



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

TRABAJO EXPERIMENTAL

**REGENERACIÓN NATURAL, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA
VEGETACIÓN DE ÁREA DISTURBADA DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA
DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA GUAYAQUIL, ECUADOR**

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

AUTORES:

NICK KEVIN SILVA GUARANDA

ERICKA ALLISSON VILLEGAS CÁRDENAS

TUTOR:

JAIME ALBERTO NARANJO MORÁN

GUAYAQUIL - ECUADOR

2023

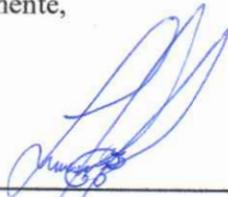
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Nick Kevin Silva Guaranda con documento de identificación N° 0928557834 y Ericka Allisson Villegas Cárdenas con documento de identificación N° 0931608186, 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 experimental **“Regeneración natural, diversidad y estructura de la vegetación de área disturbada del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero en Biotecnología*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

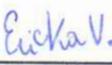
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, septiembre del 2023

Atentamente,



Nick Kevin Silva Guaranda
C.I. 0928557834



Ericka Allisson Villegas Cárdenas
C.I. 0931608186

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Nick Kevin Silva Guaranda con documento de identificación N° 0928557834 y Ericka Allisson Villegas Cárdenas con documento de identificación N° 0931608186; 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, septiembre del año 2023

Atentamente,



Nick Kevin Silva Guaranda
C.I. 0928557834



Ericka Allisson Villegas Cárdenas
C.I. 0931608186

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jaime Alberto Naranjo Morán** con documento de identificación N° 0930600861, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **REGENERACIÓN NATURAL, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE ÁREA DISTURBADA DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA GUAYAQUIL, ECUADOR**, realizado por Nick Kevin Silva Guaranda con documento de identificación N° 0928557834 y Ericka Allisson Villegas Cárdenas con documento de identificación N° 0931608186, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de *Proyecto Experimental* que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, septiembre del 2023

Atentamente,



Jaime Alberto Naranjo Morán
C.I. 0927155226

Dedicatoria

A Dios, mi guía y mi fuente de inspiración constante, agradezco por la sabiduría y la fortaleza que me ha brindado.

A mi querida abuelita, Rosario Ruiz, cuyo amor y sabios consejos han dejado una huella imborrable en mi corazón.

A mis padres, Natalia Cárdenas y Erik Villegas; y hermanos, Maily Villegas y Dereck Villegas por su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor incondicional. Su dedicación ha hecho posible cada paso de este camino.

A mi querido tío, Richard Cárdenas, esta tesis es un tributo a tu constante apoyo, sabiduría y aliento a lo largo de mi vida.

A mis mejores amigas, Sofia Caraguay y Emily Chong, quienes han estado a mi lado en los momentos de alegría y dificultad. Su amistad ha sido un faro de luz en mi vida.

A una persona especial, por su amor, paciencia y comprensión. Tu apoyo ha sido mi mayor motivación.

A mi compañero de tesis y mejor amigo, Nick, cuya colaboración y esfuerzo conjunto han enriquecido este trabajo de investigación, además por su apoyo inquebrantable.

A mi tutor, Jaime por su orientación experta y dedicación incansable en mi formación académica.

Este logro es el resultado de su amor, apoyo y aliento constante. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida, y por eso les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y cariño.

Dedicatoria

Por el soporte en mi vida, fuente de aliento y guía, dedico con mucho fervor y confianza a Dios, mi pilar fundamental durante todo el proceso que conllevó este camino.

A mis amados padres, Alfonso Silva y Fanny Guaranda, quienes han luchado día a día para verme llegar hasta este punto en el que ven los resultados de un esfuerzo mutuo, por su confianza, apoyo, dedicación, consejos y amor.

A mis queridos hermanos, Edison y Erik Silva, quienes han forjado con su ejemplo de vida un camino por el cual yo puedo seguir, por su cuidado, amor y preocupación hacia mi persona.

A mis amigos más cercanos, Joan, Emily, Sofía e Isabel, por estar siempre a mi lado de forma incondicional y en los momentos más cruciales de mi vida durante estos periodos.

A mi mejor amiga y dupla de tesis, Ericka Villegas, quien ha dedicado tiempo y espacio para lograr esta meta, quien ha sido mi soporte frente a situaciones adversas, que con su esfuerzo y dedicación hemos enriquecido nuestros conocimientos.

A mi mentor, Jaime Naranjo, quien depositó su confianza plena y total en este proceso, inundándome con sus conocimientos e ideas, por el apoyo incondicional.

A mis maestros en general, quienes han formado parte de este arduo proceso de formación tras las diferentes situaciones adversas que juntos atravesamos a raíz de la pandemia.

Esto es el resultado de su amor, confianza y dedicación. Con mucho cariño dedico este trabajo a quienes fueron fuente de inspiración.

Agradecimientos

En la culminación de este trabajo de investigación, deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a la institución y a todas las personas que han sido fundamentales en este proceso. Sus apoyos, orientaciones y palabras de aliento han sido invaluable.

Agradecemos en primer lugar a Dios, quien nos ha dado la fortaleza y la sabiduría para enfrentar los desafíos que este proyecto representa. Su guía y bendiciones han sido fuente de nuestra inspiración.

A nuestras familias, a quienes consideramos el pilar fundamental de nuestras vidas, les agradecemos por su amor incondicional, apoyo emocional y sacrificio.

Nuestro profundo agradecimiento a Jaime Naranjo, nuestro tutor y mentor, cuya experiencia y dedicación fueron esenciales para el desarrollo de esta tesis. Sus consejos, críticas constructivas y paciencia fueron fundamentales en cada etapa de este proceso.

No podemos pasar por alto el valioso apoyo brindado por los auxiliares de laboratorio, Karla y Angie, gracias a sus habilidades, técnicas, paciencia y entusiasmo en la búsqueda de soluciones fueron cruciales para el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros amigos y compañeros de estudio, les agradecemos por su apoyo moral, comprensión y por las conversaciones enriquecedoras que compartimos a lo largo de este camino.

