año, desde abril hasta junio (Pablo, 2010, p. 45).

### **2.5.2 Distribución**

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes; Bosque siempre verde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (Pablo, 2010, p. 45).

## **2.6 Descripción Botánica**

Árbol pequeño que alcanza un máximo de 12m de altura aproximadamente, tallo curvo leñoso color café cuya ramificación comienza a los 1.5 a 2 m; hojas simples alternas, helicoidales, acorazonadas color verde brillante por el haz y blancas por el envés con peciolo largos y curvos, basalmente 5-nervadas, con pubescencia en las axilas basales; flores de pétalos rosadas agrupadas; fruto de color verde blancuzco, en capsula redondeada, con gránulos en la superficie y cuatro semillas (Pablo, 2010, p. 45) .

### **2.6.1 Hojas**

Hojas alternas, helicoidales, ovaladas o base acorazonada de 4 – 10 cm de largo, y 3 – 5 cm de ancho, con ápice ligeramente redondeado, borde entero, nervadura reticular, pecíolo desde ovalo-lanceolado ampliamente ovado, el haz es brillante de color verde oscuro, en el envés de color verde más claro (Ugusiña, 2012, p. 25).

### **2.6.2 Inflorescencia**

Es una inflorescencia paniculada en forma de capullo de flores ovoides, principalmente pentámeras. Sépalos de 4-5 libres de la base, pétalos ovados con 3 lóbulos amplios de 5 mm de largo, su color de rosado púrpura a rosado pálido. En la lámina del pétalo tiene 3 lóculos redondeados. Androceo con estambres agrupados en cimas axilares, que van variando. Presenta de 3-5 lóculos, con una bifurcación en el estigma; el número de óvulos varía al número de lóculos y presenta ovario supero (Ugusiña, 2012, p. 25).

### **2.6.3 Fruto**

El fruto globoso, en forma de capsula carnosos verde amarillenta en forma de baya, de 8-12 mm de diámetro, tiene aspecto rugoso de color amarillo o café negruzco en estado maduro, presenta dehiscencias longitudinales que van de 2 a 4 (Ugusiña, 2012, p. 25).

## **2.7 Tamizaje Fitoquímico (Screening Fitoquímico)**

La Fitoquímica representa un ámbito de investigación científica que se concentra en la fase inicial de exploración con el propósito de reconocer los metabolitos secundarios primordiales presentes en las plantas, tales como alcaloides, aceites esenciales y saponinas, entre otros elementos. Este proceso implica llevar a cabo la extracción, aislamiento, análisis, depuración, así como la identificación de la estructura y atributos de diversas sustancias originadas en el reino vegetal. Para analizar estos compuestos, se pueden utilizar múltiples enfoques metodológicos, los cuales comprenden tanto el tamizaje fitoquímico convencional como la evaluación fitoquímica (Toledo, 2015, p. 11).

## **2.8 Metabolitos Primarios**

Los metabolitos esenciales engloban los procesos químicos que resultan indispensables para la supervivencia diaria y la ejecución reproductiva de cada especie vegetal. Estos incluyen funciones como la fotosíntesis, la glicólisis, el ciclo del ácido cítrico, la síntesis de aminoácidos, la producción de proteínas, enzimas y coenzimas, la formación de materiales estructurales, la multiplicación celular (crecimiento), y la absorción de nutrientes, entre otros (Universidad de Granada , 2002-2004).

Los metabolitos primarios se caracterizan por:

- Tener una función metabólica directa.
- Ser compuestos esenciales intermedios en las vías catabólicas y anabólicas.
- Se encuentran en todas las plantas.
- Contienen carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos o clorofilas.

## **2.9 Metabolitos Secundarios**

Se distinguen por su distribución restringida dentro del reino vegetal. Algunos metabolitos secundarios se encuentran exclusivamente en una especie vegetal única o en un conjunto de especies afines, mientras que los metabolitos primarios están presentes en todas las formas vegetales. Estos metabolitos desempeñan un papel clave en la determinación del aroma, sabor y color de la planta, así como en sus propiedades medicinales. Otros metabolitos secundarios tienen importancia fisiológica al funcionar como señales para la diferenciación celular y el metabolismo primario. Los grupos químicos pueden integrarse en las moléculas de estos metabolitos, lo cual es esencial para procesos como la sub-biosíntesis de una serie de enzimas y coenzimas. Estos compuestos también están influenciados por numerosos factores tanto internos como externos, como cambios en las condiciones físicas, químicas y biológicas, que pueden impactar su producción de manera significativa, siendo esto especialmente relevante (Vázquez , 2014, pp. 8-9):

- Radiación.
- Intensidad de la luz.
- Fotoperiodo.
- Edad. Estado fenológico y órgano de la planta.
- Deficiencias de minerales (N, S, P, K, Mg, B, Ca).
- Temperatura.
- Estrés hídrico.
- Compuestos orgánicos presentes en el medio.
- Factores genéticos.
- Interacciones bióticas intra e interespecíficas.
- Contaminantes sintéticos.

Los metabolitos secundarios están ligados a procesos químicos específicos de una planta y no tienen carácter universal.

Los metabolitos secundarios comprenden la química que guía la formación de procesos naturales. Algunas partes de esta química son compartidas por un conjunto determinado de plantas de diversas familias, pero en la actualidad, la composición química de los productos naturales difiere de una planta a otra. Esto resulta en consecuencias diversas.

Los metabolitos secundarios aparentemente no son esenciales para la supervivencia de las plantas, pero podrían ofrecer ventajas sustanciales (Universidad de Granada , 2002-2004).

### **2.9.1 Tipos de Metabolitos secundarios**

Los metabolitos secundarios se encuentran, según sus componentes funcionales: terpenoides, esteroides, compuestos fenólicos y alcaloides (García, et. al, 2009, p.4).

- En la categoría de Terpenos se incluyen hormonas, pigmentos y aceites esenciales.
- Los Compuestos fenólicos abarcan cumarinas, flavonoides, lignina y taninos.
- Los Glicósidos comprenden saponinas, glicósidos cardiacos, glicósidos cianogénicos y glucosinolatos.
- Los Alcaloides son otro grupo de metabolitos secundarios.

Biosintéticamente, estos se agrupan de tal manera que se generan terpenos, esteroides, flavonoides, cromenos, benzofuranos, cumarinas, quinonas, lignanos, saponinas, taninos, lactonas y alcaloides, los cuales se hallan presentes en las plantas y confieren propiedades antioxidantes, antifúngicas, antibacterianas, antileucémicas, citotóxicas, antipiréticas, coagulantes y otras que son de significativa importancia para su aplicación a nivel industrial (Villarreal, 2015, p. 6).

### **2.9.2 Compuestos Terpenoides y Esteroides**

Los triterpenos, compuestos formados por seis unidades de isopreno, pueden adoptar configuraciones tetracíclicas o pentacíclicas, conteniendo grupos funcionales como hidroxilo, cetona, aldehído o ácido carboxílico. Los esteroides, derivados de los triterpenos, exhiben una estructura compuesta por cuatro anillos: tres anillos de seis miembros y un anillo de cinco miembros, unidos entre sí (Ochoa, y otros, 2018. p. 21).

Dentro de los esteroides, las estructuras que involucran un grupo hidroxilo son denominadas esteroleos. En el contexto de las plantas, se encuentran compuestos como el estigmasterol y el sitosterol, que forman parte de ciertas membranas celulares y desempeñan funciones defensivas contra insectos. Otros esteroides, como los limonoides, funcionan como agentes amargos en los cítricos, actuando como defensa contra herbívoros (Ochoa, y otros, 2018. p. 21).



### **2.9.2.1 Triterpenoides**

Estas sustancias químicas con olor fuerte que se encuentran en algunas plantas, especialmente en los árboles que tienen conos, es "resina". Las resinas son sustancias pegajosas y aromáticas que se encuentran en muchos tipos de plantas, particularmente en coníferas como los pinos y abetos. Los triterpenos son de hecho un grupo de metabolitos secundarios que muestran una amplia actividad biológica. El ácido betulínico, que mencionaste, es un ejemplo de un triterpeno que se encuentra en varias especies de plantas. Estas sustancias pueden tener diversas propiedades medicinales y biológicas, lo que hace que sean de gran interés para la investigación y la aplicación en la industria farmacéutica y otros campos (Almeyda , 2017, p. 7).

### **2.9.2.2 Saponinas**

Son un grupo de compuestos químicos formados por glucósidos y reciben su nombre debido a sus propiedades jabonosas. Las saponinas tienen la capacidad de formar soluciones jabonosas y producir espuma cuando se agitan en agua. Se encuentran en varios extractos de plantas y son utilizadas en algunos casos como detergentes naturales. Estos compuestos son valiosos en la industria debido a su capacidad para reducir la tensión superficial del agua y crear espuma, lo que los hace adecuados para diversas aplicaciones, desde la limpieza hasta la industria cosmética y farmacéutica (Carcelén, 2022, p. 38).

Las saponinas se encuentran en varias plantas, particularmente en familias como Caryophyllaceae, Sapindaceae, Polygalaceae y Sapotaceae. Aunque no son tan comunes en la naturaleza como los triterpenoides, comparten similitudes biológicas con ellos. Estas sustancias poseen potencial como componentes fundamentales para la creación de medicamentos. La formación de espuma al agitar una solución que las contiene es un indicador evidente de su presencia (Carcelén, 2022, p. 38).

### 2.9.2.3 *Compuestos Fenólicos*

Los compuestos fenólicos presentan un anillo aromático unido a uno o más grupos sustituyentes hidroxilo, lo que les confiere polaridad y solubilidad en agua. Las plantas albergan productos secundarios que incorporan el grupo fenólico (Alcantara et al, 2019. p. 9).

- **Quinonas**

Estos compuestos son identificados por su carácter pigmentario, que puede manifestarse tanto de manera independiente como en forma de glicósidos, donde se unen a azúcares. Más de 450 estructuras quinoides han sido reconocidas, y están extendidas en la naturaleza. Su principal función radica en contribuir a la coloración de las plantas superiores (Alcantara et al, 2019. p. 9).

- **Cumarinas**

Son compuestos fenólicos simples que se sintetizan en plantas vasculares y desempeñan funciones esenciales en la protección contra insectos herbívoros y ciertos hongos. Estos compuestos están distribuidos en varias especies vegetales y han sido identificados como parte de las estrategias de defensa de las plantas (Alcantara et al, 2019. p. 9).

- **Flavonoides**

Los flavonoides son, de hecho, el grupo de metabolitos secundarios más extenso. Su estructura básica deriva de un núcleo aromático y a menudo se encuentran en forma de glucósidos. Son ampliamente distribuidos en el reino vegetal y forman la clase más grande de compuestos fenólicos. Los flavonoides tienen diversas funciones en las plantas, incluyendo la pigmentación y la defensa contra herbívoros e infecciones. Además, se sabe que muchos flavonoides tienen propiedades antioxidantes y se encuentran en muchas plantas medicinales (Alcantara et al, 2019. pp. 9-10).

- **Taninos**

Son una clase de polímeros fenólicos presentes en la segunda categoría de compuestos fenólicos de las plantas. Estos compuestos tienen funciones defensivas y pueden contener toxinas que disminuyen el crecimiento y la supervivencia de los herbívoros, además de actuar como repelentes contra ciertos animales. En relación con su función, se ha estudiado que los taninos poseen propiedades antiinflamatorias. Los taninos son conocidos por su capacidad para unirse a proteínas y formar complejos insolubles, lo que puede tener efectos beneficiosos en procesos inflamatorios al limitar la interacción de ciertas moléculas en el cuerpo. Por esta razón, los taninos también se han estudiado en el contexto de la medicina natural y la fitoterapia (Alcantara et al, 2019. pp. 9-10).

Taninos condensados. Son polímeros formados por unidades de flavonoides que están unidos por enlaces C-C. A diferencia de los taninos hidrolizables, los taninos condensados no pueden ser hidrolizados fácilmente debido a su estructura. Sin embargo, pueden ser oxidados bajo ciertas condiciones, como mediante la acción de ácidos fuertes, para producir antocianidinas, que son otro tipo de compuestos fenólicos presentes en las plantas y que están relacionados con la coloración y otras funciones biológicas (Alcantara et al, 2019. pp. 9-10).

