



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA EN BIOTECNOLOGÍA**

**HERBORIZACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DEL CAMPUS MARÍA  
AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE  
GUAYAQUIL Y VALIDACIÓN MEDICINAL DE UNA ESPECIE REPRESENTATIVA  
DEL BOSQUE SECO TROPICAL**

*Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Ingeniería en Biotecnología*

**AUTORES**

ANDREA NICOLE HELOU MARTINEZ  
DANIEL ALFREDO ESPIN BAYONA

**TUTOR**

JAIME ALBERTO NARANJO MORAN

Guayaquil -Ecuador

2023

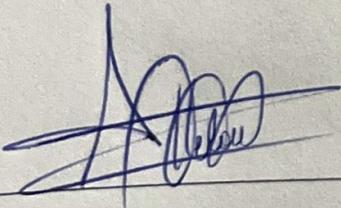
# CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Andrea Nicole Helou Martinez con documento de identificación N° 0928771526 y Daniel Alfredo Espin Bayona con documento de identificación N° 0926743303; manifestamos que:

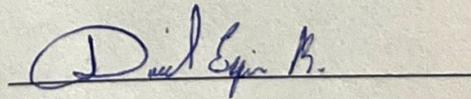
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 7 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Andrea Nicole Helou Martinez  
0928771526



Daniel Alfredo Espin Bayona  
0926743303

## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Andrea Nicole Helou Martinez con documento de identificación No. 0928771526 y Daniel Alfredo Espin Bayona con documento de identificación No. 0926743303, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto de investigación: **“HERBORIZACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL Y VALIDACIÓN MEDICINAL DE UNA ESPECIE REPRESENTATIVA DEL BOSQUE SECO TROPICAL”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero/a en Biotecnología*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

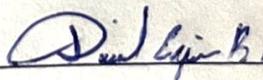
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Andrea Nicole Helou Martinez  
0928771526



Daniel Alfredo Espin Bayona  
0926743303

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jaime Alberto Naranjo Morán** con documento de identificación N° 0927155226, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“HERBORIZACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL Y VALIDACIÓN MEDICINAL DE UNA ESPECIE REPRESENTATIVA DEL BOSQUE SECO TROPICAL”**, realizado por Andrea Nicole Helou Martinez con documento de identificación N° 0928771526 y por Daniel Alfredo Espin Bayona con documento de identificación N° 0926743303, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto de investigación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Jaime Alberto Naranjo Morán

CI: 0927155226

## **Dedicatoria**

*A mi salvador Jesús de Nazaret, a mis padres, mis hermanos, mis abuelos maternos y paternos, y a todos quienes han influido a forjar mi carácter en mi camino académico y personal. Les dedico esta tesis como expresión de mi amor y gratitud. Su cariño, apoyo, consejos y guía han sido esenciales en mi éxito. También me dedico este logro, por perseverar con resiliencia ante todas las circunstancias de la vida.*

## **Agradecimiento**

*Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a esta tesis. Agradezco a mi tutor de tesis, profesores de laboratorio, amigos y familia por su apoyo y orientación. La culminación de esta etapa es resultado del esfuerzo, aprendizaje, risas, anécdotas, y de todo lo grande que se vendrá en el futuro. ¡God is Good all the time and all the time God is Good!*

*Andrea Helou.*

## **Dedicatoria**

*Esta tesis está dedicada a mi familia por haberme apoyado, a mi mamá, papá y hermano porque estaban siempre atentos conmigo por cómo iba en la universidad, a Dios porque, por alguna razón, me ayudo a elegir esta carrera cuando no sabía qué hacer en esos momentos y finalmente a mí mismo, porque siempre he sido capaz de realizar cosas grandes, y esto es solo el inicio de lo que espero algún día lograr.*

## **Agradecimiento**

*Agradezco a todos los que siempre confiaron en mí y me apoyaron en este camino, a mi padre por permitirme estudiar al inicio en esta carrera, a mi tía Sandra y tío Carlos por continuar ayudándome en los estudios, a mi mamá por siempre esperarme en las noches o estar ahí cuando me veía preocupado por la universidad, a los docentes por compartir su conocimiento y permitirme estar aquí, a los chicos D.F.M. por siempre estar ahí apoyándome y nunca dudar de mis capacidades, a los amigos que he hecho en el camino, a mi compañera de tesis por ayudar, confiar, subir el ánimo, distraer cuando todo se complicaba y apoyarme al elaborar este documento y a Dios por guiarme y ayudarme a terminar esta carrera.*

*Daniel Espin.*

## Resumen

En el contexto de la presente investigación, se aborda el estudio de la herborización de especies vegetales presentes en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicado en la sede Guayaquil. Además, se busca investigar tanto la biodiversidad vegetal como validar la actividad medicinal de una especie representativa perteneciente al ecosistema de Bosque Seco Tropical. La metodología de diseño se centra en la manipulación de la variable independiente para alcanzar los objetivos propuestos. El estudio se inició con una expedición botánica en el campus, durante la cual se recolectaron muestras de plantas de diferentes familias. Estas muestras se herborizaron y se incluyeron en un herbario de la sede, además de ser registradas en formato digital para futuras investigaciones y referencias. Esta fase del proyecto tenía como finalidad identificar y documentar la variada flora presente en el campus, muchas de las cuales aún no habían sido debidamente registradas. Posteriormente, se seleccionó una especie representativa del Bosque Seco Tropical presente en el campus para llevar a cabo la validación medicinal. Esta elección se basó en criterios cualitativos propuestos en base a la importancia de la especie y la presencia de metabolitos secundarios. Se recolectaron muestras de la planta y se realizaron análisis fitoquímicos para identificar compuestos bioactivos con posibles propiedades medicinales. Además de los análisis experimentales, se adoptó un enfoque etnobotánico que incluyó la consulta de fuentes tradicionales y bibliográficas, así como la realización de encuestas con la comunidad local para recopilar información sobre los usos medicinales tradicionales de la planta.

- Palabras claves: Herborización, biodiversidad vegetal, actividad medicinal, bosque seco tropical, análisis fitoquímicos, etnobotánica.

## **Abstract**

In the context of the present research, the study of the herborization of plant species found in the María Auxiliadora Campus of the ‘Universidad Politécnica Salesiana’, located in the Guayaquil Campus, is addressed. Additionally, it aims to investigate both the plant biodiversity and validate the medicinal activity of a representative species belonging to the Tropical Dry Forest ecosystem. The research design methodology focuses on the manipulation of the independent variable to achieve the proposed objectives. The study began with a botanical expedition on the campus, during which samples of plants from different families were collected. These samples were herborized and included in an herbarium at the headquarters, as well as being recorded in digital format for future research and references. The purpose of this phase of the project was to identify and document the diverse flora present on the campus, many of which had not yet been properly recorded. Subsequently, a representative species of the Tropical Dry Forest present on the campus was selected for medicinal validation. This choice was based on qualitative criteria proposed based on the importance of the species and the presence of secondary metabolites. Samples of the plant were collected, and phytochemical analyses were conducted to identify bioactive compounds with potential medicinal properties. In addition to experimental analyses, an ethnobotanical approach was adopted, including consultation of traditional and bibliographic sources, as well as conducting surveys with the local community to gather information on the traditional medicinal uses of the plant.

- Keys words: Herborization, plant biodiversity, medicinal activity, tropical dry forest, phytochemical analysis, ethnobotany.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>14</b>
Antecedentes.....	14
1.1. Introducción.....	14
1.2. Problema de investigación.....	15
1.3. Delimitación .....	15
1.4. Pregunta de investigación.....	16
1.5. Objetivos generales y específicos.....	17
1.5.1. Objetivo general.....	17
1.5.2. Objetivos específicos .....	17
1.6. Hipótesis .....	17
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>18</b>
Marco teórico.....	18
2.1. Bosque seco tropical.....	18
2.2. Colecciones de herbario.....	18
2.2.1. Herbario virtual .....	18
2.3. Técnica de extracción .....	19
2.4. Tamizaje fitoquímico.....	19
2.5. Metabolitos secundarios .....	19
2.5.1. Alcaloides .....	20
2.5.2. Saponinas .....	21
2.5.3. Lactonas sesquiterpénicas .....	21
2.5.4. Flavonoides .....	22
2.5.5. Cumarinas .....	23
2.5.6. Glucósidos cardiotónicos .....	23
2.6. Etnobotánica de plantas medicinales .....	23
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>25</b>
Materiales y métodos.....	25
3.1. Materiales .....	25
3.2. Metodología de investigación.....	25

3.3. Población y muestra.....	26
3.4. Variables.....	27
3.4.1. Variables dependientes .....	28
3.4.2. Variables independientes .....	29
3.4.3. Variables de control .....	29
3.5. Recogida de datos.....	29
3.5.1. Herramienta digital .....	30
3.5.2. Reconocimiento de especies y clasificación taxonómica .....	31
3.6. Protocolos .....	31
3.6.1. Herborización de especies vegetales.....	31
3.6.2. Preparación de las muestras para maceración.....	34
3.6.3. Método de extracción de metabolitos secundarios .....	35
3.6.4. Procedimiento de tamizaje fitoquímico .....	36
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>37</b>
Resultados y discusión.....	37
4.1. Colección virtual de las especies .....	37
4.2. Metabolitos secundarios bosque seco tropical.....	38
4.3. Selección de una especie etnobotánica medicinal .....	42
4.4. Validación medicinal .....	43
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>45</b>
Conclusiones y recomendaciones .....	45
5.1. Conclusiones.....	45
5.2. Recomendaciones .....	46
<b>Bibliografía .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen P01Her (Helou & Espín, 2023). .....	38
<b>Tabla 2.</b> Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen R01Her (Helou & Espín, 2023). .....	40
<b>Tabla 3.</b> Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen M01En (Helou & Espín, 2023). .....	41
<b>Tabla 4.</b> Criterios para la selección de especie con uso etnobotánico medicinal (Helou & Espín, 2023).....	42

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Flujograma del proceso de estudio (Helou & Espín, 2023).....	26
<b>Ilustración 2.</b> Especímenes vegetales de estudio (Helou & Espín, 2023). .....	27
<b>Ilustración 3.</b> Aplicación de herbario virtual (Helou & Espín, 2023).....	30
<b>Ilustración 4.</b> Gráfica de una especie vegetal emblemática del bosque seco tropical evaluada mediante parámetros cualitativos (Helou & Espín, 2023). .....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Materiales de herbario: colecta, herborización y almacenamiento (Helou & Espín, 2023) .....	50
<b>Anexo 2.</b> Materiales de laboratorio: tamizaje fitoquímico (Helou & Espín, 2023).....	55
<b>Anexo 3.</b> Tabla taxonómica de las especies recolectadas (Helou & Espín, 2023). ....	56
<b>Anexo 4.</b> Guías practicas 6 y 7 para tamizaje fitoquímico (Dugarte, 2016).....	61
<b>Anexo 5.</b> Guía práctica para extracción de metabolitos (Rodríguez Landa, 2020). ....	61
<b>Anexo 6.</b> Formato de etiqueta para plantas herborizadas (Helou & Espín, 2023).....	62
<b>Anexo 7.</b> Formato de tabla para anotaciones de resultados del tamizaje fitoquímico (Helou & Espín, 2023).....	62
<b>Anexo 8.</b> Formato de encuestas semiestructuradas para validación de reconocimiento de especímenes (Helou & Espín, 2023). ....	64

## **Capítulo 1**

### **Antecedentes**

#### **1.1. Introducción**

Los bosques secos tropicales son ecosistemas que albergan una gran variedad de especies vegetales, de las cuales muchas no se han estudiado sus usos medicinales ni farmacológico. Sin embargo, estos bosques han sido blanco de la deforestación; además de la degradación de su suelo, se pone en riesgo su conservación y aprovechamiento sostenible. Por ende, se deben realizar estudios que permitirán conocer y valorar la riqueza que existe en estos ecosistemas, así como los beneficios para la salud humana (Rosete Blandariz et al., 2019).