Finalmente, queremos expresar nuestros agradecimientos a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a este proyecto, así como a la institución que facilitaron los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Este logro no es solo de nosotros, sino de todos ustedes que han sido parte de nuestro viaje académico y personal. Espero que este trabajo sea una contribución valiosa al campo de estudio y que refleje la confianza que han depositado en nosotros.

Resumen

El Bosque Seco Tropical del Ecuador (BSTE) es un ejemplar único en cuanto a diversidad de flora, abarcando gran parte de la costa ecuatoriana y su peculiaridad es que durante el verano el bosque permanece seco, sin embargo, se encuentra amenazado por la poca importancia que se tiene por su característica, por ello, gran parte de su población se ha visto reducida a causa de las actividades antrópicas. El área de estudio se dividió por transectos horizontales y 15 puntos de recolección al azar donde se evaluó el estado de conservación del remanente boscoso del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, Ecuador aplicando la evaluación ecológica rápida y se seleccionó a la especie *Momordica charantia* como individuo representativo. Se identificaron sus componentes bioactivos en extracto hexánico, metanólico y acuoso en las partes de hojas y fruto total, mediante tamizaje fitoquímico. Al final se herborizaron las plantas identificadas en el remanente boscoso, luego se determinó que la diversidad del área de estudio es media-alta en cuanto a familias y gracias al aprovechamiento de los metabolitos secundarios de *M. charantia*, se puede potenciar los niveles nutracéuticos con aplicación biotecnológica.

Palabras claves:

Remanente Boscoso, Perturbación, Metabolitos Secundarios, Bosque Seco Tropical Ecuatoriano, *Momordica charantia*

Abstract

The Tropical Dry Forest of Ecuador (BSTE) is a unique specimen in terms of flora diversity, covering much of the Ecuadorian coast and its peculiarity is that during the summer the forest remains dry, however, it is threatened by the little importance given to its characteristic, therefore, much of its population has been reduced due to anthropogenic activities. The study area was divided by horizontal transects and 15 random collection points where the conservation status of the forest remnant of the María Auxiliadora campus of the Salesian Polytechnic University, Guayaquil, Ecuador was evaluated by applying the rapid ecological assessment and the species *Momordica charantia* was selected as a representative individual. Its bioactive components were identified in hexanic, methanolic and aqueous extracts of leaves and total fruit, by means of phytochemical screening. Finally, the plants identified in the forest remnant were herborized, then it was determined that the diversity of the study area is medium-high in terms of families and thanks to the use of secondary metabolites of *M. charantia*, nutraceutical levels can be enhanced with biotechnological application.

Keywords:

Forest Remnant, Disturbance, Secondary Metabolites, Ecuadorian Tropical Dry Forest, *Momordica charantia*

Índice de contenido

Capítulo 1	16
Antecedentes	16
1.1. Introducción	16
1.2. Planteamiento del problema	19
1.3. Formulación del problema	21
1.4. Justificación del problema	21
1.5. Localización	22
1.6. Objetivos	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.3. Objetivos específicos	23
1.7. Hipótesis o supuestos	23
Capítulo 2	24
Marco teórico.....	24
2.1. Biotecnología amarilla	24
2.2. Remanente boscoso	24
2.3. Melón amargo (<i>Momordica charantia</i>)	25
2.3.1. Taxonomía	26
2.4. Granadillo negro (<i>Dalbergia melanoxylon</i>)	26
2.4.1 Taxonomía	26
2.5. Ciper (<i>Eleocharis obtusa</i>)	27
2.5.1. Taxonomía	27
2.6. Disturbación ambiental	28
2.6.1. Pérdida de cubierta boscosa	28
2.6.2. Disminución de especies florales	28
2.6.3. Contaminación del suelo y agua	29
2.6.4. Impacto de las perturbaciones y cambio climático	30
2.7. Evaluación ecológica rápida	30
2.8. Parámetros para determinar biodiversidad	31
2.8.1. Índice Shannon	31
2.8.2. Índice Simpson	31
2.8.3. Índice inverso de Simpson	31
2.9. Herbario	31
2.9.1. Herborización	32
2.10. Repositorios Digitales	32
2.10.1. Inaturalist	32

2.10.2. Plantnet	33
2.10.3. Plants of the World Online (POWO).....	33
2.11. Tamizaje fitoquímico	33
2.12. Metabolitos secundarios	33
2.12.1. Alcaloides	34
2.12.2. Saponinas	35
2.12.3. Lactonas sesquiterpénicas	37
2.12.4. Flavonoides	38
2.12.6. Glucósidos cardiotónicos	41
2.17. Mapeo	41
2.17.1 Transectos	41
2.17.2 Parcelas	41
2.18. Maceración.....	41
2.19. Sonicación	42
2.20. Filtración al vacío	42
2.21. Extractos utilizados para la extracción de metabolitos.....	42
2.21.1 Extracto hexánico	42
2.21.2. Extracto metanólico	42
2.21.3. Extracto acuoso	43
2.22. Conservación vegetal <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>	43
Capítulo 3	44
Materiales y métodos	44
3.1. Diseño experimental.....	44
3.2. Variables de la investigación	44
3.2.1. Variables independientes	44
3.2.2. Variable dependiente	44
3.3. Población y muestra	45
3.4. Recolección de datos.....	46
3.5. Evaluación Ecológica Rápida (EER)	49
3.6. Protocolo	49
3.6.1. Selección de especie representativa.....	49
3.6.2. Determinación de metabolitos secundarios (MS)	49
3.6.3. Tamizaje fitoquímico (Chemical Screening).....	50
Capítulo 4	54
Resultados y discusiones.....	54
4.1. Colecta de muestras y datos	54

4.2. Evaluación Ecológica Rápida	57
4.3. Índices de diversidad de flora	58
4.4. Tamizaje fitoquímico	61
Capítulo 5	68
Conclusiones y recomendaciones	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones	70
Bibliografía	71
Anexos	81

Índice de ilustración

Ilustración 1. Plano de área de estudio y recolección de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil - Ecuador.....	22
Ilustración 2. Estructura básica de chalcona	38
Ilustración 3. Estructura básica de flavona	39
Ilustración 4. Estructura básica de flavonol	39
Ilustración 6. Familias representativas del remanente boscoso	55
Ilustración 7. Especies vegetales de la familia Cucurbitaceae del RB.....	56
Ilustración 8. Porcentaje de diversidad por familia presente en el RB	57
Ilustración 9. Porcentaje de género por familia	58