Taninos hidrolizables. Son polímeros más heterogéneos que los taninos condensados y están compuestos por unidades de ácidos fenólicos como el ácido gálico, además de azúcares simples. En comparación con los taninos condensados, los taninos hidrolizables son más susceptibles a la hidrólisis, lo que significa que pueden ser más fácilmente descompuestos por reacciones químicas o enzimáticas, liberando los componentes individuales que los conforman, como ácidos fenólicos y azúcares (Alcantara et al, 2019. pp. 9-10).

### **2.9.3 *Compuestos de azufre o nitrógeno***

#### **Glicósidos cianogénicos**

Los glucosinolatos son metabolitos que presentan una estructura general con un grupo nitrilo unido a un carbonilo. Estos compuestos se encuentran en diversas plantas, especialmente en las semillas y en los huesos de frutas como manzanas, cerezas, melocotones y almendras. Los glucosinolatos funcionan como una forma de defensa química en las plantas, ya que, cuando se rompen debido a la actividad de enzimas, liberan compuestos volátiles y sustancias tóxicas que pueden actuar como disuasivos para herbívoros y patógenos (Alcantara et al, 2019. pp. 10-11).

#### **Alcaloides**

Los alcaloides son compuestos orgánicos que a menudo contienen nitrógeno y se encuentran en plantas como una forma de reserva de nitrógeno. Además de su función de reserva, los alcaloides también pueden actuar como fitorreguladores metabólicos y fitoprotectores, ya que a menudo tienen propiedades tóxicas que disuaden a los depredadores. En términos de su importancia farmacológica, los alcaloides son conocidos por tener efectos en el sistema nervioso central. Pueden tener diversas acciones en el cuerpo humano, incluyendo efectos estimulantes, depresores, alucinógenos y antifibrilantes (es decir, pueden afectar los ritmos cardíacos). Algunos ejemplos famosos de alcaloides incluyen la cafeína, la morfina, la cocaína y la nicotina. Cada uno de estos alcaloides tiene efectos específicos en el cuerpo y puede ser utilizado con diversos propósitos farmacológicos (Alcantara et al, 2019. pp. 10-11).

### **2.9.4 *Mucílagos o gomas***

Son sustancias gelatinosas secretadas por diversas plantas. Estas gomas consisten en ácidos orgánicos complejos, conocidos como ácidos de la goma. Cuando se hidrolizan, estos ácidos, como la arabina o ácido arábico, se descomponen en azúcares como arabinosa, galactosa y xilosa, así como en ácidos monocarboxílicos. Las gomas vegetales tienen una textura similar a la del pegamento cuando están húmedas, pero se vuelven rígidas cuando se secan. Son inodoras, incoloras y insolubles en disolventes orgánicos, pero altamente solubles en agua. Debido a estas características, se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y farmacéuticas. Pueden ser usadas en la fabricación de textiles, en procesos de estampado y también en la formulación de medicamentos para proporcionar propiedades calmantes y suavizantes (Carcelén, 2022. p. 44).

## **2.10 PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

### ***2.10.1 Método de recolección de muestras***

La recolección de especies forestales se adapta a las particularidades individuales de cada especie y se lleva a cabo manualmente. Dado que este proceso está condicionado por las características específicas de cada especie, es esencial considerar cuidadosamente las partes de la planta que serán utilizadas. Además, se debe identificar el momento ideal de cosecha para maximizar la obtención de componentes activos. Es crucial asegurarse de que las plantas no estén contaminadas y evadir cualquier tipo de mezcla con otras especies durante la recolección.

**Hojas:** Es recomendable recolectar las muestras al comienzo de la etapa de floración, cuando la actividad fotosintética es más intensa. En este momento, las muestras tienden a contener una mayor concentración de componentes activos. Es crucial llevar a cabo la recolección antes de que los frutos maduren. Las muestras deben estar intactas y completas, sin daños, enfermedades ni signos de infestación por insectos.

### ***2.10.2 Método de secado***

El proceso de secado de las hojas implica la eliminación completa del contenido de agua presente en ellas. Esto se realiza con el propósito de prevenir la propagación de enfermedades y evitar la pérdida de los compuestos activos que se utilizarán. Después del secado, las hojas suelen ser almacenadas por un tiempo antes de su utilización efectiva.

Este proceso puede llevarse a cabo mediante dos métodos principales: calentamiento natural o mecánico. El objetivo es eliminar por completo la humedad de las hojas empleando técnicas específicas adaptadas a cada especie. Esto se realiza para garantizar que los compuestos deseados no se pierdan durante el proceso y puedan ser recolectados de manera efectiva.

### **2.10.3 Molienda**

La trituración es un método empleado para reducir el tamaño de las hojas o material vegetal, y se lleva a cabo a través de procesos tanto manuales como mecánicos. Esta etapa se realiza después de que el material vegetal ha sido secado adecuadamente. El objetivo de la trituración es reducir el material a partículas más pequeñas y manejables, en preparación para el siguiente paso que es la maceración.

El proceso de trituración busca obtener partículas finas y uniformes para facilitar la extracción de los compuestos deseados durante la maceración. Al obtener un tamaño de partícula óptimo, se maximiza la superficie de contacto del material vegetal con el solvente utilizado en la maceración, lo que mejora la eficiencia de la extracción de los componentes activos.

### **2.10.4 Método de acondicionamiento**

La condición de almacenamiento de las plantas depende de las características de cada especie y de las partes utilizadas.

- Almacenar en un lugar fresco: La temperatura es el factor más importante en la conservación de la muestra para el deterioro de la muestra.
- Almacenar en un lugar seco: Si la presencia de humedad llega a ser excesiva suele ser beneficiosa para la degradación de la muestra.
- Aislar del ambiente natural: Porque el contacto natural favorece a la oxidación de los activos y la llegada de parásitos como: insectos, mohos, etc.

## **2.11 Método de extracción de metabolitos**

La extracción sólido-líquido es una operación fundamental que se encuentra en una amplia gama de procesos industriales, particularmente en las industrias química y farmacéutica. Dos métodos comunes de extracción en esta categoría son la maceración y la percolación, ambos métodos son esenciales para extraer compuestos activos de materiales vegetales y son ampliamente utilizados en la industria para obtener productos químicos y farmacéuticos valiosos a partir de fuentes naturales (Carcelén, 2022,p. 47).

El proceso de extracción para identificar los metabolitos secundarios implica la separación de diversos componentes presentes en las hojas de la planta mediante el uso de disolventes. Para lograr esto, se pueden emplear diversas técnicas, entre las cuales se incluyen la maceración, la extracción alcohólica, acuosa y etérea, Cada técnica tiene sus propias ventajas y aplicaciones dependiendo de la naturaleza de los compuestos a extraer y de los objetivos de la investigación. La elección del método de extracción adecuado es esencial para lograr una separación eficiente y precisa de los metabolitos secundarios presentes en las hojas de la planta (Carcelén, 2022,p. 47).

### ***2.11.1 Solventes***

Los disolventes juegan un papel crucial en el proceso de extracción y solubilidad de los compuestos. La solubilidad de una sustancia en un disolvente particular está influenciada por la afinidad de sus propiedades polares o no polares. Los compuestos que pueden formar enlaces de hidrógeno con el agua y exhiben polaridad tienden a ser más solubles en agua (Carcelén, 2022, p. 48).

El metanol es un disolvente polar que puede formar enlaces de hidrógeno y tiene cierta capacidad para disolver compuestos iónicos. Sin embargo, su capacidad para disolver iones es generalmente menor en comparación con su capacidad para disolver moléculas polares y no polares. Por lo tanto, el metanol es un disolvente ampliamente utilizado para la extracción de una variedad de compuestos naturales, incluidos los fitoquímicos. Por otro lado, el éter es un disolvente no polar y no tiene la capacidad de disolver compuestos iónicos. Debido a su falta de polaridad y su incapacidad para formar enlaces de hidrógeno, el éter es adecuado para extraer compuestos no polares, como aceites esenciales y compuestos lipofílicos, que son menos solubles en disolventes polares como el agua o el metanol. La elección del disolvente adecuado depende de la naturaleza de los compuestos que se desean extraer y de sus propiedades de solubilidad. La combinación de diferentes disolventes y métodos de extracción puede ayudar a obtener una amplia gama de compuestos fitoquímicos de interés (Carcelén, 2022, p. 48).

### **2.11.2 Maceración**

La maceración implica colocar el material vegetal previamente triturado en contacto con el disolvente durante un período prolongado, generalmente varios días. Durante este proceso, se establece un equilibrio de concentración entre los componentes presentes en el material y el solvente. La eficacia de la maceración depende de varios factores, como la naturaleza del material vegetal, el tamaño de la muestra triturada, la humedad del material y la cantidad necesaria de extracto. El tamaño de la muestra debe ser adecuado para permitir que el solvente penetre eficientemente a través de los tejidos vegetales. Además, la selectividad del disolvente utilizado es importante, ya que debe ser capaz de extraer los compuestos activos de interés. También es esencial determinar el volumen requerido de extracto para satisfacer los objetivos del proceso. La maceración es un método ampliamente utilizado en la extracción de compuestos fitoquímicos debido a su simplicidad y efectividad en la obtención de una amplia gama de metabolitos secundarios de interés (Carcelén, 2022, p. 49).



Una desventaja notable de la maceración es la duración del proceso, que puede extenderse durante varios días o semanas. Además, esta técnica se lleva a cabo en frío, lo que significa que no se aplica calor para acelerar la extracción. Esto puede ser un inconveniente en términos de eficiencia y tiempo, sin embargo, la maceración tiene ventajas significativas. Utilizar equipos simples y no requerir la aplicación de calor significa que no se desperdicia energía en el proceso. Además, a pesar de su duración, la maceración puede extraer una gran cantidad de propiedades y compuestos de las plantas, lo que la convierte en un método efectivo para obtener una amplia gama de metabolitos secundarios sin la necesidad de equipos costosos o procesos complicados. En últimas instancias, la elección de utilizar la técnica de maceración dependerá de los objetivos específicos de la extracción, la naturaleza de los compuestos buscados y la disponibilidad de tiempo (Carcelén, 2022, p. 49).

#### *2.11.2.1 Maceración en calor*

El proceso consiste cuando el producto a macerar y el disolvente poseen una diferencia en la variación de la temperatura, por lo tanto, existe una variación en las condiciones de temperatura. El tiempo que se desea macerar varía mucho con la maceración en frío debido a que se utiliza calor, esto produce un aceleramiento en el proceso, la desventaja es que no logra extraer todos los principios de activos termolábiles. El periodo de tiempo de extracción es corto y favorable (Alcantara, et al, 2019. pp.14-15).

#### *2.11.2.2 Maceración en frío*

Proceso por el cual se tiene que embeber el material vegetal a macerar en el recipiente con la mayor cantidad de solvente, que cubrirá en su totalidad lo que se desea macerar. Esto se lleva a cabo por un determinado tiempo y depende de la materia prima que se va a macerar, por lo cual se utilizan equipos simples con la mínima cantidad de energía requerida, se obtendrán los principios activos sin ninguna alteración ya que no se utiliza temperatura. Se necesita un periodo de tiempo más prolongado para lograr la extracción adecuada (Alcantara, et al, 2019. pp.14-15).

#### **2.11.3 Procedimiento Para El Desarrollo Del Screening Fitoquímico**

Para determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios de las hojas de, se realizan ensayos de coloración y precipitación que se detalla a continuación:

### 2.11.3.1 Alcaloides

Debido a la naturaleza que presentan los alcaloides que se llegan a combinar con metales pesados como el bismuto, el mercurio y el yodo, ocurren las siguientes reacciones:

- Reacción de precipitación con reactivo de Mayer

El reactivo de Mayer precipita la mayoría de los alcaloides en un medio ácido, lo que va a favorecer a la formación de precipitados cristalinos blancos. Cuando el yoduro de potasio reacciona con el cloruro de mercurio, forma un precipitado rojo de yoduro de mercurio, que puede disolverse en iones de yoduro en exceso para la formación de un anión compuesto incoloro.

- Reacción de precipitación con reactivo de Dragendorff

Este reactivo contiene yoduro de bismuto de potasio, en el que Bi (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> reacciona con ácido (HCL) y yoduro de potasio para formar un complejo naranja.