La herborización es un proceso que consta de varios pasos como la recolección, preservación y documentación de muestras botánicas. Desempeñan un papel fundamental en la investigación de la diversidad y conservación de las especies. En el caso del Campus María Auxiliadora, la herborización será un instrumento esencial para catalogar y caracterizar las especies presentes en el área, lo que permitirá tener un registro de las mismas, dando paso a su conservación, así como estudios de su potencial medicinal (Ing. Sonia Monroy Martínez, 2019).

Este trabajo presenta el resultado de la herborización de las especies vegetales del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, el cual se encuentra ubicado en una zona de influencia del bosque seco tropical. En adición, se realiza la validación medicinal de una especie por medio de un tamizaje fitoquímico. El cual evaluará los metabolitos secundarios presentes en las especies potenciales, además de saber los efectos biológicos de los

mismos. El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento y valoración del patrimonio natural de la región, así como su conservación y estudio de los recursos vegetales.

## **1.2. Problema de investigación**

El conocimiento de las especies vegetales y la biodiversidad del bosque seco tropical son esenciales para entender, comprender la flora local y potenciar el valor medicinal de las mismas. El Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana en Guayaquil contiene un fragmento de este ecosistema remanente del bosque seco tropical, de esta manera existe una oportunidad única para la investigación y validación botánica de especies con propiedades medicinales. Sin embargo, la falta de documentación plantea una amenaza a los especímenes pudiendo generar pérdidas de especies endémicas para su validación científica, e incluso propone un desafío integral significativo en contexto académico y ecológico.

La flora de los bosques secos tropicales han sido utilizados de forma medicinal durante varias generaciones, por lo cual se realizará una validación medicinal de estas plantas, para respaldar su uso seguro y eficaz para las dolencias del ser humano. La falta de investigaciones científicas puede limitar la aceptación médica y aplicación práctica de estos conocimientos tradicionales.

## **1.3. Delimitación**

Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana Campus María Auxiliadora km 19 vía a La Costa.

Se delimitará a todo lo que corresponde al área del Campus María Auxiliadora como ubicación de toma de muestras para el trabajo experimental.

El estudio estará enfocado a especies propias del bosque seco tropical, pues bien, las especies encontradas son parte del entorno natural área que pertenece el Campus María Auxiliadora. Se buscará la validación medicinal de una especie representativa del bosque seco tropical encontrada dentro del área del campus.

Se utilizará como método de validación de sus propiedades medicinales mediante un tamizaje fitoquímico. Los recursos para la investigación y validación son proveídos por la Universidad Politécnica Salesiana, dentro del proyecto denominado “Caracterización de la biodiversidad y etnobotánica de las especies vegetales ubicadas en el campus María Auxiliadora”, quienes proporcionaron uso de sus laboratorios para realizar la validación mediante la curación de especies vegetales al utilizar aplicaciones digitales, catálogos botánicos y repositorios digitales.

Los resultados de esta investigación servirán para futuras referencias del bosque seco tropical y las propiedades medicinales como una línea base de estudios futuros para el desarrollo biotecnológico de la flora presente en la costa de Ecuador.

#### **1.4. Pregunta de investigación**

¿Qué especies vegetales se encuentran en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y qué propiedades medicinales tiene una especie representativa del bosque seco tropical?

## **1.5. Objetivos generales y específicos**

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

Herborizar las especies vegetales del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil previo a la validación medicinal de una especie representativa del bosque seco tropical.

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

- Usar una herramienta digital para el registro, identificación y clasificación taxonómica de las especies vegetales encontradas en el campus.
- Determinar los metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico con extractos hexanólicos y metanólicos en tres especies vegetales pertenecientes a familias diferentes del bosque seco tropical.
- Seleccionar una especie con uso etnobotánico medicinal en base a parámetros cualitativos para impulsar sus potencialidades biotecnológicas.

## **1.6. Hipótesis**

Se espera que en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil se identifiquen al menos 20 especies vegetales diferentes y que una especie representativa del bosque seco tropical tenga potencial medicinal.

## Capítulo 2

### Marco teórico

#### 2.1. Bosque seco tropical

El remanente de bosque seco tropical posee un clima que es caracterizado por una estación lluviosa y una seca que van desde enero a mayo y de junio a diciembre respectivamente (Székely et al., 2016).

Las especies vegetales presentes en estos bosques suelen perder sus hojas por estaciones, cuentan con una gran diversidad biológica y son frágiles. Debido a las actividades antropogénicas, los bosques siempre están amenazados a una pérdida de su composición y estructura original (Huila et al., 2023).

#### 2.2. Colecciones de herbario

Un herbario es una colección de plantas que se han secado y guardado con cuidado, junto con información sobre su origen y características. Estas plantas son evidencia de la diversidad vegetal en diferentes lugares y momentos. Un herbario bien organizado y normalizado es útil para aprender, investigar, enseñar sobre la clasificación y el estudio de las plantas. Además, el término herbario se refiere al lugar donde se almacenan las plantas (Amanda S. Gallinat, 2018).

##### 2.2.1. *Herbario virtual*

Implica la utilización de una página web o una aplicación digital para registrar las especies y la información pertinente que se recopilaría en un herbario físico, con la particularidad de que esta información se almacenaría de forma digital. Además de fomentar la pedagogía interactiva,

esta iniciativa ofrece la ventaja de brindar un acceso inmediato a la información desde cualquier lugar, lo que simplifica la consulta y la colaboración en la compartición de datos entre estudiantes, científicos, o investigadores (Lizett V. Cáceres Bolaños, 2021).

### **2.3. Técnica de extracción**

- **Maceración:** Este proceso consiste en poner en contacto el material biológico seco en polvo con un líquido de naturaleza general, como el agua o alcoholes alifáticos de hasta tres carbonos, durante un tiempo determinado (Duarte-Trujillo et al., 2019).
- **Limpiador ultrasónico digital:** Se utiliza para aislar compuestos. La extracción se mejora debido al colapso de burbujas formadoras de cavitación en las paredes celulares. La tasa de extracción puede mejorar dependiendo del tiempo e intensidad del ultrasonido (Corona-Jiménez et al., 2016).

### **2.4. Tamizaje fitoquímico**

El tamizaje fitoquímico se basa en la identificación de metabolitos secundarios presentes en los extractos de productos naturales por medio de solventes como agua, acetona, alcohol, cloroformo y éter, a través de reacciones y análisis químicos. Estos análisis químicos consisten en reacciones de coloración, las cuales son sensibles y reproducibles a bajo costo. Los valores derivados de estos resultados se registrarán como positivos (+) o negativos (-) en función de la detección o no de metabolitos (Pujol et al., 2020).

### **2.5. Metabolitos secundarios**

Los metabolitos secundarios son compuestos que fueron derivados después de la biosíntesis del metabolismo primario del carbono en las plantas. Estos compuestos no tienen importancia, pero

tienen un papel ecológico, dado que sirven como mecanismo de defensa contra sus depredadores como herbívoros, virus, bacterias y hongos (Hernández-Alvarado et al., 2017).

Otros metabolitos secundarios tienen funciones fisiológicas, tales como las pectinas o alcaloides, que sirven para transportar compuestos de almacenamiento, mientras tanto otros compuestos como los flavonoides, protegen a las plantas de los rayos ultravioletas del sol. A diferencia de los metabolitos primarios, los metabolitos secundarios se sintetizan en pequeñas cantidades y no en todas las plantas, las cantidades y tipo de metabolito secundario suelen estar determinadas por la familia, género o especie de una planta (Hernández-Alvarado et al., 2017).

### ***2.5.1. Alcaloides***

Un tipo de sustancia orgánica que contiene nitrógeno y que es producida por algunas plantas se llama alcaloide. Estas sustancias tienen efectos variados sobre el organismo, y son la base de drogas como la morfina y la cocaína (Pérez Porto, et al., 2015).

Un alcaloide es un compuesto que tiene nitrógeno que viene del metabolismo de un aminoácido. Si su origen es diferente, se llaman pseudoalcaloides (Pérez Porto, et al., 2015).

El reactivo Mayer se usa para la identificación no específica de alcaloides. La mayoría de los alcaloides dan un precipitado blanco o amarillo claro, amorfo o cristalino (Barrera et al., 2014).

En la prueba de Dragendorff, la existencia de alcaloides se comprueba por la aparición de un precipitado naranja rojizo al agregar este reactivo a una solución ácida de alcaloides (Barrera et al., 2014).

### **2.5.2. Saponinas**

Es un tipo de compuestos glicosídico que en su mayoría cuenta con la fórmula (C<sub>n</sub>H<sub>2n-8</sub>O<sub>10</sub>) y pueden tener un esqueleto de tres o cuatro anillos de carbono. Las saponinas tienen diferentes efectos biológicos, como antibacteriano, antioxidante, antiinflamatorio, hemolítico, anticancerígeno (Davila et al., 2018).