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la <i>Mormodica charantia</i>	26
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la <i>Dalbergia melanoxylon</i>	26
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la <i>Eleocharis obtusa</i>	27
Tabla 4. Determinación de los niveles de perturbación.....	47
Tabla 5. Pruebas del cribado químico	51
Tabla 6. Especies vegetales relevantes del área de estudio	56
Tabla 7. Interpretación de resultados sobre el rango de diversidad relativa.....	58
Tabla 8. Resultados de diversidad mediante el índice de Shannon	59
Tabla 9. Resultados de diversidad mediante el índice de Simpson	59
Tabla 10. Comparativa de los índices de biodiversidad del remanente boscoso.....	60
Tabla 11. Escala cualitativa de interpretación del tamizaje químico.....	61
Tabla 12. Resultados cualitativos del extracto hexánico de hojas <i>M. charantia</i>	62
Tabla 13. Resultados cualitativos del extracto de fruto con semilla <i>M. charantia</i>	63
Tabla 14. Resultados cualitativos del extracto metanolico de hojas <i>M. charantia</i>	64
Tabla 15. Resultados cualitativos del extracto metanolicos de futo con semilla de <i>M. charantia</i>	65
Tabla 16. Resultados cualitativos del extracto acuoso de hojas <i>M. charantia</i>	66
Tabla 17. Resultados cualitativos del extracto acuoso de fruto con semilla <i>M. charantia</i>	67

Índice de anexos

Anexo 1. Área de estudio del RB del campus universitario.....	81
Anexo 2. División de los cinco transectos y parcelas por m ²	81
Anexo 3. Recolección de especies vegetales para herbario	82
Anexo 4. Identificación y herborización de especies vegetales <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>	83
Anexo 5. Preparación de la especie vegetal representativa.....	84
Anexo 6. Peso de biomasa seca de hojas de <i>Momordica charantia</i>	85
Anexo 7. Biomasa seca de fruta total	85
Anexo 8. Biomasa seca de hoja triturada para macerado.....	85
Anexo 9. Muestra frutal con semilla tritura	86
Anexo 10. Biomasa pulverizada de fruta con semilla	86
Anexo 11. Peso total de biomasa de fruta y semilla triturada	86
Anexo 12. Sonicación de macerado hexánico, metanólico y acuoso de fruta total	87
Anexo 13. Setting de sonicador para macerados, temperatura y tiempo de la hoja.....	87
Anexo 14. Tamizaje fitoquímico para obtención de metabolitos secundarios de la hoja	87
Anexo 15. Tamizaje fitoquímico para obtención de metabolitos secundarios de fruto con semilla.....	90
Anexo 16. Evaluación ecológica rápida	92

Capítulo 1

Antecedentes

1.1. Introducción

El Bosque Seco Tropical de Ecuador (BSTE) tiene una extensión de más de 500 mil hectáreas que va desde la región Tumbesina del país, la cual se propaga desde el sur de Esmeraldas hasta el suroeste de Ecuador, abarcando Loja, Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro, estos son puntos representativos con alta variabilidad de especies endémicas, es decir, que son exclusivas, también es importante comprender que esta zona es sostenible para la diversidad (Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2019).

Se denomina BSTE al área que no recibe lluvias por un período de tiempo de 6 meses y su temperatura oscila entre los 24 – 30 °C. Sin embargo, no siempre permanece seco, pasado su tiempo de sequía, empieza la temporada de lluvia (invierno) donde crece su vegetación, dando paso a una flora vercosa (Bosque Cerro Blanco, 2021; World Wildlife Fund, 2014).

Los ecosistemas de bosques secos son caracterizados por ser los más afectados por la humanidad, debido a causa de las actividades antrópicas no se puede controlar por completo (Padilla et al., 2018; Bosque Cerro Blanco, 2021). Estos bosques caducifolios tienen una tasa de reducción de hábitat alta provocada por la intervención del hombre y sus actividades. Durante el periodo del 2008 – 2014 se reportó una tasa de deforestación de 30 km² por año (Manchego et al., 2017).

El BSTE es propenso a sufrir un proceso de fragmentación; dentro de las reservas naturales del país el porcentaje siendo menor al 2.3%, la relación de la reducción del hábitat por los cambios del uso de suelo y su conservación representa una amenaza (Manchego et al., 2017).

De acuerdo con un estudio realizado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), se deduce que existe cerca de 41.000 hectáreas de bosque caducifolio, por otra parte, se indica que en el interior del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) disponen alrededor del 50 % de 21.000 hectáreas bosque protegido (Riofrio, 2018).

El Dir. Santiago Silva de la Biodiversidad del MAE dio a conocer que en la región Costa es donde se localizan la mayoría de este tipo de bosques, él menciona que muchas personas piensan que tiene un valor insignificante a comparación con los bosques tropicales, por consiguiente, se ha procurado mantener como preeminencia parte de bosques secos, debido que en las reservas nacionales estos ejemplares vegetales se encuentran fuera del rango de protección (Riofrío, 2018).

Según el Bosque Protector Cerro Blanco (2021) el BSTE es considerado una zona prioritaria para la conservación mundial de biodiversidad, dado que contienen una alta presencia de especies endémicas. Los árboles en este tipo de bosque son caducifolios, lo que significa que pierden sus hojas durante la temporada seca.

La composición florística más destacada de especies vegetales en el BSTE es aquellas que conviven, tales como: *Mimosa albida* (zarza), *Ageratina* (flor de espuma), *Momordica charantia* (melón amargo), *Mucuna pruriens* (pica pica), *Erythrina crista-galli* (ceibo), *Guaiacum officinale* (guayacan), *Loxopterygium huasango* (guasango) pertenecientes a la familia Fabaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Anacardiaceae, Zygophyllaceae, entre otras nativas y endémicas.