### 2.11.3.2 Glucósidos cardiotónicos

En la identificación de estos compuestos se realiza la prueba de Baljet para identificar las lactosas  $\alpha$ ,  $\beta$ = insaturadas, que se basa en la formación de complejos entre el ácido pícrico y las lactosas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  insaturadas, que aparecen de color rojo claro y oscuro.

### 2.11.3.3 Triterpenoides y esteroides

La identificación de estos metabolitos secundarios se realiza mediante la prueba de Liebermann-Burchard, que consiste en una reacción en la que el esteroide se oxida en presencia de ácido sulfúrico para la formación de una molécula con doble enlace. En la etapa inicial de esta prueba el grupo OH del esteroide se protona, perdiendo agua y obteniendo el carbocatión 3,5 colestadieno, que constituye la primera parte de la formación de color.

### 2.11.3.4 Taninos

La prueba de gelatina-sal implica en la observación del precipitado porque los taninos tienen la propiedad de reaccionar con las proteínas para formar compuestos insolubles.

#### *2.11.3.5 Fenoles*

Los fenoles son aquellos que reaccionan con el cloruro férrico para la producción de diferentes colores, dependiendo del compuesto con el que reaccionen. El gris-negro puede corresponder al catecol, pero si su color es azul-negro, puede estar presentes en el pirogalol. Esta prueba identifica compuestos fenólicos formando complejos de fenol.

#### *2.11.3.6 Flavonoides*

La identificación de estos metabolitos secundarios se realiza mediante la prueba de Shinoda (Zn / HCL) y Leucoantocianidinas. La primera es la reacción del magnesio en un medio ácido, que reduce los flavonoides y produce productos de color que van de rojo anaranjado a púrpura.

#### *2.11.3.7 Quinonas*

Se los identifica mediante la prueba de Borntranger, que se basa en la hidrolisis de enlaces glicosídicos y la oxidación de antrona y antranoles hasta antraquinona, formando un complejo rojo.

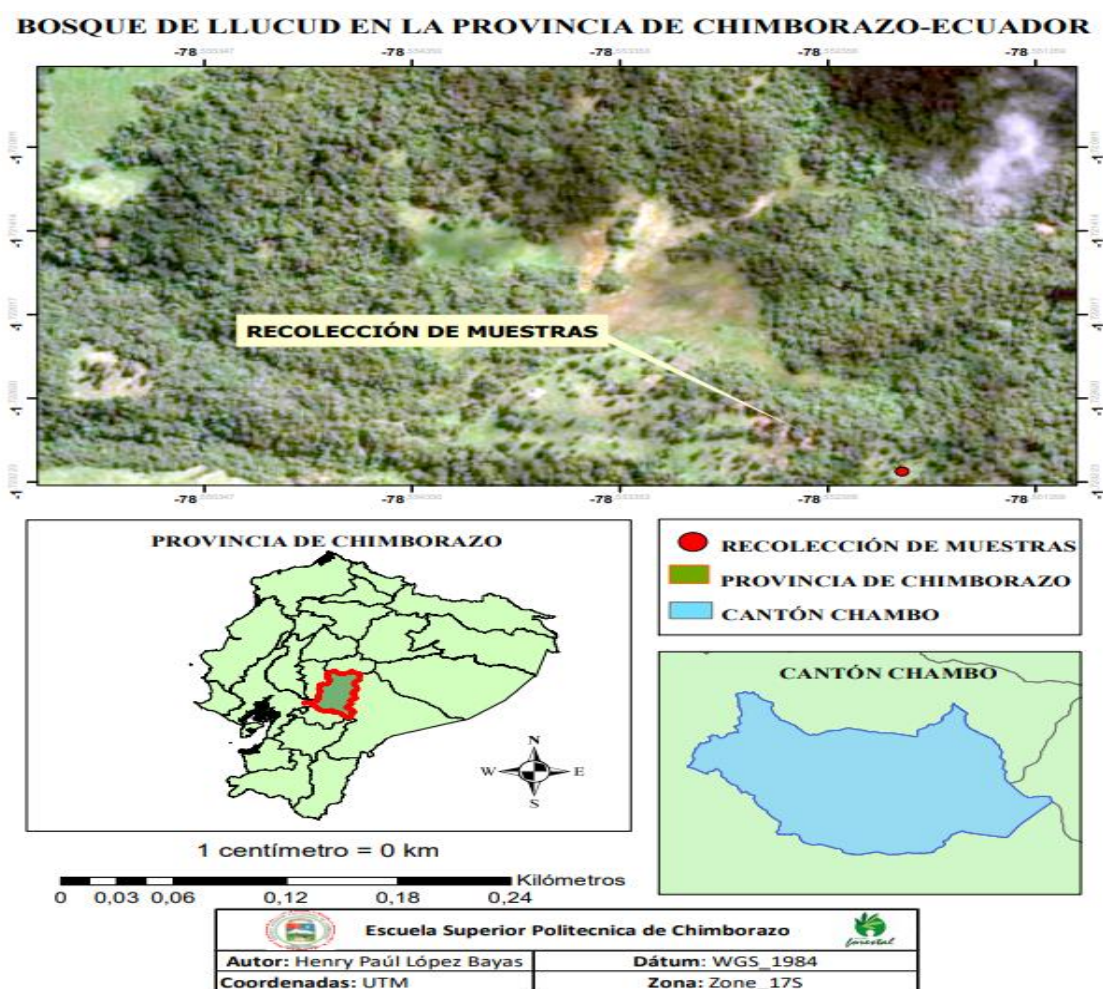
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO.

#### 3.1 Localización del sitio de investigación

La presente investigación se llevó a cabo a través de salidas de campo y posteriormente en el laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales y en el laboratorio de Productos Naturales en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo denominado extracción de metabolitos secundarios de interés fitoquímico con material vegetativo obtenido del Bosque de Lluclud en el Cantón Chambo Provincia Chimborazo.

##### 3.1.1 Ubicación geográfica



**Ilustración 3-3: Ubicación de la recolecta de muestras.**

Realizado por: López H, 2023.

**Región:** Sierra

**Coordenadas UTM**

**Este:** -78.555613

**Norte:** -1.723613

**Altitud:** 3313 msnm.

### **3.2 Tipo de Diseño Experimental**

El trabajo investigativo se llevó a cabo en dos fases de experimentación, la investigación es de tipo descriptiva porque describe las características taxonómicas de las especies forestales en estudio y cualitativa porque a través de reacciones químicas colorimétricas se determinó la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en las especies forestales. Por la naturaleza y los objetivos del presente trabajo no se obtendrán datos cuantitativos, sino criterios para identificar posibles propiedades en las especies forestales a través de la presencia de compuestos químicos responsables de acciones con potencial terapéutico en algunas especies. Se identificaron varias ramas fértiles (en etapa de floración), por lo cual se procedió a recolectar a las muestras botánicas de *Oreopanax ecuadorensis* Seem “Pumamaqui” y *Vallea stipularis* L.f., “Sacha Capulí” se etiquetó y prensó para conservarlas, la identificación se realizó por el curador responsable del herbario institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH-CHEP, se utilizaron herramientas virtuales como la página virtual del Herbario Institucional de la ESPOCH-CHEP, el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador y la página trópico.org.

#### **3.2.1 Identificación Taxonómica**

##### **3.2.1.1 Material vegetal de estudio:**

1. *Oreopanax ecuadorensis*
2. *Vallea stipularis*

Mediante el proceso de comparación de ejemplares botánicos debidamente identificados en el herbario institucional con muestras secas, convenientemente acondicionadas y ordenadas por su clasificación, se logró identificar el material vegetal de estudio.

### 3.2.1.2 *Recolección e identificación taxonómica de la muestra*

- Colecta
- Prensado y Secado
- Montaje
- Etiquetado
- Identificación

Una vez identificada la especie se continuó con la fase de recolección de los frutos y semillas de *Oreopanax ecuadorensis* “Pumamaqui” y *Vallea Stipularis*, “Sacha Capulí” en el bosque de Llucud del Cantón Chambo Provincia de Chimborazo.

Se tomó la muestra de la planta con las características que se necesita para la identificación en el herbario recolectando ejemplares representativos, con flores o frutos o ambos. Las muestras se colocan en una bolsa de papel y en una zona adecuada para trabajar, se anotaron los datos de la colecta, como la fecha, el lugar y el momento de la colecta.

La muestra se colocó en la prensa con mucho cuidado entre hojas de papel periódico, asegurándose que las hojas de la planta estén acomodadas en un sentido: Haz-envés, para poder observar la forma de las hojas de ambos lados. Se colocaron las muestras de la planta en la prensa. De esta manera se obtuvo el prensado de las muestras de la planta.

### 3.2.2 *Tamizaje Fitoquímico*

#### 3.2.2.1 *Material vegetal de estudio:*

- *Oreopanax ecuadorensis*
- *Vallea stipularis*

### 3.2.2.2 Método de extracción

Para la extracción e identificación de los metabolitos se realizó por maceración y se preparó tres tipos de extractos para cada muestra vegetal:

- Extracto Etéreo
- Extracto Alcohólico
- Extracto Acuoso

### 3.2.2.3 Ensayos cualitativos:

**Tabla 3-1:** Ensayos para los extractos (Etéreo, Alcohólico, Acuoso)

METABOLITOS SECUNDARIO	ENSAYOS	EXTRACTO ETEREO	EXTRACTO ALCOHOLICO	EXTRACTO ACUOSOS
Aceites y grasas	Ensayo de Sudan	x		
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff Ensayo de Mayer Ensayo de Wagner	x	x	x
Agrupamiento Lactónico/Cumarinas	Ensayo de Baljet	x	x	
Triterpenos-Esteroides	Ensayo de Libermann-Buchard	x	x	
Resinas	Ensayo de Resinas		x	
Fenoles y Taninos	Ensayo de $Cl_3Fe$		x	x
Saponinas	Ensayo de Espuma		x	x
Quinonas	Ensayo de Borntrager		x	
Flavonoides	Ensayo de Shinoda		x	x
Az. Reductores	Ensayo de Fehling		x	x
Antocianos	Ensayo de Antocianidinas		x	
Aminoácidos	Ensayo de Ninhidrina		x	
Catequinas	Ensayo de Catequinas		x	
Amargo y Astringente	Ensayo de Principios Amargos y Astringentes			x
Mucílagos	Ensayo de Mucílagos			x

Elaboración: Screening, Fitoquímico, 2023.

#### 3.2.2.4 *Procesamiento del material vegetal*

Limpieza de la muestra: Se procedió a selección las mejores hojas de las plantas *Oreopanax ecuadorensis* “Pumamaqui” y *Vallea stipularis*, “Sacha Capulí” teniendo en cuenta que se encuentran en excelentes condiciones físicas a simple vista. Las cuales son provenientes del Bosque de Lluçud del Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

Secado del material vegetal: Las muestras se las colocaron en una bandeja de aluminio y posteriormente introducidas en la estufa de aire recirculado a una temperatura de 70 °C durante 24 horas.

Molinada o pulverización del material vegetal: Después de ya secadas las muestras, fueron pulverizadas en un molino desfibrilador, conservándose en bolsas bien selladas hasta su utilización. Las muestras de 50g cada una, fueron almacenadas en bolsas, protegidas de la lluvia y el sol.