Se realiza una prueba de espuma donde la cantidad de espuma generada en el momento de la reacción confirmara la presencia de saponinas (Mena Valdés et al., 2015).

### **2.5.3. Lactonas sesquiterpénicas**

Están constituidas por un esqueleto de 15 carbonos, las cuales suelen ser cíclicas y tienen como característica la presencia de una  $\gamma$ -lactona unida a un grupo exometileno (Martino & Sülsen, 2019).

Cuentan con una gran variedad de actividades biológicas como antibacteriana, antiinflamatoria, antitumoral, antiviral, antiparasitaria con efectos sobre el sistema vascular y nervioso. Las modificaciones químicas hechas en su estructura han mejorado sus actividades biológicas y han reducido sus efectos tóxicos (Martino & Sülsen, 2019).

Se realiza una prueba de Baljet para confirmación de Lactonas sesquiterpénicas, tomara una coloración naranja o rojo en caso de existir alguna (García, 2019).

#### **2.5.4. Flavonoides**

Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que producen casi todas las plantas vasculares. Esta gran familia de sustancias ha existido en la naturaleza por más de mil millones de años, por lo que han interactuado con el desarrollo de muchos organismos. Los flavonoides tienen un papel sustancial en la naturaleza puesto que se ha mantenido en las plantas vasculares a través de la evolución. Esta relación entre las plantas que producen flavonoides, las diferentes especies animales y otros organismos, se puede explicar la variedad extraordinaria de actividades bioquímicas y farmacológicas. En el hombre y otros mamíferos, se demuestran resultados de la coexistencia o coevolución de ambos reinos sobre el uso de los metabolitos para los tratamientos terapéuticos (Estrada-Reyes et al., 2012), en las plantas y alimentos la mayoría de los compuestos se encuentran como flavonoides (salvo las catequinas) o  $\beta$ -glicósidos (Estrada-Reyes et al., 2012).

La prueba de ácido sulfúrico concentrado determinará la presencia de flavonoides, cada coloración determinará el tipo de flavonoide que contiene. Las siguientes coloraciones son: amarillo intenso (flavonas y flavonoles), anaranjado o guinda (flavononas) y rojo guinda o rojo azulado (calconas o auronas) (Escalona et al., 2002).

El ensayo de Shinoda permite detectar la existencia de flavonoides en un extracto vegetal. El ensayo es positivo cuando se tiñe de amarillo, naranja, carmelita o rojo, fuertes en todos los casos (Vásquez, 2015).

### **2.5.5. Cumarinas**

Las cumarinas son lactonas insaturadas con un átomo de oxígeno, que forman una clase de compuestos orgánicos del tipo C<sub>6</sub>C<sub>3</sub>, cuyo heteronúcleo se llama benzo 2-pirona o benzo  $\alpha$ pirona y su formación es esencial en la síntesis de ciclación de toda cumarina.

Estas moléculas tienen una gran diversidad estructural y muchas propiedades farmacológicas relacionadas con dicho anillo, como: antibacterianas, antiinflamatorias, antiespasmódicas, antivirales, antihelmínticas, antioxidantes, o inhibidoras enzimáticas (Herrera-Fuentes et., 2017).

Se utiliza la reacción de Emerson que se relaciona con el cambio de coloración a amarillo-violeta en presencia de cumarinas (Rodríguez et al., 2020).

También se utiliza la prueba de KOH para presencia de cumarinas, la coloración es de color fuerte a tenue (rojo a amarillo) (Rodríguez et al., 2020).

### **2.5.6. Glucósidos cardiotónicos**

Grupo que pertenecen varios principios activos que actúan sobre el musculo cardiaco, por lo tanto, ejercen acción terapéutica en la insuficiencia cardiaca congestiva o alguna alteración del ritmo cardiaco.

## **2.6. Etnobotánica de plantas medicinales**

La etnobotánica busca rescatar el conocimiento botánico tradicional, especialmente relacionado con el uso de la flora, lo que es importante ya que un gran porcentaje de la población

mundial, en particular en países en desarrollo. Las plantas medicinales contribuyen en el sistema de salud de comunidades locales, pues bien son usadas por la mayoría de las poblaciones rurales (Zambrano-Intriago et al., 2015).

En Ecuador, los estudios de plantas medicinales y etnobotánica se han enfocado en la región Sierra y en la Amazonía. Estos estudios consisten en la enumeración de las plantas que conoce y usa la población local; además de la descripción de los sistemas de salud tradicional en las comunidades indígenas. Para la región costa, no existen muchos estudios etnobotánicos realizados en comunidades campesinas que han establecido el uso de plantas medicinales dentro de su cultura (Zambrano-Intriago et al., 2015).

## **Capítulo 3**

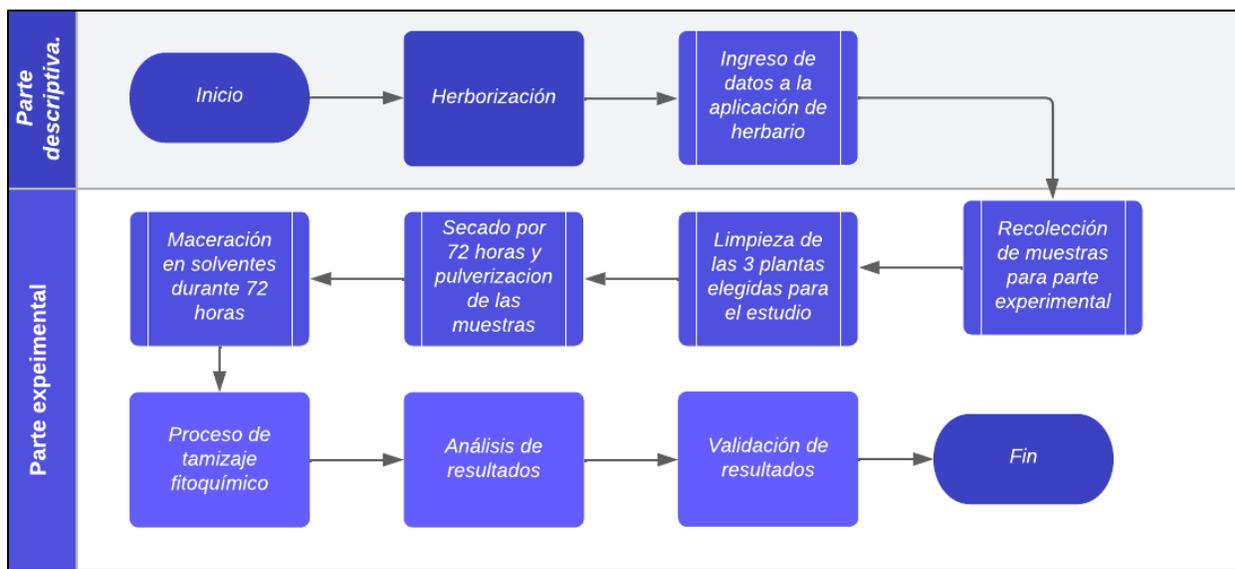
### **Materiales y métodos**

#### **3.1. Materiales**

Se emplearon diversos materiales esenciales tanto en el herbario físico como en el laboratorio para llevar a cabo eficazmente las distintas tareas que se detallan en los siguientes procesos de metodología. En el anexo 1, se puede consultar la lista de materiales utilizados en el proceso de herborización; así como la lista de materiales, equipos y reactivos necesarios para la segunda fase del estudio en laboratorio (anexo 2).

#### **3.2. Metodología de investigación**

El tipo de investigación de esta tesis adopta un enfoque descriptivo y experimental, donde en la fase descriptiva, se identifican al mismo tiempo que se clasifican las especies vegetales recolectadas dentro del Campus María Auxiliadora; documentando su taxonomía y usos etnobotánicos medicinales. La fase experimental involucra la evaluación de los metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico para evidenciar un criterio de discriminación de las especies vegetales representativas del bosque seco tropical con enfoque medicinal. Esta elección debe determinar la posibilidad de uso medicinal según los metabolitos encontrados de nuestras variables independientes. Se manipula la variable independiente mediante la recolección y herborización de especies vegetales del Campus María Auxiliadora.

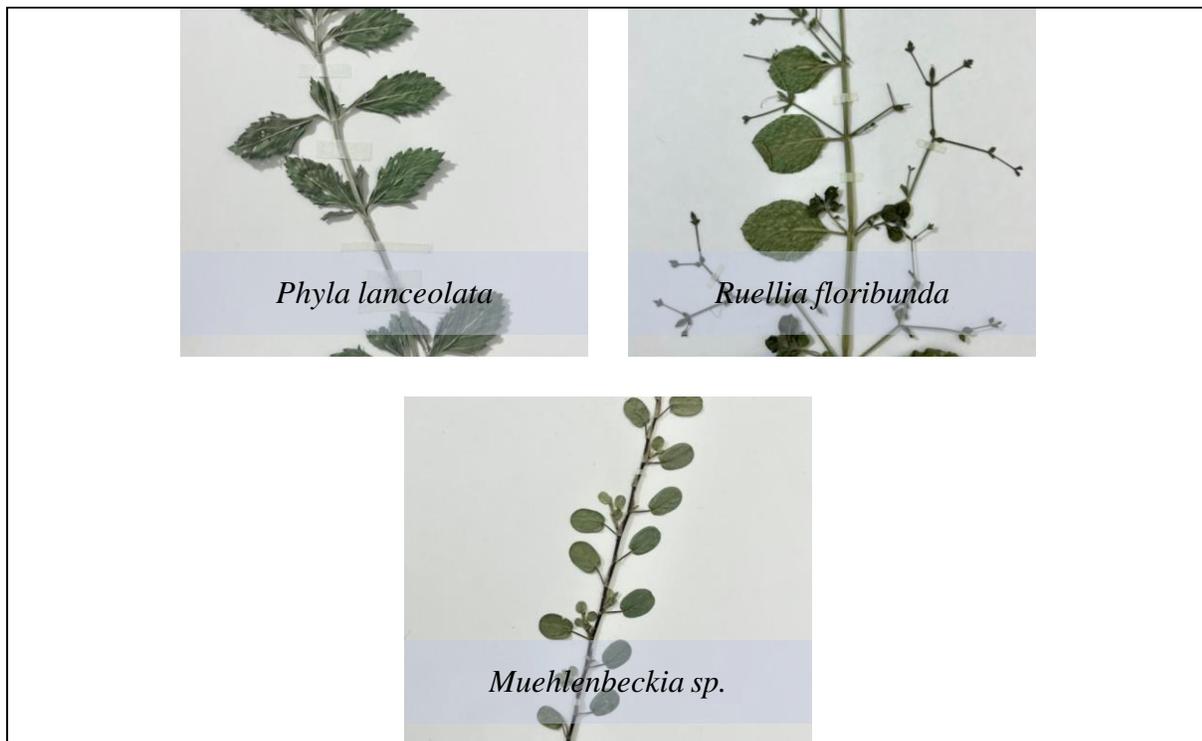


**Ilustración 1.** Flujograma del proceso de estudio (Helou & Espín, 2023).

### 3.3. Población y muestra

La población de interés en esta investigación se compone de 35 especímenes vegetales pertenecientes a las 18 familias botánicas recolectadas en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Estas familias botánicas se consideran representativas, debido a su abundancia en el ecosistema de bosque seco tropical de la parroquia Tarqui.