Dentro del BSTE se encuentran muchas especies herbáceas con potencial biotecnológico gracias a sus metabolitos secundarios, algunas de estas especies se consideran maleza y no son aprovechadas de forma oportuna por el desconocimiento de sus aportes nutricionales. Estas especies son estereotipadas por la población, tal es el

caso de *Momordica charantia*, la cual no se consume, dado que el argot popular considera que es consumida por culebras o serpientes. Por consecuencia no se aprovecha como un alimento de consumo humano en América del Sur (Carolina, 2018).

La planta de *Momordica charantia*, también conocida como Melón amargo, Achochilla, Bálsamo, Manzana balsámica, Pera balsámica, Catajera o Cundeamor, identificado en 1993, se encuentran en áreas perturbadas, pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y sus principales características para el reconocimiento de esta especie, es su hábitat que puede llegar a medir de 2-3 m de altura, sin exceso de tricomas o muchas veces escasas en sus hojas lobuladas (Center for Aquatic and Invasive Plants, 2023).

Posee una raíz central principal, para que así se extiendan los tallos para trepar encima de cualquier lugar que tengan disponibilidad, miden de 4 a 10 cm de largo y los tallos de 3 a 5 cm (Center for Aquatic and Invasive Plants, 2023).

El follaje triturado en fresco desprende un olor repulsivo, sus flores se encuentran por separado en las axilas de las hojas superiores en tallos de 2 a 10 cm de largo. Para una identificación de reproducción sexual, se indica que las flores masculinas tienen una protuberancia y los pétalos son ovalados de color amarillo con una longitud de 10 a 20 cm, mientras las flores femeninas, poseen una hinchazón verrugosa con tres estigmas, la diferencia entre ambas. Las flores masculinas se presentan antes que las flores femeninas y por lo general existe mayor diversidad de flores masculinas (Center for Aquatic and Invasive Plants, 2023).

Los frutos presentes en esta especie tienen una forma cilíndrica colgantes, con una determinación entre 2 y 20 cm, dependiendo el tipo de variedad cultivada, es decir, se adquiere por medio de la polinización cruzada (transferencia de polen de una flor a otra), envueltas de copetes y verrugas, cuando el fruto está maduro se presenta de una tonalidad naranja a llegar al amarillo, esta capa o envoltura apresa a las semillas que

son leñosas y rojas, miden de 5 a 9 mm de largo (Center for Aquatic and Invasive Plants, 2023).

Entre los objetivos específicos de nuestro estudio, se pudo determinar metabolitos secundarios con el fin de evaluar la función de tres extractos (acuoso, metanólico y hexánico) de la hoja, fruta y semilla (estos dos últimos mezclados) de la *Momordica charantia* para su aprovechamiento biotecnológico.

Los compuestos bioactivos de la especie seleccionada poseen actividad antioxidante, la cual tiene la acción de eliminar radicales libres presentes en el fruto, resguardar la especie contra el daño oxidativo y evitar el daño celular. *M. charantia* también posee metabolitos secundarios, como alcaloides, triterpenos y polifenoles; que le otorgan propiedades medicinales, incluso posibles efectos en la lucha contra el cáncer y la reducción de la inflamación (Bortolotti et al., 2019).

1.2.Planteamiento del problema

Se conoce que la costa ecuatoriana es "menos diversa, más densamente poblada y perturbada", la cual, indica que hay más interferencia y presión humana en esta zona de impacto, lo que podría dañar la biodiversidad y de los ecosistemas locales (Kleemann et al., 2022)

El remanente boscoso (RB) presente en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador, desafía varios inconvenientes, la cual incluyen la pérdida de cubierta boscosa, la disminución de especies florales, la contaminación del suelo y del agua, en particular las perturbaciones humanas y el cambio climático contribuyen al deterioro de este ecosistema frágil y fragmentado.

La pérdida o reducción de la biodiversidad ocurre por deforestación, cambios y fragmentación de hábitat, competencia con especies invasoras y cambios en las

condiciones del suelo. El campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador es afectado por la deforestación que existe alrededor por la actividad humana existente, la ganadería, deforestación, camaroneras, constructoras de viviendas e industrias adyacentes.

Con frecuencia las instituciones académicas no tienen conocimiento sobre las áreas que poseen y son usadas para otros beneficios, en consecuencia, esas áreas de diversidad pueden ser utilizadas para un campo inmenso de investigación y ser aprovechado, existen varias problemáticas que se deben abordar como considerar estudios ecológicos de plantas invasoras, especies en peligro de extinción y análisis de la contaminación general que impacta el campus salesiano.

La problemática generada en este estudio radica en la caracterización de la biodiversidad de especies vegetales en los límites que colindan con la Universidad Politécnica Salesiana, debido a la ausencia de datos y el desconocimiento sobre los compuestos bioactivos que poseen especies vegetales particulares que pueden ser aprovechadas para futuras investigaciones, fabricación de bioproductos, creación de herbarios, análisis de la distribución de las especies para entender el rol ecológico de las plantas del BSTE.

1.3. Formulación del problema

¿Qué tipo de método o protocolo se tomaría para la evaluación de la regeneración natural, diversidad y estructura de la vegetación de área disturbada del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil – Ecuador?

1.4. Justificación del problema

El BSTE posee especies de plantas únicas las cuales tienen un gran potencial biotecnológico para la sociedad y las industrias, por ello se tiene que generar una base de datos significativa para identificar las plantas que prevalecen en las áreas disturbadas en las que se extiende el BSTE. Razón por la cual es pertinente para estudios en áreas perturbadas como en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.

La finalidad de divulgar el aporte de las especies vegetales circundantes; esto incluye que se puedan implementar medidas que permitan conservar y proteger la existencia de especies endémicas, incluso asegurar el bienestar de las especies para el aprovechamiento biotecnológico de las nuevas generaciones.

El enfoque que se desea desarrollar es mediante una evaluación ecológica rápida para estas áreas que se van a estudiar, una identificación precisa de los factores que contribuyen a la perturbación sobre el manejo de áreas perturbadas, además mejorar y restaurar los esfuerzos de preservación en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador.