## Preparación de extractos vegetales

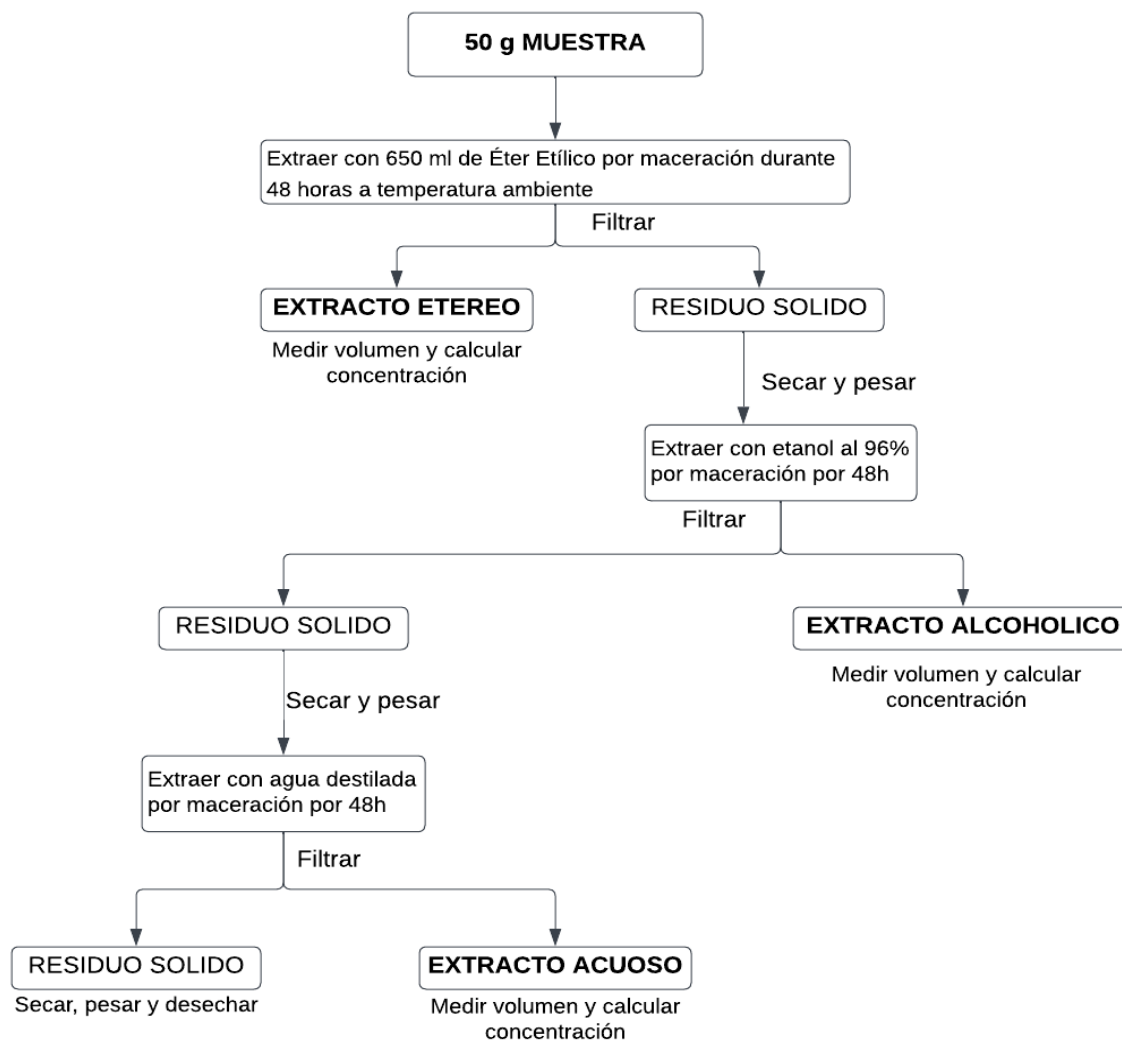
Los solventes orgánicos usados para la extracción de metabolitos secundarios fueron elegidos de acuerdo con:

- Polaridad de los compuestos a estudiar
- Poder disolvente
- Temperatura de ebullición
- Poder de penetración en las paredes celulares
- Miscibilidad con el agua.

Solventes utilizados:

- Éter etílico
- Etanol al 96%
- Agua

Una vez ya procesadas las muestras, secas y pulverizadas o los residuos de una extracción; es sometida a tres extracciones sucesivas según el procedimiento presentado para la preparación de extractos, a cada extracto I (etéreo), II (alcohólico) y III (acuoso), se mide el volumen obtenido y se calcula la concentración, esto es, gramos de sustancia extraídas por mL de extracto (g/mL). Para ello se tomó una alícuota de 5 mL en una cápsula previamente tapada, se evaporó la sequedad en baño de agua y se pesó.



**Ilustración 3-4:** Las Fases Generales y Especificas para el Tamizaje Fitoquímico

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.2.2.5 Descripción organoléptica del extracto

Para esta prueba se necesitó de 25ml de extracto se colocó en un vaso de precipitación de 50ml y se determinó las características sensoriales: color, olor, turbidez y aspecto.

### 3.2.2.6 Reacciones de Caracterización

Los criterios de valoración:

**Tabla 3-2:** Designación de concentración de metabolitos secundarios en *Vallea stipularis* y *Oreopanax ecuadorensis*.

VALORACIÓN	CONCENTRACIÓN (COLORACIÓN Y PRECIPITADO)
Presencia Abundante	Abundante (+++)
Presencia Moderada	Moderado (++)
Presencia Leve	Leve (+)
No hay presencia	Negativo (-)

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.3 Metodología:

#### Procedimiento

Las hojas de las plantas después de realizar el tratamiento respectivo fueron sometidas a tres extracciones sucesivas con los disolventes de polaridad creciente (éter, etanol y agua destilada), como se detallada a continuación:

- Se pesaron 50 g de la muestra obtenida y se colocó en un frasco ámbar junto con 650 ml de éter etílico, se llevó directo al Sonicador durante 45 min y posteriormente dejado en maceración a temperatura ambiente por 48 horas.
- Transcurrido el tiempo de la maceración se procedió a filtrar al vacío con papel filtro, el extracto etéreo fue transferido a un frasco ámbar etiquetado correctamente y el residuo procedió a secarse.
- Los residuos de las hojas después de ya secadas fueron sometidas a extracción añadiendo 500 ml de etanol al 96% dejando en el Sonicador por 45 min y después llevados a maceración por 48 horas.
- Seguidamente se filtró con papel filtro, el extracto alcohólico fue colocado en el frasco ámbar muy bien etiquetado y el residuo se secó.
- Luego se realizó la extracción acuosa del residuo ya una vez secó con una cantidad de 750 ml de agua destilada, el cual se dejó el residuo en maceración durante 48 horas.
- Por último, se filtró al vacío con papel filtro, el extracto acuoso que fue transferido al frasco ámbar muy bien etiquetado y el residuo se procedió a desechar.

- Todos los extractos (etéreo, alcohólico y acuoso) se dividió en fracciones para la realización cada técnica de identificación de metabolitos secundarios mediante los ensayos correspondientes de cada uno de los extractos ya que se caracterizan por ser sencillos y selectivos en la determinación de cada uno de los compuestos fitoquímicos que contienen la droga vegetal, los cuales son detallados:

#### 3.3.1.1 Prueba de aceites y grasas

**Ensayo de Sudan:** Por medio de este ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de compuestos grasos.

#### **Procedimiento:**

**Extracto Etéreo:** Se colocó 2 ml del extracto etéreo en el tubo de ensayo y se añadió 2 ml de la solución diluida en agua del colorante de Sudan III. Se evaporó el solvente en un baño de agua caliente o a baño maría.

**Resultado:** La presencia de compuestos grasos se considera positiva si se observa gotas o una película coloreada de rojo en el líquido o en las paredes del tubo de ensayo respectivamente.

#### 3.3.1.2 Prueba de agrupamiento lactónicos

**Ensayo de Baljet:** Por medio de este ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular Cumarinas.

#### **Procedimiento:**

**Extracto etéreo:** Se colocó 2 ml del extracto y se colocó en el tubo de ensayo. Posteriormente se procede a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo se re-disuelve en 2ml de alcohol etílico. Se procedió a adicionar 1 ml del reactivo de Baljet A y 1 ml del reactivo de Baljet B. Finalmente se agitó y se lo dejó reposar para así observar el resultado.

**Extracto Alcohólico:** En estas condiciones se adiciona 1 ml del reactivo de Baljet A y 1 ml del reactivo de Baljet B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para así observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo cuando aparecen;

Coloración rojiza (++)

Precipitado rojo (+++)

### 3.3.1.3 Prueba para alcaloides

**Ensayo de Dragendorff:** Mediante este ensayo se identifica en el extracto la presencia de Alcaloides.

#### **Procedimiento:**

**Extracto etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente, el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 1 ml de Dragendorff A y 1 ml de Dragendorff B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 2ml del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente, y el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 3 gotas de Dragendorff A y 3 gotas de Dragendorff B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto y se añade 1 gota de HCL concentrado se procedió a calentar y se dejó enfriar. Luego se añadió 1 ml de Dragendorff A y 1 ml de Dragendorff B. Se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo, si hay:

Opalescencia (+)

Turbidez definida (++)

Precipitado coposo (+++)

**Ensayo de Mayer:** En este ensayo se determina en el extracto la presencia de Alcaloides.

**Procedimiento:**

**Extracto Etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 1 ml de solución reactiva de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó una pizca de cloruro de sodio en polvo a continuación se agitó y filtro, se le añadió 3 gotas de la solución del reactivo de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto, luego se agregó 1 gota de HCL concentrado procediendo a calentar suavemente y dejando enfriar hasta llegar a la acidez, se añadieron 3 gotas de solución reactiva de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo es considerado positivo, si se observa:

Opalescencia (+)

Turbidez definida (++)

Precipitado coposo (+++)

**Ensayo de Wagner:** El ensayo permite detectar en el extracto la presencia de Alcaloides.

**Procedimiento:**

**Extracto Etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 1 ml de la solución reactiva de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% en agua. Posteriormente se adicionó 3 gotas de la solución de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto se añadió 1 gota de ácido clorhídrico concentrado, se procedió a calentar suavemente y se dejó enfriar hasta acidez a continuación se añadió 3 gotas de la solución de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo es considerado positivo, si se observa:

Opalescencia (+).

Turbidez definida (++)

Precipitado coposo (+++)

#### 3.3.1.4 Prueba para triterpenos

**Ensayo de Liebermann-Burchard:** Mediante este ensayo permite determinar en el extracto la presencia de Triterpenos y/o Esteroides, puesto que ambos grupos de productos poseen un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B en la posición 5 y 6.

#### **Procedimiento:**

**Extracto Etéreo:** Se tomó 2 ml del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de cloroformo, se adicionó un 1 ml de anhídrido acético y se mezcló. Se deslizó cuidadosamente por la pared del tubo de ensayo 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado (sin agitar). Finalmente se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Extracto Alcohólico:** Se tomo 2 ml del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 ml de cloroformo, se adicionó 1 ml de anhídrido acético y se mezcló. Se deslizó cuidadosamente por la pared del tubo de ensayo 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado (sin agitar). Finalmente se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se determina positivo si se observa un cambio rápido de coloración:

Rosado-azul (muy rápido).

Verde intenso-visible (aunque rápido).

Verde oscuro-negro-final de la reacción claro (++) , intenso (+++).

**Nota:** A veces el ensayo queda en dos fases o desarrollo de color. Muy pocas veces puede observarse el primer cambio. El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos.

**Importante:** Para realizar este ensayo no debe existir una gota de agua en el medio de la reacción ya que se encuentra con Ácido Sulfúrico y reacciona de forma violenta (puede ocurrir un accidente). La reacción de Liebermann-Burchard se emplea también para diferenciar estructuras esteroidales de los triterpenoides, las primeras producen coloración azul 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 pueden estar presentes en los extractos.

#### 3.3.1.5 Prueba de resinas

**Ensayo de Resinas:** Mediante este ensayo se identifica en el extracto la presencia de Resinas.

#### **Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** Se adiciono 2 ml del extracto alcohólico al tubo de ensayo, posteriormente se adicionó 10 ml de agua destilada y finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si se observa la aparición de un precipitado.

#### 3.3.1.6 Prueba de fenoles y tanino

**Ensayo del cloruro Férrico:** Este ensayo permite determinar en el extracto la presencia de compuestos Fenólicos y/o Taninos en un extracto vegetal.



**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo colocamos 2 ml del extracto alcohólico, posteriormente se adiciono 3 gotas de solución tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9% en agua). Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo es considerado positivo cuando existe un cambio de coloración e indica la presencia de los siguientes componentes que se detallan a continuación.

Coloración rojo-vino (compuestos fenólicos en general)

Coloración verde intensa (taninos del tipo pirocatecólicos)

Coloración azul (taninos del tipo pirogalotánicos)

**Nota:** Si el extracto de las hojas se realiza con alcohol, el ensayo determina tanto fenoles como taninos, Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos.

*3.3.1.7 Prueba para saponinas*

**Ensayo de la Espuma:** En este ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo Esteroidal como Triterpénica.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** En un tubo de ensayo se adicionó 2 ml del extracto alcohólico y se diluyó con 5 veces su volumen en agua destilada. Finalmente se agitó la mezcla vigorosamente durante 5 a 10 minutos. Finalmente se observó el resultado del ensayo.