Dado que es inviable analizar cada individuo de estas familias, se procede a utilizar una muestra representativa. Para ello, se optó por seleccionar tres ejemplares de familias botánicas diferentes de manera aleatoria, siendo estas *Phyla lanceolata* (P01Her), *Ruellia floribunda* (R01Her) y *Muehlenbeckia sp.* (M01En). Esta muestra representativa permitirá extrapolar los resultados a la población total de dichas familias de plantas y proporcionará una base sólida para el análisis de la herborización. Es importante resaltar que la elección subjetiva se ajusta a la naturaleza exploratoria de este proceso de investigación.



**Ilustración 2.** Especímenes vegetales de estudio (Helou & Espín, 2023).

### 3.4. Variables

Las variables que se presentan están arraigados a atributos cualitativos que permiten una comprensión más profunda y contextualizada de la relación entre las plantas, su entorno y los conocimientos tradicionales.

### ***3.4.1. Variables dependientes***

- **Daños causados en las plantas**

Se observa la proporción de daños foliares en diferentes especies vegetales recolectadas y herborizadas. El análisis de la herborización involucró examinar de manera visual y comparativa entre plantas, identificando si existían daños foliares causados por organismos en las especies vegetales del Campus Salesiano. Así mismo, la recolección de las plantas puede ocasionar un deterioro a la estructura de las hojas, tallos o flores; tomando en cuenta que se rocían a los ejemplares con alcohol para despojar de impurezas y preservar las partes de la planta antes de ser herborizada.

- **Presencia de metabolitos secundarios**

Medimos la presencia y cantidad de compuestos bioactivos en las especies vegetales. Esta variable está relacionada con los resultados del tamizaje fitoquímico. Se refiere a la presencia o ausencia de ciertos compuestos bioactivos en los extractos de las especies vegetales.

- **Uso etnobotánico medicinal**

Evaluamos y seleccionamos una especie vegetal representativa en función de las propiedades medicinales propias de su familia y uso etnobotánico medicinal, observando cómo esta variable cambia o se presenta en relación con nuestras observaciones y análisis.

### ***3.4.2. Variables independientes***

- **Herborización y manipulación de plantas**

El proceso de recolección de las plantas, en este caso, forma parte de las variables independientes, dado que se manipulan, a través de la herborización y el tamizaje fitoquímico, para observar su efecto en las variables dependientes mencionadas.

- **Extracto utilizado en el tamizaje fitoquímico**

La elección de los solventes hexano y metanol como parte del proceso en extracción de metabolitos para el posterior proceso de tamizaje.

### ***3.4.3. Variables de control***

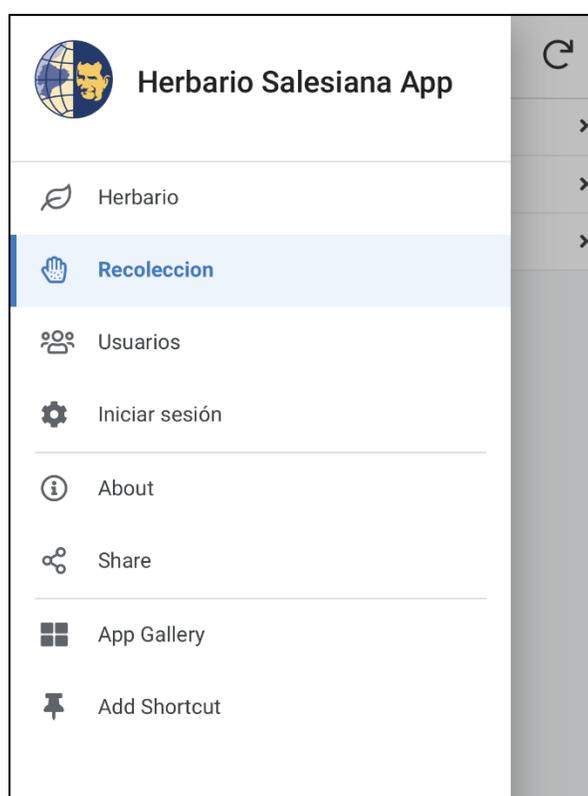
Las familias botánicas de las tres especies seleccionadas podrían considerarse variables de control, estas se eligieron de especies de familias diferentes del bosque seco tropical.

## **3.5. Recogida de datos**

La recopilación de datos se llevó a cabo en varias etapas y se registró tanto de forma digital como en formato impreso siendo esto el análisis en laboratorio. Esta información abarca todo lo relacionado con el herbario, así como el segundo componente de nuestro estudio, que se enfoca en la validación medicinal. Por ende, la recogida de datos se divide en varias etapas como: la identificación de especies vegetales en el campus, su clasificación taxonómica, los metabolitos secundarios encontrados y la evaluación de propiedades medicinales.

### 3.5.1. Herramienta digital

Se empleó una herramienta digital en forma de una aplicación personalizada para el herbario, permitiendo el registro y documentación de las especies vegetales recolectadas en la sede para ser identificadas más adelante. Esta herramienta se divide en dos fases, la recolección y el herbario, permitiendo ingresar detalles como imágenes, ubicación geográfica, descripciones y otros atributos significativos para la identificación taxonómica.



**Ilustración 3.** Aplicación de herbario virtual (*Helou & Espín, 2023*).

### ***3.5.2. Reconocimiento de especies y clasificación taxonómica***

La identificación de las especies fue realizada por expertos botánicos y por medio de la utilización de distintas bases de datos como Plant Net, Conabio y iNaturalist. Utilizando la información recopilada, se procedió a conformar una tabla taxonómica de las especies que se encuentra en el anexo 3. Esto permitió asignar a cada especie un nombre científico y ubicarlas en su respectiva jerarquía taxonómica, como género, especie, familia, orden, etc.

### **3.6. Protocolos**

La metodología que se presenta en el siguiente apartado para el proceso descriptivo del herbario, ha sido elaborada y ajustada en conformidad con las directrices establecidas en el "Manual de técnicas de curación y preservación para un herbario de malezas", emitido por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) en el año 2019. Considerando así, que la información del desarrollo del herbario y aplicaciones de los especímenes, se obtendrán por medio de revisión bibliográfica y contraste cualitativo de fuentes existentes para poder tener una descripción sistematizada de las especies almacenadas en la herramienta digital. De igual manera, para el tamizaje fitoquímico se emplearon dos guías prácticas de laboratorio perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana (anexo 4) y el manual de prácticas de farmacognosia de la Universidad Veracruzana (anexo 5).

#### ***3.6.1. Herborización de especies vegetales***

En este apartado se presenta el protocolo necesario para llevar a cabo eficientemente el proceso de herborización, contribuyendo de esta manera a la creación del herbario de la Universidad Salesiana junto con la colección de herbario virtual. Asimismo, se describen

detalladamente las directrices a seguir en la parte experimental para determinar la validación medicinal de una especie representativa. Es así como se plantean los primeros pasos del eje inicial de este estudio, la herborización: (A) Visitas de campo y recolección de especímenes, (B) Prensado y secado, (C) Montaje en una hoja de herbario, (D) Conservación, (E) Etiquetado y (F) Almacenamiento adecuado.

### **A. Visitas de campo y recolección de especímenes**

La Universidad Politécnica Salesiana ubicada en el km 19 de vía a La Costa, alberga remanentes de bosque seco tropical, el cual se desarrolla en regiones con intensas precipitaciones durante breves lapsos, seguidos por prolongadas temporadas de sequía (Alfredo Jiménez González, 2019).

Es así como, en grandes extensiones de terreno de la parroquia Tarqui donde se ubica la universidad, encontramos diferentes especímenes que fueron recolectados con cuidado para preservar en el herbario. Por lo tanto, es imprescindible efectuar una correcta recolección de ejemplares; tomando en cuenta todas las partes de las plantas como tallo, hojas, flores y frutos (Karina Banda-R, 2015).

En el terreno, las herramientas requeridas son; tijeras para cortar ramitas, machetes para despejar el paso, nuestra aplicación de herbario para la recolecta, una bolsa o gaveta, rollos de papel y alcohol. Para evitar daños durante el transporte y la conservación se sugiere recolectar varias réplicas de los especímenes.

## **B. Prensado y secado**

Los especímenes se extienden entre los pliegues del rollo de papel evitando superposición de piezas. El espécimen termina de ser secado con el uso de una plancha de ropa, la cual presiona al ejemplar a través del papel para terminar de extraer la humedad de la planta. Una vez seco el ejemplar, se procede a prensar durante 24 horas.

## **C. Montaje**

Los especímenes secos se fijan a hojas de herbario de tamaño A3, este proceso se lleva a cabo utilizando pequeños fragmentos de cinta de papel o hilo y una aguja para asegurar la sujeción. Las partes voluminosas de la planta como semillas de frutos secos, los conos, etc., se secan sin prensar y se colocan en pequeños sobres llamados paquetes de fragmentos.

## **D. Conservación**

Los especímenes montados se conservaron de mejor manera a temperaturas controladas de 20°C para evitar la propagación de hongos, la degradación de la planta y prevenir la presencia de insectos, se esparcen esferas de naftalina dentro los archivadores metálicos.

## **E. Etiquetado**

Cada planta montada en su respectiva hoja A3 deber tener una etiqueta pegada en la esquina inferior derecha. Este formato de etiquetado fue adaptado y personalizado a las necesidades del herbario de la universidad, tomando como referencia el diseño del herbario de la facultad de ciencias de la UNAM. De este modo, la etiqueta con la adaptación posee dimensiones de alto 12cm por 9cm de ancho e indica información sobre la familia, hábitat, hábito, nombre científico, nombre

común, ubicación, código de identificación, etc. Para visualizar el formato de etiqueta adaptado, revisar el anexo 6.