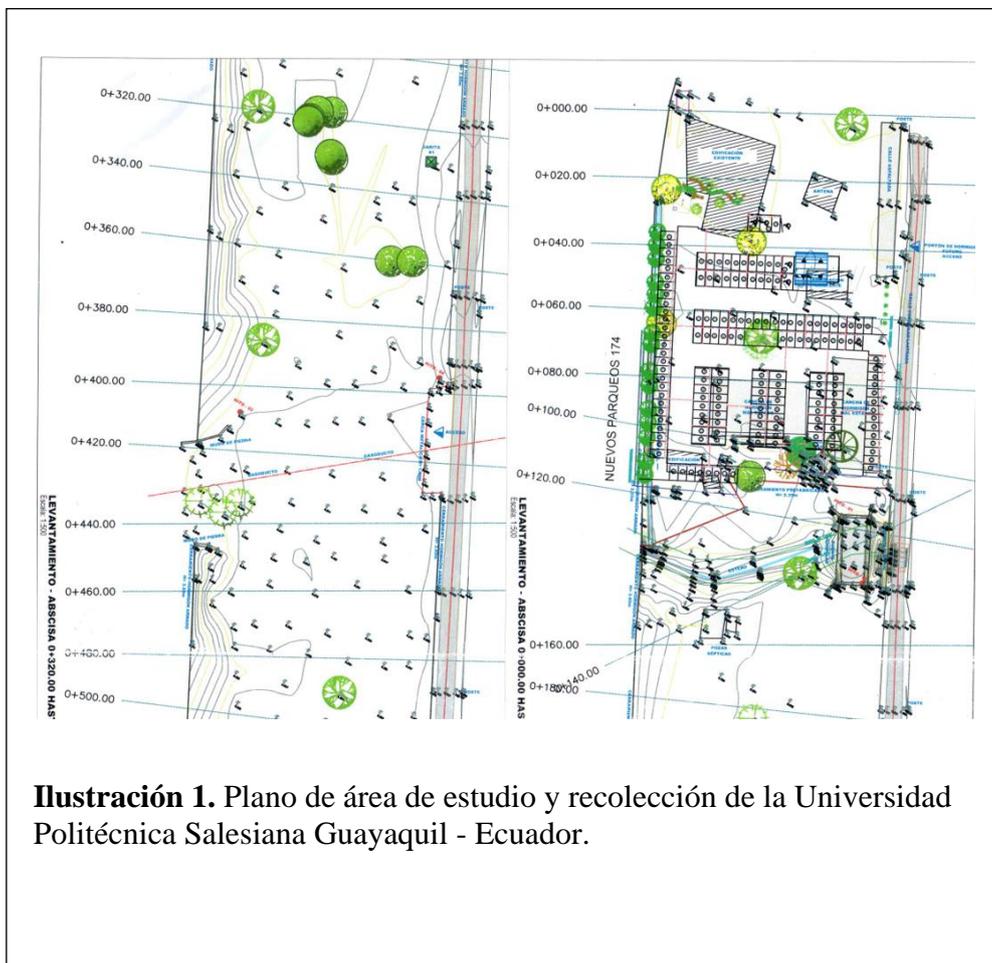
El aprovechamiento que se puede obtener mediante el estudio de las especies vegetales que se encuentran en el remanente boscoso del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador, son para la obtención o uso medicinal y alimenticio, de modo que se escoja una especie representativa para demostrar el uso alimenticio que logre disponer.

1.5. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, en la ciudad Guayaquil - Provincia del Guayas, en la zona litoral de Ecuador, situado en vía a La Costa, Km. $19\frac{1}{2}$.

Las coordenadas geográficas del inicio del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil son $2^{\circ}11'31.1''S$ $80^{\circ}02'44.8''O$ y las coordenadas resultantes, es decir desde el comienzo del muestreo de los transectos son desde $2^{\circ}11'49.2''S$ $80^{\circ}02'34.4''O$ hasta $2^{\circ}11'56.3''S$ $80^{\circ}02'30.2''O$, indicando como final el gasoducto que se encuentra dentro del área del campus.

Con el respectivo muestreo que se llevó a cabo sobre la zona que se realizó la identificación, se obtuvo 259,2 m de longitud (L) y 71, 2 m (l) de ancho, con un área total de estudio de 3691.008 m².



1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Evaluar la regeneración natural, diversidad y estructura de la vegetación de área disturbada del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil - Ecuador.

1.6.3. Objetivos específicos

- Identificar las especies vegetales mediante catálogos y herbarios digitales para su herborización.
- Determinar el índice de diversidad vegetal presente mediante una evaluación ecológica rápida.
- Evaluar el aprovechamiento biotecnológico de una especie alimenticia representativa del campus María Auxiliadora mediante tamizaje fitoquímico.

1.7. Hipótesis o supuestos

El estado de conservación de las especies vegetales del remanente boscoso seco tropical del campus María Auxiliadora posee un potencial aprovechamiento biotecnológico.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Biotecnología amarilla

La biotecnología agrícola abarca una amplia variedad de temas, como el cultivo de tejidos vegetales, la micropropagación, el uso de marcadores moleculares para la mejora genética, la genómica y el uso de organismos genéticamente modificados (OGM) o plantas transgénicas. Estas plantas transgénicas contienen genes de otros organismos que han sido adquiridos de formas no naturales, a través de técnicas como la ingeniería genética (Bravo Alejandra, 2013).

Incluso, se centra en la aplicación de técnicas biotecnológicas para mejorar los cultivos y la producción de alimentos. Sus áreas de enfoque incluyen el desarrollo de cultivos genéticamente modificados para mejorar características como resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a condiciones ambientales adversas y aumento de la productividad, además se utiliza para producir alimentos funcionales con propiedades saludables mediante la modificación genética de ingredientes alimentarios y se emplea en la producción de bioplásticos a partir de cultivos renovables, reduciendo así la dependencia de los plásticos derivados del petróleo (Huang Jikun et al., 2002; James, 1996).

2.2. Remanente boscoso

Los remanentes boscosos son áreas de bosques naturales primarios que han quedado aislados debido a la fragmentación del hábitat causada por la ocupación y transformación de paisajes previamente forestales (SERFOR, 2015).

Estos remanentes pueden tener diferentes usos, como la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que los bosques proporcionan, la

explotación sostenible de productos no maderables y la extracción controlada de madera bajo regulaciones estrictas (SERFOR, 2015).