**Extracto Acuoso:** En un tubo de ensayo se adicionó 2 ml del extracto acuoso y se diluyó con 5 veces su volumen en agua destilada. Finalmente se agitó la mezcla vigorosamente durante 5 a 10 minutos. Finalmente se observó el resultado del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si se observa espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos.

### 3.3.1.8 Prueba de quinonas

**Ensayo de Borntranger:** Este ensayo permite identificar en el extracto la presencia de Quininas.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** En un tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto alcohólico y se evaporó el solvente en baño de agua caliente. Luego el residuo se re-disolvió en 1 ml de cloroformo, se adicionó 1 ml de la solución reactiva de Borntranger (hidróxido de sodio al 5% en agua). Finalmente se agitó mezclando las fases y se dejó en reposo hasta su separación.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si la fase acuosa alcalina (superior) toma una coloración:

Rosada (++)

Roja (+++)

### 3.3.1.9 Prueba para flavonoides

**Ensayo de Shinoda:** Permite detectar en el extracto la presencia de flavonoides.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** En un tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto alcohólico se diluyó con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado junto con una pequeña muestra de cinta de magnesio metálico. En el transcurso de 5 minutos hasta que termine la reacción se añadió 1 ml de alcohol amílico, finalmente se mezcló y se dejó reposar hasta que se separen las fases. Observar los resultados del ensayo.

**Extracto Acuoso:** En un tubo de ensayo se añadió 2 ml del extracto acuoso se diluyó con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado junto con una pequeña muestra de cinta de magnesio metálico. En el transcurso de 5 minutos hasta que termine la reacción se añadió 1 ml de alcohol amílico, finalmente se mezcló y se dejó reposar hasta que se separen las fases. Observar los resultados del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se determina positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo (intensos en todos los casos)

#### 3.3.1.10 Prueba de azúcares reductores

**Ensayo de Fehling:** Permite reconocer en un extracto la presencia de Azúcares Reductores.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** Al colocar 2 ml del extracto alcohólico en un tubo de ensayo se debe evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolverse con 2 ml de agua destilada. Se adiciona 0.5 ml de la solución reactiva de Fehling A y 0.5 ml de la solución reactiva de Fehling B, agitar y se calienta en baño de agua de 5 a 10 minutos la mezcla. Observar los resultados del ensayo.

**Extracto Acuoso:** Al colocar 2 ml del extracto acuoso en un tubo de ensayo se adiciona 0.5 ml de la solución reactiva de Fehling A y 0.5 ml de la solución reactiva de Fehling B, agitar y se calienta en baño de agua de 5 a 10 minutos la mezcla. Observar los resultados del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo.

#### 3.3.1.11 Prueba de aminoácidos

**Ensayo de Ninhidrina:** Mediante este ensayo permite detectar en los extractos vegetales la presencia de Aminoácidos libres o de las Aminas en general.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** Se agregó 2 ml del extracto alcohólico en un tubo de ensayo y se mezcló con 2 ml de solución al 2% de Ninhidrina en agua. Finalmente, la mezcla se calentó 5 a 10 minutos en baño de agua caliente. Observar los resultados del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo cuando se observa un color azul-violáceo.

#### *3.3.1.12 Prueba para antocianos*

**Ensayo de Antocianidinas:** Permite reconocer en los extractos vegetales la presencia de estructuras C6C3C6 del grupo de los Flavonoides.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** Se agregó 2 ml del extracto alcohólico y se agregó al tubo de ensayo, se procedió a calentar durante 10 minutos junto con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado, se dejó enfriar y se adicionó 1 ml de agua destilada con 1 ml de alcohol amílico. Finalmente se agitó y se dejó en reposo hasta la separación de las dos fases. Observar los resultados del ensayo.

**Resultado:** El ensayo se determina positivo si se observa una coloración roja o marrón en la fase amílica.

#### *3.3.1.13 Prueba para catequinas*

**Ensayo de Catequinas:** El ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de Catequinas.

**Procedimiento:**

**Extracto Alcohólico:** Se adicionó una gota del extracto alcohólico con la ayuda de una pipeta y se aplicó la solución sobre el papel filtro y se agregó una gota de solución de carbonato de sodio sobre la mancha del extracto en el papel filtro. Finalmente se llevó el papel filtro al UV-VISIBLE a 366nm.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si se observa en el papel filtro la aparición de una mancha verde carmelita en la luz UV.

#### 3.3.1.14 Prueba de principios amargos y astringentes

**Ensayo de Principios Amargos y Astringentes:** El ensayo permite detectar en el extracto la presencia de principios Amargos y Astringente.

**Procedimiento:**

**Extracto Acuoso:** Para este ensayo se tomó una gota del extracto acuoso y se saboreó y se reconoce si el sabor de cada uno de estos principios, diferenciando al paladar de forma adecuada.

**Resultado:** El ensayo se considera positivo si en el paladar se siente lo amargo y astringente.

#### 3.3.1.15 Prueba para mucílagos

**Ensayo de Mucílagos:** Determina en el extracto vegetal la presencia de estructuras tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa que eleva la densidad del agua donde se extrae.

**Procedimiento:**

**Extracto Acuoso:** Para este ensayo se tomó una alícuota del extracto acuoso y se enfrió en agua a 0-5 °C.

**Resultado:** El ensayo se determina positivo si la solución presenta una consistencia gelatinosa.

**NOTA:**

La metodología utilizada en el procedimiento de la fase de laboratorio se realizó tanto para la una especie como para la otra de forma separada, es decir, que para cada muestra se trabajó de manera independiente.

Se realizó dos repeticiones del proceso de tamizaje para corroborar datos.

En la segunda repetición del tamizaje fitoquímico los ensayos se realizaron por duplicado.

### 3.3.2 *Materiales de campo*

**Tabla 1-3:** Descripción de los materiales e instrumentos de campo

CANTIDAD	MATERIALES E INSTRUMENTOS	MÉTODOS Y TÉCNICAS
15	Bolsas de papel	<b>METODOLOGÍA DEL TRATAMIENTO DE LA RECOLECCION DE LAS ESPECIES VEGETALES</b>
1	Masking	
1	Marcador	

Elaboración: Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.3.3 *Materiales y Equipo de laboratorio*

**Tabla 3-4:** Descripción de los materiales e instrumentos de laboratorio

CANTIDAD	MATERIALES E INSTRUMENTOS	MÉTODOS Y TÉCNICAS
1	Pinzas	<b>METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE LA ESPECIE VEGETAL TAMIZAJE FITOQUÍMICO</b>
5	Pipetas graduadas 1-2 y 10ml	
24	Tubos de ensayo	
1	Papel Filtro	
1	Reverbero	
1	Estufa	
2	Gradilla	
1	Vidrio de Reloj	
4	Cajas Petri	
2	Vaso de precipitación 100-250-500ml	
1	Agitador magnético	
1	Embudo Buchner	
1	Kitasatos 250	
6	Embaces Ámbar	
1	Pipeta Volumétrica	
1	Gotero	
1	Malla de asbesto	
1	Espátula	
1	Embudo simple	
1	Pera de succión	
1	Campana de extracción	
1	Bomba al Vacío	
1	Ultrasonido	
1	Lampara UHV	
1	Equipo de protección (Guantes, Gafas, Mandil)	

Elaboración: Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.3.4 Equipos de Laboratorio

**Tabla 3-5:** Equipos utilizados en la investigación.

CANTIDAD	EQUIPO	ANÁLISIS
1	Estufa de Secado y Esterilización.	<b>TRATAMIENTO DE LA ESPECIE VEGETAL</b>
1	Molino.	
1	Balanza Analítica Marca OHAUS	<b>TAMIZAJE FITOQUÍMICO</b>
1	Sorbona	
1	Sonicador Marca BRANSON 3510	
1	Bomba de vacío	
1	Espectro UV-VISIBLE	

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.3.5 Reactivos Químicos de Laboratorio

**Tabla 3-6:** Descripción de los reactivos químicos utilizados en la investigación.

CANTIDAD	REACTIVO QUÍMICO	ANÁLISIS
500 ml	Éter Etílico G.R. (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> )	<b>TAMIZAJE FITOQUÍMICO (ENSAYOS)</b>
3 ml	Alcohol Amílico (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O)	
2 ml	Ácido Clorhídrico (HCL)	
2 ml	Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	
3 ml	Cloroformo (CHCl <sub>3</sub> )	
3 ml	Anhídrido Acético (CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	
1 g	Cloruro de Sodio (NaCl)	
1 ml	Ácido clorhídrico (HCl) concentrado	
4 g	Cinta de Magnesio	
10 ml	Reactivo de Ninhidrina	
5 ml	Reactivo de Dragendorff A	
5 ml	Reactivo de Dragendorff B	
5 ml	Reactivo de Sudan III	
5 ml	Reactivo de Mayer	
5 ml	Reactivo de Wagner	
5 ml	Reactivo de Baljet A	
5 ml	Reactivo de Baljet B	
5 ml	Reactivo de Fehling A	
5 ml	Reactivo de Fehling B	
2 ml	Reactivo de Borntranger	
2 ml	Reactivo de Tricloruro Férrico (FeCl <sub>3</sub> ) al 5%	

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.

### 3.3.6 Materiales de oficina

**Tabla 3-7:** Materiales de Oficina

CANTIDAD	EQUIPO
1	Computadora
1	Hojas de papel bon
1	Lápiz
1	Libreta
1	Calculadora

**Elaboración:** Screening, Fitoquímico, 2023.



## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

Se logró la identificación de los diferentes metabolitos secundarios existentes en las hojas de la planta (*Vallea stipularis* y *Oreopanax ecuadorensis*) por medio de técnicas y métodos de análisis químico cualitativo no instrumental.

En la identificación se llevaron a cabo ensayos para identificar los metabolitos secundarios en los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de las hojas de la planta. En estos ensayos, se utilizó la observación de reacciones de coloración y precipitación como puntos de análisis para determinar la presencia o ausencia de diferentes compuestos químicos.

Los resultados obtenidos de la identificación de metabolitos secundarios se aprecian en las siguientes tablas.

#### 4.1.1 Resultados de la descripción organoléptica del extracto de Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y Sacha capulí (*Vallea stipularis*).

**Tabla 4-1:** Descripción de los extractos de *Oreopanax ecuadorensis*

PARÁMETROS	Pumamaqui ( <i>Oreopanax ecuadorensis</i> )		
	ETÉREO	ALCOHÓLICO	ACUOSO
Color	Verde Oscuro	Verde esmeralda	Verde brillante
Olor	Olor a Gasolina	Olor Fragante	Olor herbáceo
Turbidez	Si	Si	Si
Aspecto	Ligeramente Liquido	Liquido	Liquido

Realizado por: Screening, Fitoquímico, 2023.

**Tabla 4-2:** Descripción de los extractos de *Vallea stipularis*

PARÁMETROS	Sacha capulí ( <i>Vallea stipularis</i> )		
	ETÉREO	ALCOHÓLICO	ACUOSO
Color	Verde Oscuro	Verde brillante	Verde lima
Olor	Olor a fuerte	Olor Fragante	Olor dulce
Turbidez	Si	Si	Si
Aspecto	Ligeramente Liquido	Liquido	Liquido

Realizado por: Screening, Fitoquímico, 2023.

Se señalan que cada uno de los parámetros de calidad de los extractos de plantas pueden variar ampliamente según la especie analizada y no siempre tienen estándares de referencia establecidos para la comparación directa. Cada especie vegetal puede contener una diversidad única de metabolitos secundarios, lo que resulta en perfiles químicos específicos para cada extracto.

**Tabla 4-3:** Resultados del primer Tamizaje fitoquímico de las hojas de *Oreopanax ecuadorensis*.

TAMIZAJE FITOQUÍMICO				
METABOLITOS SECUNDARIO	ENSAYOS	EXTRACTOS		
		ETÉREO	ALCOHÓLICO	ACUOSO
Aceites y grasas	Ensayo de Sudan	-		
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff	+	++	++
	Ensayo de Mayer	+	+	-
	Ensayo de Wagner	++	+	+
Agrupamiento Lactónico/Cu marinas	Ensayo de Baljet	++	-	
Triterpenos-Esteroides	Ensayo de Libermann-Bucharl	+	+	
Resinas	Ensayo de Resinas		-	
Fenoles y Taninos	Ensayo de Cl <sub>3</sub> Fe		+	+
Saponinas	Ensayo de Espuma		++	++
Quinonas	Ensayo de Borntrager		++	
Flavonoides	Ensayo de Shinoda		+	+
Az. Reductores	Ensayo de Fehling		++	+
Antocianos	Ensayo de Antocianidinas		-	
Aminoácidos	Ensayo de Ninhidrina		-	
Catequinas	Ensayo de Catequinas		+	
Amargo y Astringente	Ensayo de Principios Amargos y Astringentes			Neutro
Mucílagos	Ensayo de Mucílagos			-

Legenda: Abundante (+++); Moderado (++); Leve (+); Nulo (-).