## **F. Almacenamiento**

Los especímenes de plantas fueron secados, prensados, identificados y montados, se guardan en orden alfabético según sus familias. Los archivadores metálicos disponibles en el herbario no poseen divisiones internas, por ende, las plantas mantienen una posición sobrepuesta una de otra.

### ***3.6.2. Preparación de las muestras para maceración***

Teniendo en cuenta todas las especies almacenadas en el herbario, se realiza una revisión rápida y selección aleatoria de las tres especies que se recolectaran en abundancia para la maceración. Se procede a coleccionar abundantes muestras de *Phyla lanceolata* (P01Her), *Ruellia floribunda* (R01Her) y *Muehlenbeckia sp.* (M01En). Seguido a esto, se efectúan los pasos a continuación: limpieza, secado, pulverizado, y macerado.

- **Limpieza**

La limpieza de las plantas comenzó con el chequeo de imperfecciones o daños foliares (plagas y necrosis). Por consiguiente, se realizó un lavado por planta; primero quitando la suciedad u organismos adheridos a las hojas con el agua potable y luego un enjuague con agua destilada. Finalmente, se dejan las muestras escurriéndose sobre papel absorbente para proseguir con el secado.

- **Secado**

Una vez que las muestras se encuentran limpias, pero aun húmedas, procedemos a ponerlas en recipientes termo resistentes para su proceso de secado en estufa durante 72h a 42°C, así evitamos la desnaturalización de los metabolitos.

- **Pulverizado**

Después de completar el proceso de secado durante 72 horas, retiramos los recipientes de la estufa. En este punto, se eligieron partes específicas en las muestras antes de proceder con la pulverización. En el caso de la P01Her, eliminamos todas las flores, utilizamos las hojas y el tallo. Para la R01Her, seleccionamos solo las hojas, excluyendo el tallo y las flores. En cuanto a la M01En, incluimos todas las partes de la planta menos la raíz, es decir, tallo, hojas y frutos (vainitas). Luego, continuamos el proceso moliendo las muestras en un mortero o licuadora, seguido de un tamizado para obtener un polvo fino de cada especie.

### ***3.6.3. Método de extracción de metabolitos secundarios***

El proceso de extracción de metabolitos incluye la etapa de maceración, seguida por el tamizado. De esta manera, al finalizar el proceso de pulverización mencionado en el apartado anterior, se pesan los polvos resultantes. Observamos que se obtuvo una cantidad mayor en el caso de la P01Her y la R01Her en comparación con la M01En. Por lo tanto, decidimos utilizar una escala 1:10 para la maceración, lo que se tradujo en 10 gramos para la P01Her y la R01Her, y 5 gramos para la M01En. Los macerados son almacenados en envases de vidrio y recubiertos con aluminio evitando la fotosensibilidad de los metabolitos.

#### ***3.6.4. Procedimiento de tamizaje fitoquímico***

Tras la evaluación de las guías prácticas presentadas en el anexo 4 y el anexo 5; se ha elaborado una tabla concisa y detallada. Este modelo de tabla que se encuentra en el anexo 7, explica el proceso de tamizaje y permite anotaciones rápidas de los resultados. Dicho esto, es importante mencionar que se realizaron 3 reacciones por prueba en cada planta, teniendo así 81 tubos de ensayo por solvente.

## Capítulo 4

### Resultados y discusión

#### 4.1. Colección virtual de las especies

Utilizar la herramienta digital para el registro y clasificación taxonómica de especies vegetales en el campus otorga una serie de ventajas significativas. En primer lugar, esta tecnología agilizó la recopilación de datos al permitir un proceso eficiente in situ, en comparación con los métodos tradicionales en papel. Además, para aquellos sin conocimientos botánicos profundos, la data ingresada puede ser verificada y fortalecida mediante referencia bibliográfica luego de la recolecta en campo.

La organización y almacenamiento de datos también se benefician de esta herramienta. La información queda estructurada y resguardada en la nube, minimizando la pérdida accidental. Su actualización constante garantiza que la base de datos refleje todas las especies del campus de acuerdo con el orden de ingreso, y su naturaleza colaborativa posibilita la participación simultánea de múltiples usuarios, lo cual es fundamental en proyectos que involucran a diversos colaboradores.

Además de su funcionalidad práctica, esta herramienta digital permite la generación de etiquetas con un esquema adaptado del “Herbario Facultad de Ciencias, UNAM” y reportaría en forma de tablas taxonómicas de los especímenes recolectados, como se visualiza en el anexo 3. No solo sirve como una herramienta de apoyo y manejo de la información, sino que también tiene un potencial educativo al brindar a los usuarios la oportunidad de aprender sobre las diversas especies presentes en el campus. En resumen, la utilización de esta aplicación optimizó la eficiencia, precisión y colaboración en la recopilación de datos botánicos, contribuyendo a la conservación, investigación y concienciación sobre la biodiversidad local.

- Es de gran importancia mencionar algunas de las limitaciones que se presentaron durante este estudio, en primer lugar, existen muy pocas investigaciones realizadas sobre el bosque seco tropical, por lo tanto, la información obtenida de acuerdo con su flora y etnobotánica de las comunidades rurales será muy escasa; de acuerdo con (Sanchez-Azofeifa, 2023) existe un artículo sobre bosque seco tropical por cada 300 artículos sobre otros tipos de ecosistemas.

#### 4.2. Metabolitos secundarios bosque seco tropical

El análisis de tamizaje fitoquímico utilizando extractos hexanólicos y metanólicos en las especies *Phyla lanceolata* (P01Her), *Ruellia floribunda* (R01Her) y *Muehlenbeckia sp.* (M01En) del bosque seco tropical reveló una variedad de metabolitos secundarios identificados en diferentes proporciones por extracto. Estos compuestos secundarios incluyen alcaloides, saponinas, lactonas sesquiterpénicas, flavonoides, cumarinas y glucósidos cardiotónicos. Los resultados cualitativos del tamizaje fitoquímico se presentaron en tablas resumidas, a continuación:

**Tabla 1.** Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen P01Her (*Helou & Espín, 2023*).

<i>Phyla lanceolata</i>			
Grupo	Extracto hexanólico	Extracto metanólico	Observaciones
<b>Alcaloides</b>			
Reacción Mayer	(+)	(-)	Ligera precipitación en extracto hexanólico. No presentó precipitación en extracto metanólico.
Reacción Dragendorff	(+)	(+)	Ligera precipitación punteada naranja en extracto hexanólico y extracto metanólico.

<b>Saponinas</b>			
Prueba del peróxido	(-)	(-)	Ausencia de espumosis en extracto hexanólico y metanólico.
<b>Lactonas sesquiterpénicas</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(++)	No hubo cambio de coloración en extracto hexanólico. Presencia media de coloración roja en extracto metanólico.
<b>Flavonoides</b>			
Prueba del ácido sulfúrico	(+)	(+)	Presencia de coloración amarillo intenso (flavonas y flavonoles) en extracto hexanólico. Presencia de coloración ligera a guinda (flavononas) en extracto metanólico.
Prueba del zinc	(-)	(+)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración café amarillenta (catequinas) en extracto metanólico.
<b>Cumarinas</b>			
Reacción de Emerson	(-)	(++)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración violeta en extracto metanólico.
Prueba de KOH	(-)	(+)	No presento atenuación de color en extracto hexanólico. Presento atenuación de color verde intenso a verde oliva en extracto metanólico.
<b>Glucósidos cardiotónicos</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(-)	No hubo cambio de coloración en ambos extractos.

Nota 1: El + representa la presencia de metabolitos secundarios y el – su ausencia. Nota 2: Alta (+++); Media (++); Baja (+); Ausente (-).

**Tabla 2.** Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen R01Her (Helou & Espín, 2023).

<i>Ruellia floribunda</i>			
Grupo	Extracto hexanólico	Extracto metanólico	Observaciones
<b>Alcaloides</b>			
Reacción Mayer	(++)	(+++)	Ligera precipitación blanquinosa en extracto hexanólico. Alta precipitación oscura en extracto metanólico.
Reacción Dragendorff	(+)	(++)	Ligera precipitación naranja en extracto hexanólico. Media precipitación naranja marrón en extracto metanólico.
<b>Saponinas</b>			
Prueba del peróxido	(-)	(+)	Ausencia de espumosis en extracto hexanólico. Ligera presencia de espumosis en extracto metanólico.
<b>Lactonas sesquiterpénicas</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(+)	No hubo cambio de coloración en extracto hexanólico. Presencia baja de coloración roja en extracto metanólico.
<b>Flavonoides</b>			
Prueba del ácido sulfúrico	(++)	(-)	Presencia de coloración amarillo intenso (flavonas y flavonoles) en extracto hexanólico. Ausencia de coloración en extracto metanólico.
Prueba del zinc	(-)	(+)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración café amarillenta (catequinas) en extracto metanólico.
<b>Cumarinas</b>			
Reacción de Emerson	(-)	(++)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración violeta en extracto metanoico.
Prueba de KOH	(-)	(+)	No presento atenuación de color en extracto hexanólico. Presento atenuación de color verde intenso a verde oliva en extracto metanólico.
<b>Glucósidos cardiotónicos</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(-)	No hubo cambio de coloración en ambos extractos.

Nota 1: El + representa la presencia de metabolitos secundarios y el – su ausencia. Nota 2: Alta (+++); Media (++); Baja (+); Ausente (-).

**Tabla 3.** Detección de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico en el espécimen M01En (Helou & Espín, 2023).

<i>Muehlenbeckia sp.</i>			
Grupo	Extracto hexanólico	Extracto metanólico	Observaciones
<b>Alcaloides</b>			
Reacción Mayer	(+)	(++)	Ligera precipitación blanquinosa en extracto hexanólico. Media precipitación oscura en extracto metanólico.
Reacción Dragendorff	(-)	(+++)	Ausencia de precipitación en extracto hexanólico. Alta precipitación naranja marrón en extracto metanólico.
<b>Saponinas</b>			
Prueba del peróxido	(-)	(+)	Ausencia de espumosis en extracto hexanólico. Ligera presencia de espumosis en extracto metanólico.
<b>Lactonas sesquiterpénicas</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(-)	No hubo cambio de coloración en ambos extractos.
<b>Flavonoides</b>			
Prueba del ácido sulfúrico	(+++)	(++)	Presencia de coloración a amarillo intensa (flavonas y flavonoles) en extracto hexanólicos. Presencia de coloración guinda (flavononas) en extracto metanólico.
Prueba del zinc	(-)	(+++)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración café amarillenta (catequinas) en extracto metanólico.
<b>Cumarinas</b>			
Reacción de Emerson	(-)	(+)	Ausencia de coloración en extracto hexanólico. Presencia de coloración violeta en extracto metanólico.
Prueba de KOH	(-)	(-)	No hubo atenuación de color en ambos extractos.
<b>Glucósidos cardiotónicos</b>			
Prueba de Baljet	(-)	(-)	No hubo cambio de coloración en ambos extractos.