2.3. Melón amargo (*Momordica charantia*)

Esta especie es sembrada desde tiempos antiguos tanto por su valor culinario como por sus usos en la medicina tradicional (Mazza, 2009).

Puede ser cultivada en áreas de clima tropical y subtropical con altas precipitaciones y suelos bien drenados. Es una planta de rápido crecimiento que puede cubrir la vegetación o los soportes en los que se trepa. Puede cultivarse tanto a pleno sol como en áreas con una ligera sombra (Mazza, 2009).

Mazza también menciona que, en varios países de Asia y Sudamérica, donde ha sido asentada esta especie es consumida en diferentes formas, tanto las hojas como los frutos son utilizados, pero deben ser recolectados antes de que maduren por completo y cambien de color, ya que los frutos maduros pueden ser tóxicos e incomedibles.

Gracias a una sustancia llamada momordicina, va a ser que reduzca su sabor amargo, los frutos se sumergen en agua salada y se les quita la capa externa, donde se concentra esta sustancia. Además, las flores y los brotes jóvenes se utilizan para dar sabor a varios platos y, junto con las hojas, se consumen cocidos como verdura (Mazza, 2009).

La planta también se utiliza en jardinería debido a su follaje y su peculiaridad con los frutos. Debido a su rápido crecimiento y hojas grandes, puede ser utilizada para crear pantallas temporales durante el verano (Mazza, 2009).

2.3.1. Taxonomía

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la *Mormodica charantia*

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Violales

Fuente: Conabio, 2009

2.4. Granadillo negro (*Dalbergia melanoxylon*)

El *Dalbergia melanoxylon*, conocido por el argot popular como ébano o palisandro africanos, es un árbol originario de diversas regiones de África, como Mozambique, Tanzania, Sudáfrica y Zimbabwe. Este árbol tropical se desarrolla mejor en climas cálidos y húmedos, y suele encontrarse en bosques tropicales y subtropicales (Quinta do Ouriques, 2022).

2.4.1 Taxonomía

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la *Dalbergia melanoxylon*

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	-
División	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae

Nota. NaturaLista México, 2016. *Dalbergia melanoxylon* se encuentra en peligro de extinción, no existen estudios sobre la superdivisión

2.5. Ciper (*Eleocharis obtusa*)

Es una planta que se encuentra en regiones pantanosas y estanques de agua dulce en América del Norte. Es utilizada en acuarios, debido a sus hojas estrechas y verde brillante, sirviendo como planta de fondo. Además de su valor ornamental, esta planta desempeña un papel crucial en la ecología acuática al proporcionar hábitat, refugio para diversas especies de peces y otros organismos acuáticos. Por lo general, la familia de esta especie crece en áreas inundables, bordes de lagunas y arroyos (Schneider et al., n.d.; INaturaList Ecuador, 2016).

2.5.1. Taxonomía

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la *Eleocharis obtusa*

Reino	Plantae
Subreino	-
Superdivisión	-
División	-
Clase	Liliopsida
Subclase	-
Orden	Poales

Nota. INaturaList Ecuador, 2016. *Eleocharis obtusa* se encuentra en peligro de extinción, no existen estudios sobre el subreino, superdivisión, división y subclase.

2.6. Disturbación ambiental

La perturbación ambiental en los remanentes boscosos se refiere a los cambios negativos causados por las actividades antrópicas, como la deforestación, la fragmentación del hábitat, la contaminación y la introducción de especies invasoras. Estas alteraciones tienen un impacto significativo en la biodiversidad y la salud del ecosistema, resaltando la necesidad de evaluaciones ecológicas rápidas para comprender y mitigar sus efectos, por ende, las evaluaciones son importantes para la toma de decisiones en la planificación de áreas protegidas y estrategias de conservación de la biodiversidad (Informe del Medio Ambiente & Gobierno de México, 2015).

2.6.1. Pérdida de cubierta boscosa

La deforestación es la eliminación del dosel arbóreo debido a causas humanas o naturales, como los incendios, y es considerada uno de los eventos más catastróficos de la actualidad (Weisse & Elizabeth Dow Goldman, 2017).

Esta pérdida del componente arbóreo en los bosques y selvas conlleva múltiples consecuencias negativas, como la pérdida de especies y diversidad genética, la disminución de recursos forestales y servicios ecosistémicos. Y afectaciones en los sistemas hídricos y climáticos a escala mundial (Ferrara & Lovreglio, n.d.).

Además, la deforestación tiene consecuencias globales catastróficas, pues bien, los árboles son importantes consumidores de dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero (Peralta-Carreta et al., 2019).

2.6.2. Disminución de especies florales

Se refiere a la reducción en la diversidad y cantidad de plantas con flores en un ecosistema determinado. Esto puede ser causado por diversos factores, como

la pérdida de hábitat, la introducción de especies invasoras, la contaminación, la alteración del ciclo del agua, la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global (European Parliament, 2020).

Estos factores pueden tener un impacto negativo en la polinización de las plantas, lo que a su vez afecta la producción de flores y frutos. La disminución de especies florales tiene consecuencias negativas en la diversidad genética, los recursos forestales, los servicios de los ecosistemas, los sistemas globales de agua y clima (Singh et al., 2021; Theodorou et al., 2020).

Es importante preservar los hábitats naturales, promover la polinización adecuada por insectos nativos, aplicar prácticas sostenibles y de reforestación para restaurar los ecosistemas afectados (Singh et al., 2021; Theodorou et al., 2020).

2.6.3. Contaminación del suelo y agua

La explotación intensiva del suelo por parte de los seres humanos a menudo resulta en un deterioro de su salud, lo cual se manifiesta en la disminución de la materia orgánica, la compactación, la contaminación y la salinización. Esto, a su vez, provoca una disminución de la biodiversidad del suelo. La contaminación del suelo puede tener diversas fuentes, como la agricultura, la industria, la gestión de desechos y el transporte, lo que significa que puede afectar tanto a áreas rurales como urbanas. La contaminación del suelo ha demostrado ser perjudicial para la comunidad del suelo en varias ocasiones, ya sea por metales pesados, contaminantes orgánicos o la deposición atmosférica de nitrógeno (Tibbett et al., 2020).