Realizado por: Screening, Fitoquímico, 2023.

#### **4.1.2 Resultados fitoquímicos de metabolitos secundarios en Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*).**

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado al extracto de (*Oreopanax ecuadorensis*), evidencia la presencia de componentes químicos. Del total de 17 ensayos realizados se obtuvieron 11 ensayos positivos presentes en el extracto Etéreo, Alcohólico y Acuoso.

Una vez establecido la literatura citada y realizadas las pruebas de este estudio fitoquímico de las hojas de la planta de Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), se observó que los compuestos más abundantes son: Alcaloides, Agrupamiento Lactónico/Cumarinas, Saponinas, Quinonas y Az, Reductores los cuales son detallados a continuación:

##### **4.1.2.1 Alcaloides**

En los ensayos realizados para los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de las hojas de la planta se logró evidenciar opalescencia y turbidez definida confirmando la presencia de alcaloides encontrados con una moderada (++) abundancia en la especie vegetal. Los alcaloides son compuestos químicos que se encuentran en una amplia variedad de familias vegetales y en diferentes partes de las plantas, como corteza, raíces, hojas, frutos y semillas. La presencia y cantidad de alcaloides en una especie vegetal específica pueden variar significativamente según la especie y el tipo de alcaloide en cuestión (Mirabal, 2022).

##### **4.1.2.2 Agrupamiento lactónico (Cumarinas)**

En los ensayos realizados en el extracto etéreo de las hojas de la planta se presentó un precipitado en la prueba de Baljet lo que confirma la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, entre ellos, las cumarinas son compuestos químicos que han demostrado tener una significativa actividad farmacológica y que han mostrado el potencial de coadyuvar en el tratamiento de diversas enfermedades y afecciones en seres humanos (Venancio, 2021).

##### **4.1.2.3 Saponinas**

Los resultados de los ensayos realizados en los extractos Alcohólico y Acuoso, donde se observó la formación de espuma abundante, indican la presencia de saponinas en estos extractos de las hojas de la planta. Las saponinas pueden ser de tipo esteroidal o triterpénico, y en ambos casos, su característica de formar espuma al agitar una solución acuosa confirma su presencia en los

extractos. La formación de espuma en soluciones acuosas que contienen saponinas se debe a su capacidad de disminuir la tensión superficial del agua. Las saponinas son compuestos tensioactivos naturales, lo que significa que tienen la capacidad de reducir la tensión superficial del agua y permitir que las burbujas de aire se atrapen y formen espuma (Tránsito, 2001).

#### 4.1.2.4 *Quinonas*

Los resultados del ensayo en el extracto alcohólico, donde se observó un color rosado en la fase acuosa alcalina, indican la posible presencia de quinonas en el extracto. La aparición de este color rosado en respuesta al medio alcalino sugiere la presencia moderadamente positiva de quinonas, que son compuestos químicos que pueden ser detectados mediante reacciones específicas. Las quinonas son compuestos aromáticos que pueden tener diversas propiedades y efectos en los sistemas biológicos y químicos. Algunas plantas que contienen quinonas pueden tener propiedades laxantes o purgantes, lo que significa que pueden influir en el tracto digestivo y tener efectos en la evacuación intestinal (Bedri, 2018).

#### 4.1.2.5 *Azúcares Reductores*

Al realizar la prueba de Fehling con los extractos alcohólico y acuoso de las hojas de la planta se observó la formación de un precipitado rojo, siendo un resultado positivo para estos tipos de compuestos debido a la mezcla del reactivo Fehling A (solución cúprica) con Fehling B (solución alcalina de tartrato sódico-potásico) en partes iguales. El ensayo de Fehling se da a conocer con el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído. Este se oxida a ácido y reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre (I), que forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de la reacción que se forma aldehído puede detectarse fácilmente, aunque tenga una pequeña cantidad. Es decir, si un azúcar reduce al reactivo de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se confirma que es un azúcar reductor. Los azúcares reductores son aquellos que tienen un grupo funcional aldehído o cetona libre y, por lo tanto, pueden reducir compuestos químicos como las sales cúpricas en ciertas condiciones. En este caso, se puede utilizar el hidróxido cúprico como agente oxidante y si está presente un azúcar reductor, como la glucosa, lactosa, fructosa o maltosa, puede provocar la reducción del ion cúprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ) a óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), lo que resulta en un cambio de color del compuesto. Sin embargo, es importante señalar que esta prueba detecta la presencia de azúcares reductores en general, pero no proporciona información sobre qué tipos específicos de azúcares están presentes en el extracto. Para una identificación más precisa y cuantificación de los azúcares, podrían requerirse métodos analíticos más avanzados (Santizo, 2004. p. 25).

**Tabla 4-4:** Resultados del Tamizaje fitoquímico de las hojas de *Vallea stipularis*

TAMIZAJE FITOQUÍMICO				
METABOLITOS SECUNDARIO	ENSAYOS	EXTRACTOS		
		ETÉREO	ALCOHÓLICO	ACUOSO
Aceites y grasas	Ensayo de Sudan	+		
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff	++	++	+
	Ensayo de Mayer	++	+	+
	Ensayo de Wagner	++	+	++
Agrupamiento Lactónico/Cumarinas	Ensayo de Baljet	++	+	
Triterpenos-Esteroides	Ensayo de Libermann-Bucharl	+	+	
Resinas	Ensayo de Resinas		-	
Fenoles y Taninos	Ensayo de Cl <sub>3</sub> Fe		+	+
Saponinas	Ensayo de Espuma		++	-
Quinonas	Ensayo de Borntrager		++	
Flavonoides	Ensayo de Shinoda		+	+
Az. Reductores	Ensayo de Fehling		++	++
Antocianos	Ensayo de Antocianidinas		+	
Aminoácidos	Ensayo de Ninhidrina		-	
Catequinas	Ensayo de Catequinas		+	
Amargo y Astringente	Ensayo de Principios Amargos y Astringentes			Amargo
Mucílagos	Ensayo de Mucílagos			-

**Leyenda:** Abundante (+++); Moderado (++); Leve (+); Nulo (-).

**Realizado por:** Screening, Fitoquímico, 2023.

#### 4.1.3 Resultados fitoquímicos de Sacha capulí (*Vallea stipularis*).

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado al extracto de (*Vallea stipularis*), evidencia la presencia de componentes químicos. Del total de 17 ensayos realizados se obtuvieron 13 ensayos positivos presentes en el extracto Etéreo, Alcohólico y Acuoso.

Una vez establecido la literatura citada y realizadas las pruebas de este estudio fitoquímico de las hojas de la planta de Sacha Capulí (*Vallea stipularis*), se observó que los compuestos más abundantes son: Aceites y grasas, Alcaloides, Agrupamiento Lactónico/Cumarinas, Saponinas, Quinonas y Az, Reductores los cuales son detallados a continuación:

#### 4.1.3.1 *Aceites y grasas*

En el ensayo realizado en el extracto etéreo para la identificación de aceites y grasas, se considera al ensayo positivo por la aparición de coloración y presencia de un precipitado rojo de forma leve. Afirmando la presencia de aceites y grasas en la planta.

#### 4.1.3.2 *Alcaloides*

En los ensayos realizados para los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de las hojas de la planta se logró identificar opalescencia, turbidez definida y precipitado confirmando la presencia de alcaloides, encontrándose de forma moderada y leve en la especie vegetal.

#### 4.1.3.3 *Agrupamientos lactónicos (Cumarinas)*

En los ensayos realizados en el extracto etéreo y alcohólico de las hojas de la planta presentó un precipitado rojo que se considera positivo, encontrándose de forma moderada y leve, por lo tanto, en la prueba de Baljet se confirma la presencia de compuestos de agrupamiento lactónico. Compuestos que se encuentran ampliamente repartidos en el reino vegetal.

#### 4.1.3.4 *Saponina*

Mediante la formación de espuma en el extracto alcohólico, se confirma la presencia de saponinas de forma moderada, por lo tanto, se considera al ensayo de espuma positivo para la identificación de saponinas. En el extracto alcohólico de las hojas de la planta presentó saponinas a contrario del extracto acuoso que dio una prueba negativa para la presencia de saponinas.

#### 4.1.3.5 *Quinonas*

En el ensayo realizado en el extracto alcohólico de las hojas de la planta se logró identificar la presencia de Quinonas de forma moderada presentando una coloración rosa. Se considera al ensayo de Borntranger positivo para la identificación se Quinonas.

#### 4.1.3.6 Azúcares Reductores

Al realizar la prueba de Fehling con los extractos alcohólico y acuoso de las hojas de la planta se observó la formación de un precipitado rojo, siendo un resultado positivo y presentándose de una forma moderada para estos tipos de compuestos debido a la mezcla del reactivo Fehling A (solución cúprica) con Fehling B (solución alcalina de tartrato sódico-potásico) en partes iguales. El ensayo de Fehling se da a conocer con el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído. Este se oxida a ácido y reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre (I), que forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de la reacción que se forma aldehído puede detectarse fácilmente, aunque tenga una pequeña cantidad. Es decir, si un azúcar reduce al reactivo de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se confirma que es un azúcar reductor.

#### 4.1.4 Metabolitos de interés fitoquímico

**Tabla 4-5:** Metabolitos secundarios presentes en *Oreopanax ecuadorensis*

<b>Pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>)</b>	Alcaloides
	Saponinas
	Quinonas

Realizado por: Screening, Fitoquímico, 2023.

**Tabla 4-6:** Metabolitos secundarios presentes en *Vallea stipularis*

<b>Sacha capulí (<i>Vallea stipularis</i>)</b>	Alcaloides
	Saponinas
	Quinonas

Realizado por: Screening, Fitoquímico, 2023.

#### 4.1.4.1 Descripción

Los alcaloides son compuestos químicos que derivan de aminoácidos y tienen una amplia gama de acciones fisiológicas, incluso en bajas dosis, algunos pueden tener efectos psicoactivos y se han utilizado históricamente para tratar problemas mentales y dolores de cabeza, entre otras afecciones. El hecho de que estas sustancias tengan propiedades bioactivas en el cuerpo humano ha despertado un gran interés en la industria farmacéutica y médica.

La observación de que los alcaloides están presentes en moderada abundancia en las plantas Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y Sacha capulí (*Vallea stipularis*) sugiere que estas especies pueden ser una fuente valiosa de compuestos bioactivos con potencial terapéutico. Estos alcaloides podrían ser considerados como posibles candidatos para el desarrollo de medicamentos o terapias en el futuro.

Es importante resaltar que, antes de su aplicación en la industria farmacéutica o la medicina, se requieren investigaciones más detalladas y rigurosas para determinar su eficacia, seguridad y posibles efectos secundarios. Los estudios futuros podrían explorar más a fondo las propiedades y beneficios específicos de estos alcaloides y su potencial contribución a la salud humana.

Las saponinas son glucósidos que pueden derivar tanto de esteroides como de triterpenoides, y su nombre proviene de sus propiedades jabonosas, ya que pueden formar espuma cuando se agitan en agua. Aunque las saponinas pueden ser tóxicas para los seres humanos en ciertas concentraciones, tienen un alto valor en diversas industrias, como la cosmetología, la industria alimentaria y la agricultura.

La observación de que las saponinas están presentes en moderada abundancia en las plantas Pumamaqui y Sacha capulí sugiere que estas especies podrían ser una fuente valiosa de saponinas con potencial en diversas aplicaciones industriales, como la formulación de productos cosméticos y otros. Las propiedades emulsionantes y tensioactivas de las saponinas las hacen útiles en la formulación de productos de limpieza y cuidado personal.