Nota 1: El + representa la presencia de metabolitos secundarios y el – su ausencia. Nota 2: Alta (+++); Media (++); Baja (+); Ausente (-).

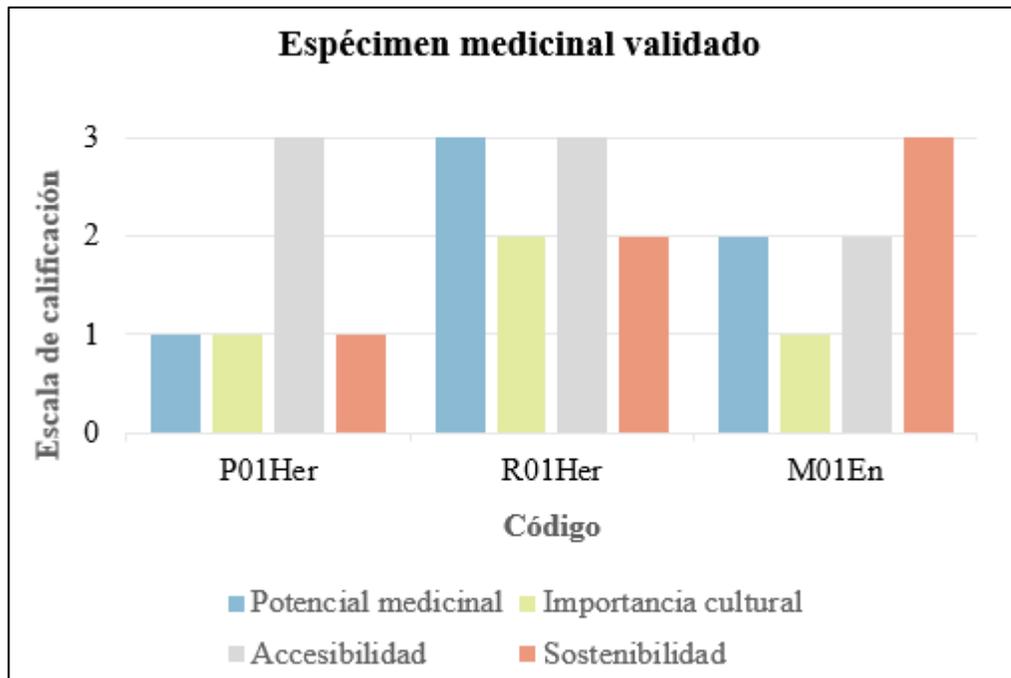
### 4.3. Selección de una especie etnobotánica medicinal

El resultado de seleccionar una especie con uso etnobotánico medicinal se dio en base a parámetros cualitativos que se observan en la tabla 4. Esto implicó un proceso que comenzó con el tamizaje de las tres especies de interés, seguido por la definición de criterios cualitativos, como su importancia cultural basada en encuestas semiestructuradas en el anexo 8 y eficacia medicinal en correlación con los metabolitos encontrados. En este contexto, la especie mejor calificada sería la *Ruellia floribunda* (R01Her), presentando alta presencia de alcaloides, flavonoides y cumarinas.

**Tabla 4.** Criterios para la selección de especie con uso etnobotánico medicinal (*Helou & Espín, 2023*).

<b>Código</b>	<b>Familia</b>	<b>Potencial medicinal</b>	<b>Importancia cultural</b>	<b>Accesibilidad</b>	<b>Sostenibilidad</b>
P01Her	Verbenaceae	1	1	3	1
R01Her	Acanthaceae	3	2	3	2
M01En	Polygonaceae	2	1	2	3

Nota 1: Escala de prioridad (1-3); 1- baja, 2- media y 3- alta. Nota 2: Accesibilidad (facilidad con la que se puede obtener, recolectar o acceder a esa especie en su entorno natural o en su ubicación habitual). Sostenibilidad (involucra la habilidad de la especie para ajustarse a variaciones en su entorno tales como enfermedades, infestaciones de plagas o modificaciones en las condiciones climáticas).



**Ilustración 4.** Gráfica de una especie vegetal emblemática del bosque seco tropical evaluada mediante parámetros cualitativos (Helou & Espín, 2023).

- En el presente estudio, se realizó una validación medicinal sobre *Ruellia floribunda* del bosque seco tropical, de los resultados se determinó que cuenta con los metabolitos secundarios que benefician al ser humano en ciertas dolencias y ayudar el sistema inmunológico. El estudio realizado por (María et al., 2017) demuestra que la planta *Ruellia floribunda* es efectiva en contra de ciertos patógenos como lo son los *S. aureus* que pueden ser causantes de enfermedades como miocarditis, neumonía y osteomielitis.

#### 4.4. Validación medicinal

Considerando los metabolitos secundarios más abundantes en *Ruellia floribunda*, es posible identificar las propiedades medicinales beneficiosas de la planta, lo que puede impulsar sus

posibles aplicaciones biotecnológicas. Los alcaloides, conocidos por su actividad biológica, pueden tener efectos analgésicos, antipiréticos y, en algunos casos, psicoactivos. Los flavonoides, por otro lado, son conocidos por su capacidad antioxidante y antiinflamatoria, lo que sugiere posibles aplicaciones en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y la inflamación. Por último, las cumarinas han sido asociadas con propiedades anticoagulantes y antiinflamatorias, lo que sugiere su potencial en el tratamiento de trastornos circulatorios y afecciones inflamatorias. Sin embargo, es importante destacar que se requieren investigaciones adicionales para comprender las propiedades terapéuticas y su seguridad en aplicaciones médicas o nutricionales (Ivar Jines Lavado Morales, 2021).

## Capítulo 5

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Con la utilización de la herramienta digital para el registro y clasificación taxonómica de las especies vegetales en el campus, se logró una recolección de datos eficiente y una identificación precisa de las especies presentes en el entorno. Esta herramienta facilitó el proceso de documentación y clasificación de manera sistemática, lo que resulta fundamental para futuras investigaciones y la conservación de la biodiversidad local.
- La realización del tamizaje fitoquímico en tres especies vegetales de diferentes familias del bosque seco tropical permitió la identificación y caracterización de diversos metabolitos secundarios en cada una de ellas. Este análisis proporciona información valiosa sobre los componentes químicos presentes en estas especies y sienta las bases para investigaciones posteriores relacionadas con sus propiedades medicinales, nutricionales o biotecnológicas.
- La elección de la especie *Ruellia floribunda*, con uso etnobotánico medicinal basada en criterios cualitativos enfatiza la importancia de preservar y aprovechar el conocimiento tradicional en aras de su potencial biotecnológico. Este enfoque resalta el valor de la biodiversidad local, su contribución a futuras aplicaciones médicas y biotecnológicas, promoviendo la utilización sostenible de las propiedades medicinales en beneficio de la salud humana hasta la conservación de los recursos naturales en la región del bosque seco tropical.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar otro tipo de solvente como agua o etanol para futuros estudios.
- Se sugiere emplear tanto los tallos como las flores y las raíces de *Ruellia floribunda*, así como las flores y las raíces de *Phyla lanceolata*, con el fin de investigar la posible obtención de diversos tipos de metabolitos secundarios.
- Al realizar los extractos de *Muehlenbeckia sp.*, se detecta un aroma fuerte que podría tener aplicaciones para repeler insectos ya que se evidencian hojas enteras y sin daños. En consecuencia, se sugiere la realización de investigaciones adicionales para explorar la posibilidad de desarrollar un producto biológico como biopesticida en el futuro.

## Bibliografía

- Ing. Sonia Monroy Martínez, I. F. (2019). *Manual de Técnicas de Curación y Preservación para un Herbario de Malezas*. Tecámac .
- Mendoza, B.E.C. et al. (2022) *Actividad Antioxidante, Polifenoles Totales Y tamizaje fitoquímico de chilangua (eryngium foetidum)*, RECIAMUC.
- Rosete Blandariz, S. et al. (2019) *Fitorecursos de Interés Para El Turismo en los Bosques Secos de la región costa, Jipijapa, Manabí, Ecuador, Revista Cubana de Ciencias Forestales*.
- Pujol, A. et al. (2020) *Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta Sapindus saponaria L que crece en Cuba, Bionatura*.
- Amanda S. Gallinat, L. R. (2018). *Herbarium specimens show patterns of fruiting phenology in native and invasive plant species across New England*. Botanical Society of America.
- Hernández-Alvarado, J. et al. (2017) *Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: Enfoque en Medicina Veterinaria, Abanico veterinario*.
- Pérez Porto, J., Gardey, A. (1 de septiembre de 2015). *Alcaloides - Qué es, definición y concepto*. Definición de. Última actualización el 4 de enero de 2022.
- Martino, V.S. and Sülsen, V.P. (2019) *Lactonas sesquiterpénicas: Promisorio Grupo de Compuestos Naturales ...*, Repositorio Institucional CONICET Digital.
- Davila, M.A.Q. et al. (2018) *Contenido de saponinas Y Actividad Cicatrizante de Cecropia peltata y Parthenium Hysterophorus*, Revista Cubana de Farmacia.
- Estrada-Reyes, R., Ubaldo-Suárez, D. and Araujo-Escalona, A.G. (2012) *Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central, Salud mental*.
- Herrera-Fuentes, I., Quimis-Ponce, K., Sorroza-Rojas, N., García-Larreta, F., Mariscal-Santi, W., & Mariscal-García, R. (2017). Determinación de Taninos y Cumarinas presente en la planta tres filos. *Polo del Conocimiento*, 2(7), 500-522. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v2i7.257>
- Barrera, C.A.C., Parra, J. and Suarez, L.E.C. (2014) *Caracterización Química del Aceite Esencial E Identificación Preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la Especie Raputia heptaphylla (Rutaceae)*, Dialnet.
- García , R.U. (2019) *Vista de Análisis Fitoquímico Cualitativo de los extractos acuosos de Thalassia testudinum banks ex Köning et Sims de la Localidad de Champotón, Campeche, México, Durante El Ciclo Anual 2016-2017, Polibotanica*.