La contaminación del agua en áreas perturbadas es una preocupación grave que afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a los seres humanos. La

alteración del entorno natural, como la deforestación y la degradación del suelo, puede contribuir a la contaminación del agua al aumentar la escorrentía de sedimentos y productos químicos hacia los cuerpos de agua cercanos. Además, las actividades humanas como la agricultura intensiva, la minería y la industria pueden liberar contaminantes al agua sin un tratamiento adecuado. Esta contaminación puede incluir sustancias químicas tóxicas, nutrientes en exceso, pesticidas, metales pesados y patógenos (Agua a Través del Currículo, n.d.; NRDC, 2023).

2.6.4. Impacto de las perturbaciones y cambio climático

Las alteraciones en zonas perturbadas pueden tener consecuencias importantes para la salud del suelo y la diversidad biológica. El cambio climático tiene la capacidad de modificar las condiciones de temperatura y humedad del suelo, lo que a su vez afecta la variedad de especies presentes en él (Tibbett et al., 2020).

Por otra parte, el cambio climático puede dar lugar a fenómenos meteorológicos extremos, como precipitaciones intensas y sequías, así como al aumento del nivel del mar (Tibbett et al., 2020).

2.7. Evaluación Ecológica Rápida (EER)

La EER en remanentes forestales se emplea para examinar la biodiversidad en áreas de bosques que han quedado como fragmentos en paisajes alterados por la actividad humana (Playones et al., 2005).

Estas evaluaciones se llevan a cabo utilizando métodos ágiles y eficientes para identificar especies clave, evaluar la salud del ecosistema y determinar el estado de conservación de la flora presente en estos remanentes (Ochoa & García, 2005; Playones et al., 2005).

Son fundamentales para la toma de decisiones en la planificación y gestión de áreas protegidas, así como para la implementación de estrategias de conservación de la biodiversidad (Ochoa & García, 2005; Playones et al., 2005).

2.8. Parámetros para determinar biodiversidad

Son indicadores que ayudan a medir aspectos importantes sobre distintos hábitats. Son medidas sobre la integridad, el uso sostenible de los ecosistemas (Bubb et al., 2011).

2.8.1. Índice Shannon

Este índice ayuda a medir la incertidumbre o información contenida en una fuente de datos. Es de los más utilizados para cuantificar la biodiversidad (Pla, 2006).

2.8.2. Índice Simpson

Es un índice de dominancia, este indica la probabilidad en la cual dos especies al azar pueden pertenecer a la misma especie de una comunidad vegetal (Somarriba, 1999)

2.8.3. Índice inverso de Simpson

Se muestra como un índice más sensible a la abundancia de especies, mientras que el índice de Simpson mide la dominancia de especies en un ecosistema, el inverso se centra en la riqueza de especies (López et al., 2017).

2.9. Herbario

Según La Universidad de Antioquia, los herbarios son como bibliotecas de plantas, donde se almacenan muestras de plantas prensadas y secadas para su estudio científico.

Estos espacios contienen especímenes que incluyen hojas, flores y frutos, los cuales permiten su identificación taxonómica.

Cada muestra se adhiere a una cartulina y se organiza en la colección utilizando un sistema de clasificación jerárquica. De esta manera, los herbarios proporcionan material comparativo esencial para estudios en taxonomía, ecología, anatomía, conservación y biodiversidad de plantas (Universidad de Antioquia, n.d.).

2.9.1. Herborización

La herborización es una técnica botánica para recolectar y preservar muestras de plantas (Universidad de Antioquia, n.d.).

Se elige un área de estudio y se corta el material que muestra la disposición de las hojas y las estructuras reproductivas. Luego, se prensa el material recolectado en el campo, seguido se utiliza una hoja de periódico doblada por la mitad para que quede plano y de un tamaño estándar para el montaje en un herbario (Universidad de Antioquia, n.d.).

2.10. Repositorios digitales

Las herramientas digitales para el desarrollo del aprendizaje son programas informáticos que fomentan la participación y colaborativa de los estudiantes, simplifican las tareas de aprendizaje y permiten aprovechar recursos existentes en línea, ahorrando tiempo (Hernández-Carranza et al., 2015)

2.10.1. Inaturalist

Según el investigador de INaturaList, Galindo permite a las personas aprender sobre las plantas y animales de todo el mundo.

Los usuarios pueden registrarse, compartir observaciones y conectarse con expertos en la materia, contribuyendo al conocimiento sobre la biodiversidad (Galindo, 2022).

2.10.2. Plantnet

La aplicación pide confirmar que la imagen tomada corresponda con la planta que estás tratando de identificar comparándola con imágenes de especies relacionadas (Minguella, 2023).

2.10.3. Plants of the World Online (POWO)

Facilita una recopilación de detalles como: la taxonomía, identificación, imágenes, distribución, amenazas, rasgos, genética molecular y usos de las plantas vasculares a nivel mundial. Real Garden of Botany at Kew, así como sus asociados y colaboradores, contribuyen con los datos y los ponen a disposición de forma gratuita en POWO (Kew Science, 2017).

2.11. Tamizaje fitoquímico

Se refiere a la identificación de metabolitos secundarios en extractos de productos naturales, empleando diferentes métodos y análisis químicos como extractos etéreos, alcohólicos y acuosos de productos naturales para comparar los metabolitos extraídos con disolventes de diversas polaridades. A este proceso también se lo suele conocer como cribado fitoquímico, se aplica a partes vegetales ricas en metabolitos secundarios, como hojas, tallos, raíces y corteza. Se examinan compuestos como alcaloides, terpenos y flavonoides en estos extractos vegetales (Castillo Mendoza et al., 2022).