Es importante señalar que, antes de su aplicación en diversas industrias, se requiere una investigación más detallada para comprender sus propiedades específicas y sus aplicaciones potenciales. Los resultados de la presente investigación pueden servir como punto de partida para futuros estudios que exploren más a fondo el potencial de las saponinas de estas plantas en la industria cosmética y en otros campos.

Las quinonas son compuestos que se derivan de compuestos aromáticos y pueden ser fácilmente elaboradas a partir de estos. En las plantas, se caracterizan por su capacidad para conferir pigmentación quinónica, lo que significa que su color depende de la estructura química específica de la quinona. Las quinonas tienen diversos roles en las plantas, que incluyen funciones en la protección contra patógenos, la regulación de procesos de crecimiento y desarrollo, y la participación en vías metabólicas importantes.

La observación de que las quinonas están presentes en moderada abundancia en las plantas Pumamaqui y Sacha capulí sugiere que estas especies podrían ser fuentes potenciales de quinonas con un alto valor comercial en diversas industrias. Las quinonas se utilizan en la fabricación de productos como colorantes, antioxidantes y agentes de protección para diferentes aplicaciones industriales.

Los resultados de esta investigación, al lograr identificar la presencia de quinonas en estas plantas en cantidades significativas, ofrecen información valiosa para futuros estudios y aplicaciones comerciales. Sin embargo, es importante realizar estudios adicionales para caracterizar las propiedades específicas de estas quinonas y evaluar su potencial en diversas aplicaciones industriales.

## 4.2 Discusión

Los estudios que se realizaron respecto al análisis fitoquímico de los extractos ensayados por (Alcantara, 2019. p 24.) Dice que en (*Vallea stipularis*), mencionan que se lograron extraer alcaloides, compuestos polifenólicos y azúcares libres. En contraste, se pudo observar en la presente investigación la existencia de aceites y grasas, alcaloides, agrupamiento lactónico/cumarinas, saponinas, quinonas y az, reductores, por lo tanto, los metabolitos obtenidos por el autor mencionado fueron diferentes respecto a los ensayos realizados en la investigación de cada uno de los extractos.

Adicionalmente, se destaca el estudio desarrollado por (Amado, et al, 2016. p. 18) en la composición fitoquímica de la flora nativa, en (*Vallea stipularis*), entendido en las propiedades y potencialidades industriales, medicinales, artesanales, entre otros. Considerando que se determinó la presencia de los principales metabolitos secundarios como: alcaloides, saponinas, cumarinas, taninos y quinonas. Por lo tanto, en la presente investigación se logró obtener aceites y grasas, alcaloides, agrupamiento lactónico/cumarinas, saponinas, quinonas y az, reductores, por consiguiente, los metabolitos secundarios obtenidos por los autores mencionados fueron casi iguales respecto a los ensayos realizados en la presente investigación de cada uno de los extractos.

En lo que respecta al análisis fitoquímico del extracto obtenido por (González, 2016. p 38) de (*Oreopanax ecuadorensis*), se evidencia que se obtuvieron alcaloides, quinonas, triterpenos, az, reductores, saponinas y antocianidina. Por consiguiente, en la presente investigación se logró obtener compuestos en moderada cantidad como: alcaloides, agrupamiento lactónico/cumarinas, saponinas, quinonas y az, reductores, por lo tanto, se obtuvieron resultados similares encontrados en los diferentes ensayos realizados en cada uno de los extractos, como afirma el autor ya mencionado.

Por consiguiente, los resultados obtenidos no se pueden comparar ya que no hay suficiente información sobre estudios de tamizaje fitoquímico realizados a la especie (*Oreopanax ecuadorensis*).

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Se logro identificar las muestras de las especies forestales ya mencionadas a través de tres salidas de campo, posteriormente las cuales fueron llevadas al Herbario institucional, donde se validó el reconocimiento de las especies.

Mediante la metodología de tratamiento de la especie vegetal se obtuvo muestras puras de las hojas de la planta de (*Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis*) en óptimas condiciones para realizar la identificación de los diferentes compuestos químicos presentes en el extracto etéreo, alcohólico y acuoso.

En la identificación de los metabolitos secundarios de las hojas de las plantas se logró determinar la presencia de:

- Aceites y grasas: Se encontraron en bajas concentraciones y solo en el extracto etéreo.
- Alcaloides: Están presentes en moderadas concentraciones en los extractos etéreo, alcohólico y acuoso.
- Agrupamiento Lactónico/Cumarinas: Se encontraron en moderadas concentraciones en los extractos etéreo y alcohólico.
- Saponinas: Están presentes en moderadas cantidades en los extractos alcohólico y acuoso.
- Quinonas: Hubo presencia en forma moderada en el extracto alcohólico.
- Azúcares reductores: Se encontraron en concentraciones moderadas en los extractos alcohólico y acuoso.

Al comparar los resultados obtenidos del tamizaje fitoquímico respecto a otros análisis en diferentes extractos se encontró que la cantidad de alcaloides, saponinas, quinonas, agrupamiento lactónico/cumarinas y azúcares reductores presentes en las hojas de las plantas fue de moderada concentración, tanto en el extracto etéreo, alcohólico y acuoso. Lo que demuestra que los metabolitos secundarios identificados tienen un gran potencial en la industria de la farmacéutica, a partir de la extracción y aislamiento de los principios activos. Además de la industria de la farmacéutica pueden ser utilizados en la cosmética y la industria alimentaria, como referente para trabajos futuros. Los resultados de esta investigación sirven como una sólida base de referencia para futuros trabajos en diversas áreas industriales. La concentración moderada de estos metabolitos secundarios señala su potencial valor y la importancia de investigaciones adicionales para comprender mejor sus propiedades y aplicaciones específicas en estas industrias.

Se determinó que la mejor especie forestal que presenta mayor cantidad de metabolitos secundarios de interés fitoquímico fue *Vallea stipularis*, ya que presentó la más alta cantidad de estos metabolitos respectivamente.

En conclusión, esta investigación es relevante y pertinente, ya que busca explorar el potencial fitoquímico de las especies forestales, con implicaciones importantes en la conservación, desarrollo farmacológico y uso sostenible de estos recursos naturales. Los resultados obtenidos pueden contribuir al avance del conocimiento científico y tener un impacto positivo tanto en el ámbito académico como en la sociedad en general.

Se acepta la hipótesis alternante, donde al menos una de las especies forestales estudiadas tiene metabolitos secundarios de interés fitoquímico que se utilizó en la investigación, influyen los ensayos realizados para la identificación de metabolitos secundarios presentes en las plantas ya que si existen diferencias significativas.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda realizar nuevos estudios, a considerar que se encontraron Alcaloides en las especies forestales Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y Sacha Capulí (*Vallea stipularis*) en moderadas cantidades, se sugiere identificar, aislar, purificar y cuantificar este metabolito.

Los niveles de los metabolitos secundarios encontrados presentan un gran potencial para la realización de estudios mucho más amplios de estas especies forestales, debido a su variedad se podría considerar la comparación entre diferentes especies, destacando que no existe mucha información que permita conocer los beneficios a profundidad y los principios activos de estas especies.

Considerando los resultados obtenidos de la presente investigación respecto a los metabolitos secundarios tanto en Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y Sacha Capulí (*Vallea stipularis*), se recomienda prospectivamente realizar la caracterización de los componentes químicos, con el fin de establecer sus principios activos y sus futuras aplicaciones en las diferentes industrias.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALCANTARA, CESA, SANDIVAL, ESTEFANIA Y VEGAS, ISABEL.** Repositorio. Uma. “*PERFIL FITOQUÍMICO DE Vallea stipularis “CHUILLUR NATIVO” PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC*”. [En línea] 09 de Marzo de 2019. pp. 1-15. [Citado el: 10 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/261/25.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Vallea%20stipularis%20es%20una%20planta,el%20reumatismo%20y%20propiedades%20analgésicos>.

**ALCANTARA, CESAR, SANDIVAL, ESTEFANIA Y VEGAS, ISABEL.** Repositorio. Uma. “*PERFIL FITOQUÍMICO DE Vallea stipularis “CHUILLUR NATIVO” PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC*”. [En línea] 09 de Marzo de 2019. p. 9. [Citado el: 10 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/261/25.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Vallea%20stipularis%20es%20una%20planta,el%20reumatismo%20y%20propiedades%20analgésicos>.

**ALMEYDA , AUGUSTO.** Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Posgrado en Ciencias Biológicas. *ESTUDIO DE LA ACUMULACIÓN DE ÁCIDO BETULÍNICO Y URECHITOL A DURANTE EL*. [En línea] 2017, p. 7. [Citado el: 18 de Enero del 2023 de Enero de 2023.] Disponible en: [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/429/1/PCB\\_BT\\_M\\_Tesis\\_2017\\_Almeyda\\_Augusto.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/429/1/PCB_BT_M_Tesis_2017_Almeyda_Augusto.pdf).

**ANDRADE, ANA.** Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Metalurgia y Geográfica* . [En línea] 03 de Mayo de 2021. p. 23. [Citado el: 09 de Mayo de 2023.] Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16476/Andrade\\_oa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16476/Andrade_oa.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**BEDRI, PABLO.** Bedri Química-Orgánica. [En línea] 5 de Diciembre de 2018. [Citado el: 19 de Junio de 2023.] Disponible en: [https://www.bedri.es/Libreta\\_de\\_apuntes/Q/QU/Quinonas.htm](https://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/Q/QU/Quinonas.htm).

**CARCELÉN , DIANA.** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. *DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE LA SELENICEREUS MEGALANTHUS, PARA BRINDARLE UN VALOR.* [En línea] 20 de Abril de 2022, pp. 3-49. [Citado el: 19 de Enero del 2023 de Enero.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17564/1/156T0045.pdf>.

**CARCELÉN, DIANA.** DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE LA SELENICEREUS MEGALANTHUS, PARA BRINDARLE UN VALOR (Trabajo de Integración Curricular). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.* [En línea] 2022, p. 38. [Citado el: 19 Enero del 2023.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17564/1/156T0045.pdf>.

**JIMÉNEZ, PETIT ET AL.** Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. *COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CERAS CUTICULARES DEL FRUTO DE MANGIFERA INDICA L.* [En línea] 24 de Marzo de 2015. pp. 14-15. [Citado el: 17 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315095004.pdf>.

**LOZANO, PABLO.** ESPECIES FORESTALES ÁRBOREAS Y ARBUSTIVAS DE BOSQUES MONTANOS DEL ECUADOR. [En línea] 02 de Junio de 2015,pag: 23-24. [Citado el: 22 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

**MIRABAL, JUAN.** Infomed. *Medicina Natural.* [En línea] 2022. [Citado el: 19 de Junio de 2023.] Disponible en: <https://instituciones.sld.cu/medicinaturalssp/alcaloides/>.

**MONTIEL, KAREN.** Árboles y Palmas emblematicos de las américas. *Catie.* [En línea] 09 de Octubre de 2020, p.11. [Citado el: 27 de Mayo de 2023.] Disponible en: <https://iica.int/sites/default/files/2020-10/IICA-arboles%20y%20palmas%20emblemáticas%20de%20las%20Americas.pdf>.

**OCHOA, LASSNY Y SARMIENTO, ANDREA.** Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. *ESTUDIO FITOQUÍMICO DE LA ESPECIE VEGETAL Bucquetia glutinosa (L.f.) DC. (Melastomataceae) Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD BIOLÓGICA.* [En línea] 23 de Mayo de 2018. p. 21. [Citado el: 18 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/996/TESIS%202018-05-22.pdf;sequence=1>.

**PABLO, LOZANO.** ESPECIES FORESTALES ÁRBOREAS Y ARBUSTIVAS DE LOS BOSQUES MONTANOS DEL ECUADOR. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/>. [En línea] 2010, p. 45. [Citado el: 18 de Enero.] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

**QUINAPALLO, TATIANA.** ESPECIES FORESTALES ÁRBOREAS Y ARBUSTIVAS DE LOS BOSQUES MONTANOS DEL ECUADOR. *FLACSOANDES*. [En línea] 07 de Octubre de 2016, pp. 25-44. [Citado el: 12 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

**QUISPILO, JOHN.** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. *ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA*. [En línea] 21 de 09 de 2013, p. 15. [Citado el: 09 de Mayo de 2023.] Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/30>.

**SANTIZO, IVO.** IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. [En línea] 2004. p. 25. [Citado el: 19 de Junio de 2023.] Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2228.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2228.pdf).