- Mena Valdés, L. *et al.* (2015) *Determinación de Saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de Sapindus saponaria L. (jaboncillo), Revista Cubana de Plantas Medicinales.*
- Escalona, J. *et al.* (2002) *Determinación de los posibles tipos de flavonoides presentes en el limo., ResearchGate.*
- Vásquez, M.R.S. (2015) *Estudio Fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las Hojas de Piper peltatum L. y piper Aduncum L. procedentes de la región amazonas, Dialnet.*
- Rodríguez, J., Lozano, M.H. and Méndez, L. (2020) *ELABORARON: Dr. Juan Francisco rodríguez Landa Dra. Minerva Hernández ..., Universidad Veracruzana.*
- González-Chavarro, C.F. *et al.* (2020) *Amaryllidaceae: Fuente potencial de alcaloides. Actividades Biológicas Y Farmacológicas, Ciencia y Agricultura.*
- CASAMITJANA i CUCURELLA, N. (2002) *Glucósidos cardiotónicos. Acción y Usos, Farmacia Profesional.*
- Guiance, H. *et al.* (2019) *Flavonoides: Aplicaciones Medicinales e industriales - UNLP, Universidad Nacional de la Plata.*
- Duarte-Trujillo, A.S. *et al.* (2019) *EXTRACCIÓN DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS DE Pleurotus ostreatus (PLEUROTACEAE) POR MACERACIÓN DINÁMICA, Acta Biológica Colombiana.*
- Zambrano-Intriago, L.F. *et al.* (2015) *Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del área rural de la parroquia san carlos, Quevedo, Ecuador, Universidad y Salud.*
- Székely, P. *et al.* (2016) *Anfibios de un Bosque Seco Tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador, Ecosistemas.*
- Huila, W.N.R. *et al.* (2023) *Análisis estructural y Condiciones Abióticas del Bosque Seco Tropical (BS-T) del sector La Pila Vieja en el Valle Sancán, Manabí, Ecuador, Ciencia y Tecnología*
- Alfredo Jiménez González, Á. F. (2019). *Indicadores de sostenibilidad con énfasis en el estado de conservación del bosque seco tropical.* Manabí, Ecuador.: Revista Cubana de Ciencias Forestales.
- Dugarte, C. d. (2016). *FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO.* Guayaquil, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Espín, H. &. (2023).

Helou & Espín. (2023).

Ivar Jines Lavado Morales, D. E. (2021). *Evaluación preliminar de 10 plantas medicinales del Valle del Mantaro mediante el método cualitativo (fitoquímico) para uso farmacéutico*. Huancayo, Perú: Visionarios en ciencia y tecnología.

Lizett V. Cáceres Bolaños, L. A. (2021). *Herbario Virtual como Mediación Pedagógica*. Antioquia, Colombia: Universidad Católica del Oriente.

Rodríguez Landa, H. L. (2020). *Manual de prácticas de farmacognosia*. Xalapa, Veracruz.

## Anexos

### Anexo 1. Materiales de herbario: colecta, herborización y almacenamiento (Helou & Espín, 2023).

Materiales	Uso	Imagen
<b>Gaveta plástica</b>	Se emplean para facilitar la colecta y transporte de las plantas, junto con las herramientas empleadas en el terreno.	
<b>Guantes de jardinería</b>	Se utilizan para proteger las manos de espinas, insectos y sustancias irritantes durante la recolección de plantas. También mantienen las manos limpias y secas.	
<b>Machete</b>	Se usa en la recolección de plantas para cortar vegetación densa y abrir senderos en áreas de difícil acceso.	

<p><b>Etanol absoluto</b></p>	<p>Se utiliza para preservar y conservar muestras botánicas, evitando su descomposición y manteniendo sus características originales. Así como para despojar de microorganismos no deseados.</p>	
<p><b>Tijeras</b></p>	<p>Se usan para realizar cortes precisos en tallos, hojas y flores. Esto permite recolectar muestras sin dañar las partes importantes de la planta y facilita el estudio posterior en laboratorio.</p>	
<p><b>Botas</b></p>	<p>Resguardan pies y piernas de sustancias y organismos peligrosos en el entorno, posibilitando la labor en lugares húmedos sin mojarse ni ensuciarse, asegurando comodidad al mantener durante la colecta.</p>	

<p><b>Rollo de papel</b></p>	<p>Se recurre al papel en rollo para preservar las muestras. Estas se colocan entre las capas de papel para mantener su forma y características antes de su montaje.</p>	
<p><b>Loratadina</b></p>	<p>Es necesario mantener estos medicamentos antihistamínicos para aliviar los síntomas alérgicos que podrían experimentar los recolectores durante la colecta de plantas en el campo.</p>	
<p><b>Algodón</b></p>	<p>Se usa en la herborización para limpiar muestras, absorber humedad, y mantener su forma, siendo esencial en la preservación y manejo adecuado de las plantas recolectadas.</p>	
<p><b>Plancha</b></p>	<p>Se usa para secar y aplanar las muestras de plantas recolectadas en la herborización, facilitando su almacenamiento y estudio en el herbario.</p>	

<p><b>Marcadores</b></p>	<p>Se usan para rotular e identificar los espacios y de ese modo mantener una organización de todos los elementos que permanecen dentro del herbario.</p>	
<p><b>Cartulina A3 blanca</b></p>	<p>Sirve en la herborización para montar y preservar muestras de plantas. Proporciona una superficie rígida para fijar las muestras y espacio para etiquetar información importante.</p>	
<p><b>Resmas papel A4</b></p>	<p>Las empleamos para poder imprimir el formato de etiqueta de cada espécimen recolectado e identificado para luego ser almacenado.</p>	
<p><b>Cinta</b></p>	<p>Es útil para fijar de forma segura las partes de las muestras en las láminas A3, garantizando su sujeción durante al montaje.</p>	

<p><b>Naftalina</b></p>	<p>La naftalina, debido a su olor fuerte y su acción repelente, ayuda a evitar que insectos y otros organismos dañinos infesten las muestras almacenadas.</p>	
<p><b>Impresora</b></p>	<p>Se requiere para imprimir las etiquetas que serán adheridas a cada planta montada.</p>	
<p><b>Archivadores metálicos</b></p>	<p>Su uso contempla el almacenamiento seguro y la organización de las muestras recolectadas, protegiéndolas de condiciones adversas y facilitando su acceso y estudio a lo largo del tiempo.</p>	

**Anexo 2.** Materiales de laboratorio: tamizaje fitoquímico (Helou & Espín, 2023).

<b>Equipos</b>	<b>Usos</b>
Ultrasonic cleaning	Estrés de metabolitos.
Bomba al vacío	Filtración de los solventes.
Estufa	Secado de las plantas.
Campana para extracción de gases	Protección contra gases tóxicos.
<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Usos</b>
Embudo	Utilizado en la filtración al vacío
Kitasato	Utilizado en la filtración al vacío
Aluminio	Tapa para los extractos
Tubos de ensayo	Realizar pruebas de tamizaje fitoquímico
Frascos	Recipientes para los extractos
Papel filtro	Utilizado en la filtración al vacío
<b>Sustancias químicas y/o Soluciones</b>	<b>Usos</b>
Hexano	Maceración
Metanol	Maceración
Reactivo de Mayer	Detección de alcaloides
Reactivo de Dragendorff	Detección de alcaloides
Peróxido de hidrógeno	Detección de saponinas
Ácido sulfúrico concentrado	Prueba del ácido sulfúrico y acidulación para alcaloides
Ácido clorhídrico	Prueba del zinc
Ácido pícrico	Solución A para prueba de Baljet
Hidróxido de sodio al 10%	Solución B para prueba de Baljet
Zinc en virutas	Prueba del zinc
Reactivo de Emerson	Reacción de Emerson
KOH al 5%	Prueba de KOH

**Anexo 3.** Tabla taxonómica de las especies recolectadas (Helou & Espín, 2023).

Familia	Nombre común	Nombre científico	Orden	Clase	Hábito	Hábitat	Botánico	No. Ejemplares
Acanthaceae	Petunia silvestre	<i>Ruellia floribunda</i> Hook.	Scrophulariales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Hook.	1
Amaryllidaceae	Lirio araña	<i>Hymenocallis littoralis</i> Jacq.	Asparagales	Liliopsida	Herbácea	Introducida	Jacq.	2
Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Sapindales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	L.	2
Araceae	Planta de queso suizo	<i>Monstera adansonii</i> Schott.	Alismatales	Liliopsida	Herbácea	Introducida	Schott.	1
Araliaceae	Cheflera	<i>Schefflera arboricola</i> Hayata.	Apiales	Magnoliopsida	Arbusto	Introducida	Hayata.	1
Arecaceas	Palmera	<i>Phoenix reclinata</i> Jacq.	Arecales	Liliopsida	Árbol	Introducida	Jacq.	2
Asteraceae	Verbena azul	<i>Cyanthillium cinereum</i> H.Rob.	Asterales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	H.Rob.	1
Asteraceae	Aster blanco	<i>Eurybia macrophylla</i> Cass.	Asterales	Magnoliopsida	Arbusto	Bosque Seco Tropical	Cass.	1
Asteraceae	Flor de espuma	<i>Ageratina adenophora</i> R. M. King & H. Rob.	Asterales	Magnoliopsida	Arbusto	Bosque Seco Tropical	R. M. King & H. Rob.	1
Asteraceae	Romerillo	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asterales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	3

Asteraceae	Hierba pulgera	<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	Asterales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Gaertn.	1
Boraginaceae	Chichicastle manso	<i>Wigandia urens</i> Ruiz & Pavón. Kunth.	Lamiales	Magnoliopsida	Arbusto	Bosque Seco Tropical	Ruiz & Pavón. Kunth.	1
Boraginaceae	Cola de alacrán	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray.	Lamiales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Murray.	1
Boxaceae	Huevos de burro	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd.	Malvales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	Willd.	1
Caryophyllaceae	Clavelina	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	Caryophyllales	Magnoliopsida	Herbácea	Introducida	L.	1
Euphorbiaceae	Candelilla	<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	Malpighiales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Lag.	1
Euphorbiaceae	desconocido	<i>Acalypha polystachya</i> Jacq.	Malpighiales	Magnoliopsida	Arbusto	Bosque Seco Tropical	Jacq.	1
Euphorbiaceae	Crotón	<i>Codiaeum variegatum</i> L.	Malpighiales	Dicotiledóneas	Arbusto	Introducida	L.	1
Euphorbiaceae	Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton.	Malpighiales	Magnoliopsida	Enredadera	Introducida	Aiton.	1
Fabaceae	Saman	<i>Samanea saman</i> Jacq. Merr.	Fabales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	Jacq. Merr.	1
Fabaceae	Frijolillo	<i>Rhynchosia minima</i> DC.	Fabales	Magnoliopsida	Enredadera	Bosque Seco Tropical	DC.	1

Fabaceae	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabales	Magnoliopsida	Enredadera	Bosque Seco Tropical	L.	1
Fabaceae	Siris blanco	<i>Albizia procera</i> Benth.	Fabales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	Benth.	2
Heliconiaceae	Ave del paraíso	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Zingiberales	Monocotiledoneas	Herbácea	Introducida	L.f.	5
Malvaceae	Escobilla	<i>Sida sp.</i>	Malvales	Magnoliopsida	Arbusto	Bosque Seco Tropical		1
Malvaceae	Ojo de grillo	<i>Melochia lupulina</i> Sw.	Malvales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Sw.	1
Meliaceae	Neem	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Sapindales	Dicotiledóneas	Árbol	Bosque Seco Tropical	A.Juss.	8
Moraceae	Laurel benjamín	<i>Ficus benjamina</i> L.	Rosales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	L.	1
Nyctaginaceae	Trinitaria enana	<i>Bougainvillea buttiana</i> Holttum & Standl.	Caryophyllales	Magnoliopsida	Arbusto	Introducida	Holttum & Standl.	13
Oxalidaceae	Trebol	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth.	Geraniales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Kunth.	1
Passifloraceae	Maracuyá silvestre	<i>Paciflora foetida</i> L.	Malpighiales	Magnoliopsida	Enredadera	Bosque Seco Tropical	L.	4

Pedaliaceae	Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i> L.	Lamiales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	1
Poaceae	Wooly cupgrass	<i>Eriochloa villosa</i> Kunth.	Poales	Apogonia	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Kunth.	1
Poaceae	Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i> Gaertn.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Gaertn.	1
Poaceae	Pata de gallo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> Willd.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Willd.	1
Poaceae	Pasto africano	<i>Melinis repens</i> Willd.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Willd.	1
Poaceae	Pasto colchón	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Michx.	1
Poaceae	Cebadilla	<i>Chloris barbata</i> Sw.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Sw.	1
Poaceae	Guizazo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poales	Liliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	1
Polygonaceae	Alfombrilla	<i>Muehlenbeckia</i> sp.	Caryophyllales	Magnoliopsida	Enredadera	Bosque Seco Tropical		1
Rubiaceae	Geranio de la jungla	<i>Ixora</i> sp.	Gentianales	Magnoliopsida	Arbusto	Introducida		2

Rutaceae	Limón	<i>Citrus x aurantifolia</i> Swingle.	Sapindales	Magnoliopsida	Árbol	Bosque Seco Tropical	Swingle.	2
Solanaceae	Tomatillo	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	1
Solanaceae	Uvilla	<i>Physalis peruviana</i> L.	Solanales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	1
Solanaceae	Tomate cherry	<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	Solanales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	L.	1
Turneraceae	Flor amarilla	<i>Turnera scabra</i> Millsp.	Malpighiales	Magnoliopsida	Arbusto	Introducida	Millsp.	3
Verbenaceae	Fruta de sapo	<i>Phyla lanceolata</i> Greene.	Lamiales	Magnoliopsida	Herbácea	Bosque Seco Tropical	Greene.	1
Verbenaceae	Hierba de javillas	<i>Lantana canescens</i> Kunth.	Lamiales	Magnoliopsida	Arbusto	Introducida	Kunth.	2
Zingiberaceae	Pluma de san Juan	<i>Alpinia purpurata</i> K. Schum	Zingiberales	Liliopsida	Herbácea	Introducida	K. Schum	2

**Anexo 4.** Guías practicas 6 y 7 para tamizaje fitoquímico (Dugarte, 2016).

		<b>FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES</b>
<b>CARRERA:</b>	BIOTECNOLOGÍA	<b>ASIGNATURA:</b> FARMACOGNOSIA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	6	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Tamizaje fitoquímico de alcaloides, saponinas y lactonas sesquiterpénicas a partir de especies vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica
<b>OBJETIVOS:</b> <b>-OBJETIVO GENERAL.</b> -Comprender las metodologías utilizadas en el tamizaje fitoquímico para la determinación de alcaloides, saponinas y lactonas sesquiterpénicas presentes en especies vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica. <b>-OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> -Conocer las técnicas experimentales en la determinación de alcaloides, saponinas y lactonas sesquiterpénicas a partir de extractos vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica. -Determinar cualitativamente la composición química del extracto vegetal en estudio.		

		<b>FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES</b>
<b>CARRERA:</b>	BIOTECNOLOGÍA	<b>ASIGNATURA:</b> FARMACOGNOSIA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	7	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Tamizaje fitoquímico de flavonoides, cumarinas y glucósidos cardiotónicos a partir de especies vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica
<b>OBJETIVOS:</b> <b>-OBJETIVO GENERAL.</b> -Comprender las metodologías utilizadas en el tamizaje fitoquímico para la determinación de flavonoides, cumarinas y glucósidos cardiotónicos presentes en especies vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica. <b>-OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> -Conocer las técnicas experimentales en la determinación de flavonoides, cumarinas y glucósidos cardiotónicos a partir de extractos vegetales con potencial actividad biológica y/o terapéutica. -Determinar cualitativamente la composición química del extracto vegetal en estudio.		

**Anexo 5.** Guía práctica para extracción de metabolitos (Rodríguez Landa, 2020).

 Universidad Veracruzana	<b>UNIVERSIDAD VERACRUZANA</b> FACULTAD DE QUÍMICA FARMACEÚTICA BIOLÓGICA Rodríguez Landa /Hernández Lozano/ Méndez Ventura	
<b>ESTRATEGIAS DE ESTUDIO EN FARMACOGNOSIA</b>		
<b>PRÁCTICA 4. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE IMPORTANCIA EN FARMACOGNOSIA.</b>		
<b>Objetivo general:</b> El alumno aprenderá a obtener el o los principales metabolitos secundarios mediante diversas técnicas de extracción y utilizará pruebas químicas sencillas para su identificación preliminar.		

**Anexo 6.** Formato de etiqueta para plantas herborizadas (Helou & Espín, 2023).

<b>HERBARIO UPS - CAMPUS MARÍA AUXILIADORA</b>	
Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil	
<b>Código:</b> Her 01 R	
ECUADOR	
<b>Familia:</b> Acanthaceae	<b>Hábitat:</b> Bosque Seco Tropical
<b>Hábito:</b> Herbácea	
<b>Nombre científico:</b> Ruellia floribunda Hook.	
<b>Nombre común:</b> Petunia silvestre	
<b>Ubicación:</b> Jardín botánico de la Universidad Politécnica Salesiana	
<b>Coordenadas:</b> -2.197142 , -80.042732	
<b>Colector:</b> Andrea Helou	
<b>Fecha de colecta:</b> 02/08/2023 03:51:34 p. m.	
<b>Observaciones:</b> Generalmente, hasta 2m alto con tallos rectos y flores de 2-3mm de largo. Los lóbulos de las hojas son redondeados (Wiggins y Porter 1971). Ocasionalmente en zonas arbustivas y a lo largo de cursos de agua en zonas áridas (Wiggins y Porter 1971).	

**Anexo 7.** Formato de tabla para anotaciones de resultados del tamizaje fitoquímico (Helou & Espín, 2023).

Metabolitos	Prueba	Reactivos & procedimiento	Resultados		
Alcaloides	Acidulación	Pequeña cantidad de HCl o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (2-3 gotas) y calentar durante 3 min.			
Alcaloides	Reacción de Mayer	En un tubo de ensayo: 3 gotas del extracto + 3 gotas del reactivo. R// Presencia de precipitación.			
Alcaloides	Reacción de Dragendorff	En un tubo de ensayo: 3 gotas del filtrado + 3 gotas del reactivo. R// Formación de precipitado naranja marrón.			

Saponinas	Prueba del peróxido	En un tubo de ensayo: 3 gotas del extracto con 2 gotas de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Calentar ligeramente con agitación. R// Presencia de espuma y abundancia.			
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	Colocar 4 gotas del extracto y 3 gotas de una solución preparada a partir de solución A y B (1:1). -Solución A: ácido pícrico (1 g) en 100 mL de agua destilada. -Solución B: hidróxido de sodio al 10%. R// Aparición de un color naranja a rojo oscuro.			
Flavonoides	Prueba del ácido sulfúrico	Colocar 3 gotas del extracto y 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, en la campana de extracción. R// (Chalconas: Rojo Azulado) - (Auronas: Rojo-guinda) - (Flavonas: Amarillo intenso) - (Flavononas: Naranja o guinda) - (Flavonoles: Amarillo intenso).			
Flavonoides	Prueba del zinc	Colocar 3 gotas del extracto, con un trocito de zinc en granalla o polvo y 4 gotas de HCl concentrado. R// (Leucoantocianidinas: Rojo) - (Catequinas: Café amarillento).			
Cumarinas	Reacción de Emerson	Colocar 3 gotas del extracto y 3 gotas del reactivo de Emerson. R// Aparición de un color amarillo-violeta.			
Cumarinas	Prueba de KOH	Colocar 3 gotas del extracto y 3 gotas de KOH al 5%. R// Un cambio de color de fuerte a tenue de rojo a amarillo.			
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	Colocar 3 gotas del extracto y 3 gotas de una solución preparada a partir de solución A y B (1:1). -Solución A: ácido pícrico (1 g) en 100 mL de agua destilada. -Solución B: hidróxido de sodio al 10%. R// Aparición de un color azul a violeta.			

**Anexo 8.** Formato de encuestas semiestructuradas para validación de reconocimiento de especímenes (Helou & Espín, 2023).

Nombre:

Edad:

Sexo:

SEÑALE LA PLANTA QUE CONOZCA (solo 1)



¿Con que nombre conoce a esta planta?

¿Para que la utilizan?

¿Qué parte utilizan?

¿Como la utilizan?