**TAPIA, JOSELYN.** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. *EVALUACIÓN DE METODOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PUMAMAQUI*. [En línea] 25 de Noviembre de 2019, pag: 22-23. [Citado el: 22 de Abril de 2023.] Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6104/6/PC-000723.pdf>.

**TAPIA, JOSELYN.** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. *EVALUACIÓN DE METODOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PUMAMAQUI*. [En línea] 25 de Noviembre de 2019. p. 23. [Citado el: 22 de Abril de 2023.] Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6104/6/PC-000723.pdf>.



**TOLEDO, MILAN.** Estudio fitoquímico, evaluación de la actividad antioxidante. Trabajo de Titulación (Tesis). *UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS*. [En línea] 2015, p. 11. [Citado el: 18 de Enero del 2023.] Disponible en: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880050/estudio-fitoquimico-evaluacion-de-la-actividad-antioxidante-y-a\\_Ic6H4fX.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880050/estudio-fitoquimico-evaluacion-de-la-actividad-antioxidante-y-a_Ic6H4fX.pdf).

**TRÁNSITO, LUENGO.** ELSEVIER. *Offarm*. [En línea] 25 de Junio de 2001. [Citado el: 19 de Junio de 2023.] Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-saponosidos-13015492>.

**UGSIÑA, MARLENE.** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. *PROPAGACIÓN DE SACHA CAPULÍ (Vallea stipularis) L.f. UTILIZANDO CUATRO BIOESTIMULANTES EN TRES SUSTRATOS, BAJO INVERNADERO, EN EL VIVERO DEL CONSORCIO RÍO BLANCO, PARROQUIA QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA*. [En línea] 12 de Diciembre de 2012. pp. 2-25. [Citado el: 10 de Abril de 2023.] Disponible en: <file:///C:/Users/henpa/Downloads/33T0102.pdf>.

**UNIVERSIDAD DE GRANADA.** Productos Naturales: Tipos de Metabolitos. *Quiored*. [En línea] 2002-2004. [Citado el: 18 de Enero del 2023.] Disponible en: <https://www.ugr.es/~quiorred/pnatu/primario.htm>.

**VÁZQUEZ , OSCAR.** Aislamiento de metabolitos secundarios de la corteza de *Spondias purpurea* L. Tesis de Grado. *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*. [En línea] 2014, pp. 8-9. [Citado el: 18 de Enero del 2023.] Disponible en: [https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis\\_vazquez\\_cortes\\_oscar.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_vazquez_cortes_oscar.pdf).

**VÁZQUEZ, JOSÉ.** Liferder, Ciencia, Biología, Botánica Pumamaqui. *Liferder*. [En línea] 2019. [Citado el: 10 de Febrero del 2023] Disponible en: <https://www.liferder.com/pumamaqui-oreopanax/>.

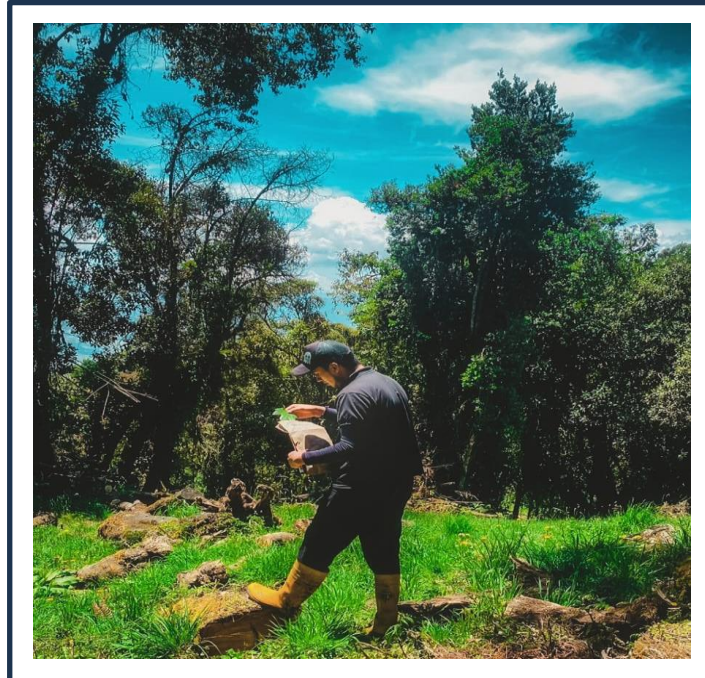
**VENANCIO, CARLOS.** INECOL, Instituto de Ecología. [En línea] 16 de Marzo de 2021. [Citado el: 19 de Junio de 2023.] Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1311-cumarinas-metabolitos-secundarios-de-amplia-actividad-en-plantas>.

**VILLARREAL, WILSON.** ANÁLISIS FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE *Clethra fimbriata* Kunth (CLETHRACEAE) A PARTIR DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE. <https://repository.javeriana.edu.co/>. [En línea] 2015, p. 6. [Citado el: 18 de Enero del 2023.] Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50026/Trabajo%20de%20grado%20Clethra%20fimbriata%20final%20cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

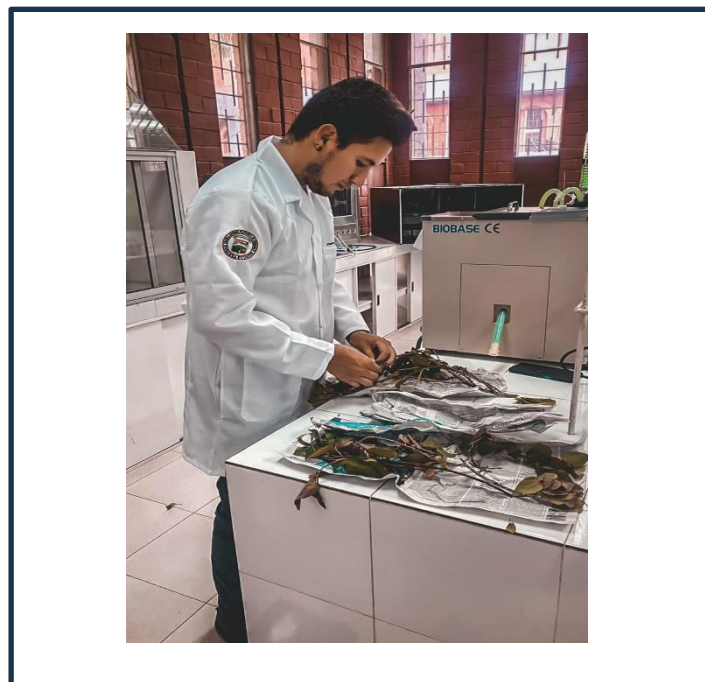


## ANEXOS

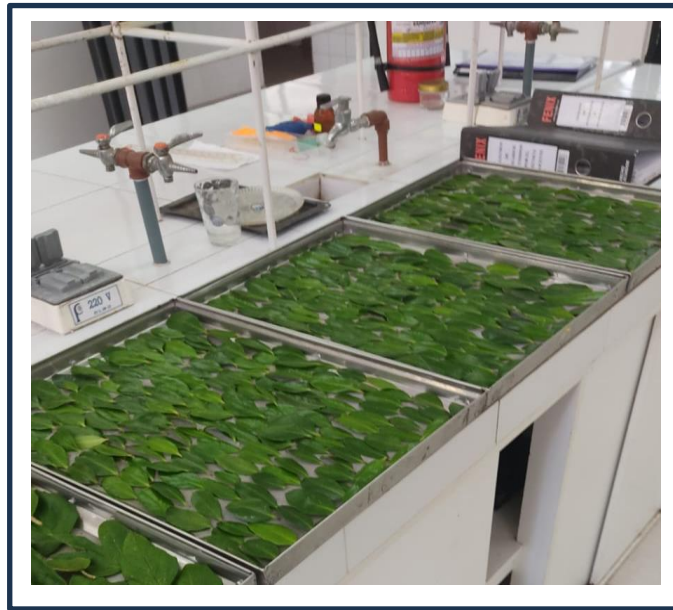
### ANEXO A: RECOLECCIÓN E IDENTIFICACION DE MUESTRAS DE LAS ESPECIES FORESTALES.



### ANEXO B: LIMPIEZA Y SELECCIÓN DE LAS MEJORES HOJAS.



**ANEXO C: PREPARACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA EL SECADO**



**ANEXO D: SECADO DE LAS MUESTRAS EN LA ESTUFA**



**ANEXO E: TRITURACIÓN DE LAS HOJAS.**



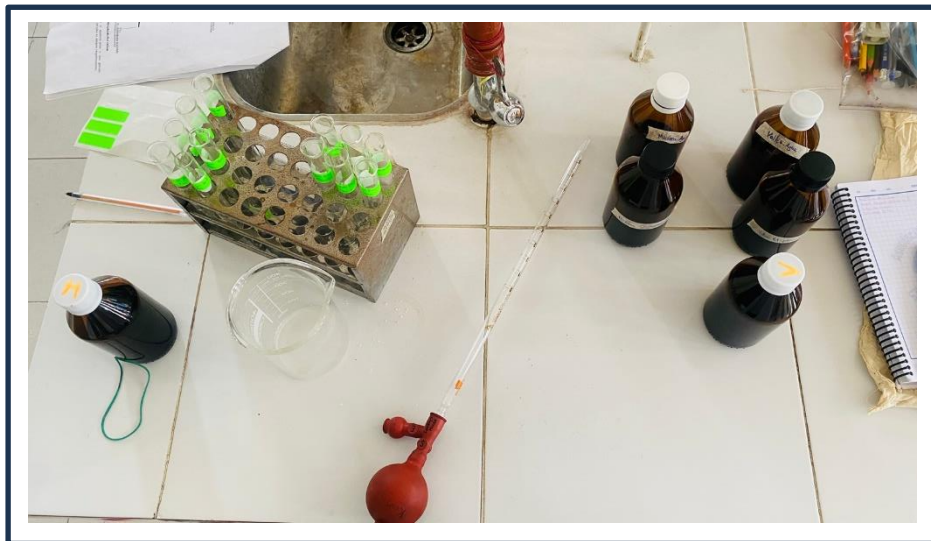
**ANEXO F: PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS.**



**ANEXO G: FILTRADO DE LOS EXTRACTOS.**



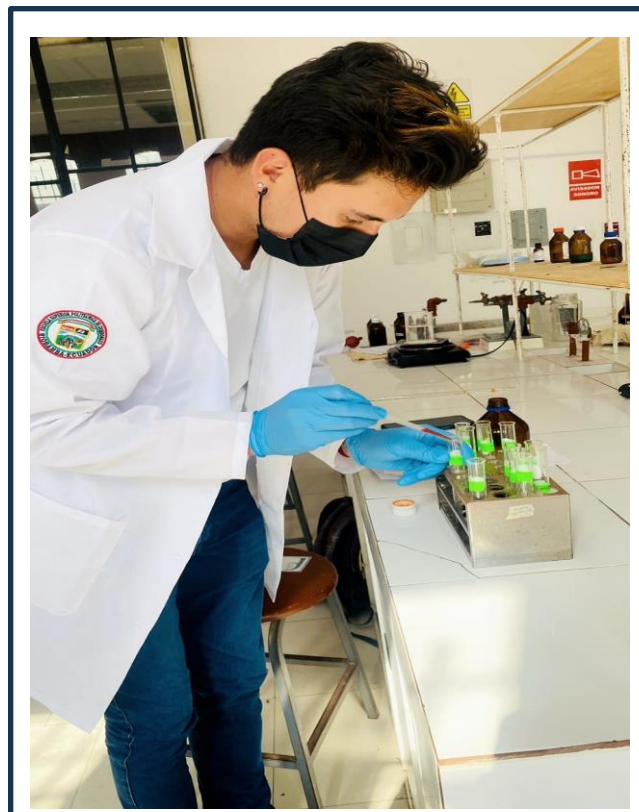
**ANEXO H: MATERIALES PARA EL TAMIZAJE FITOQUÍMICO**



## ANEXO I: TAMIZAJE FITOQUÍMICO



## ANEXO J: ENSAYOS FITOQUÍMICO



**ANEXO K: RESULTADOS DEL TAMIZAJE FITOQUÍMICO PARA LA IDENTIFICACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS.**









esPOCH

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: 15 /12 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Henry Paúl López Bayas
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Forestal
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

2115-DBRA-UPT-2023