2.12. Metabolitos secundarios

Son pequeñas moléculas orgánicas generadas por organismos que no resultan vitales para su crecimiento, desarrollo ni reproducción. Sin embargo, en el reino vegetal, el

metabolismo secundario es único, permite atraer polinizadores, regular el ciclo celular y brindar defensa contra bacterias y rayos ultravioleta. Los metabolitos secundarios (MS) tienen un potencial significativo en diversas áreas de investigación y aplicaciones para abordar desafíos socioambientales (Lustre Sánchez, 2022)

2.12.1. Alcaloides

Los alcaloides son compuestos orgánicos naturales producto de un mecanismo de defensa de ciertas especies de plantas y poseen átomos de nitrógeno en su estructura, es decir, presentan un grupo amina (NH_2). Tienen efectos psicoactivos, medicinales o tóxicos, sin embargo, son propiedades que se aprovechan por el interés biológico y farmacológico. Los alcaloides se dividen en varias clases dependiendo de su estructura química y función biológica (Soledad Mora Vásquez et al., 2022).

- **Ácido sulfúrico (H₂SO₄)**

El ácido sulfúrico es un compuesto químico, tiene fuertes propiedades deshidratantes y oxidantes (Comunidad Andina, 2013). Es un ácido fuerte que hidroliza y libera los alcaloides en forma de sales presente en las plantas (Arturo P. 2017).

- **Reactivo Mayer**

El reactivo de Mayer es una solución que contiene cloruro de mercurio y yoduro de potasio. Los alcaloides reaccionan al entrar en contacto con los iones de Hg y forman un precipitado amarillo o blanco (Andrés et al., 2014).

- **Reactivo Dragendorff**

El reactivo de Dragendorff es un agente utilizado para la revelación de alcaloides, formando precipitado rojizo-marrón cuando entra en contacto con los alcaloides libres por la acidulación (Arturo P. 2017).

2.12.2. Saponinas

Según Ahumada y colaboradores, (2016) las saponinas se las identifica como metabolitos secundarios que integran un conjunto de glucósicos oleosos formados por Sapogenina llamada aglicona la cual es capaz de disolverse en agua originando espuma. Estos compuestos activos se relacionan con las esterinas vegetales por implicar grupos de hidroxilos y uniones de éter y lactónicas (Ashour et al., 2019). El ginseng, los frejoles, la quinua, las pencas, la tingana y demás variedades de plantas contienen este elemento.

Como afirma (Díaz Alegria, 2022), existen diferentes tipos de saponinas:

- **Saponinas triterpenoides:** Corresponden al grupo de saponinas compuestas, que se encuentran en plantas adaptogénicas que contienen glucósidos de saponina definiendo como la unión de moléculas de azúcar a la unidad de triterpeno.

- **Saponinas esteroidales:** Pertenecen a la familia de las monocotiledóneas (plantas sin tallos). No se encuentran muy distribuidas en la naturaleza. Se subdividen en los derivados del espirostano (esteroides de origen vegetal) y los derivados del furostanol.

- **Sapogeninas espirostánicas:** En el caso de estas, la cadena lateral a la cual también se la conoce como cadena espirocetálica conforma anillos adicionales (E y F) contenidos en planos perpendiculares entre sí. El átomo de carbono se encuentra unido a los dos nuevos anillos y a su vez estos a dos átomos de oxígeno.

- **Sapogeninas furostánicas:** Con anillo F abierto.

- **Sapogeninas fuoespirostánicas:** Anillos E y F con cinco miembros cada uno.

- **Prueba de peróxido de hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno es conocido como agua oxigenada es un fluido débilmente ácido, claro e incoloro. Capaz de disolverse todas sus proporciones en agua a pesar de ser poco viscosa, debido a la cantidad de puentes de hidrógeno (Arquimi, n.d.).

Productos sintéticos comerciales están disponibles en soluciones acuosas y considerado el mejor agente desinfectante por sus características oxidativas (Arquimi, n.d.).

- **Peróxido de hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno (H₂O₂) o agua oxigenada, su masa molecular es 34,014 g/mol, posee una estructura no polar H-O-O-H en sus cuatro átomos entrelazados de forma covalente (Arquimi, n.d.).

2.12.3. Lactonas sesquiterpénicas

Las lactonas sesquiterpénicas son MS en algunas familias de plantas que comparten igualdad en cuanto a la solubilidad que poseen la mayoría de los terpenoides. Tienen afinidad con solventes apolares como el benceno, cloroformo, éter etílico (Gómez Paternina, 2018).

Estos MS tienen actividad biológica como antimicrobianos, analgésicos, antiinflamatorios, etc., convirtiéndose en su mayor característica (Roberto, 2013).

- **Prueba de Baljet**

El reactivo de Baljet es un agente revelador preparado a partir de dos soluciones, A y B, con relación 1:1 (V/V) de ácido pícrico (A) e Hidróxido de sodio al 10% (B). Al entrar en contacto la solución compuesta con las sesquiterpenlactonas, como lactonas insaturadas, se revela un viraje colorímetro de naranja-rojo (Roberto, 2013).

- **Solución A: ácido pícrico**

El ácido pícrico tiene varias funciones como explosivo, colorante, reactivo de Baljet, entre otras (José & Mamani, 2021). La reacción ocurre en un medio básico, formando una molécula de H₂O y picrato de sodio, el cual es responsable de la interacción con el grupo carbonilo de las lactonas insaturadas (Vega C. et al., 2009).

- **Solución B: Hidróxido de sodio**

2.12.4. Flavonoides

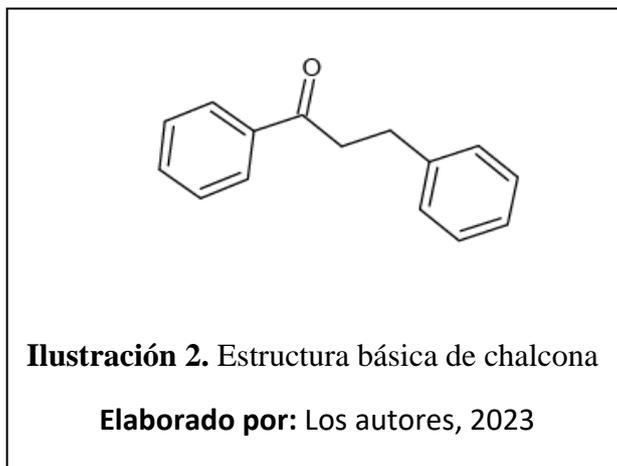
Los flavonoides son compuestos producidos por el metabolismo secundario de las plantas. Al igual que otros compuestos bioactivos de origen vegetal, los flavonoides se sintetizan a través de una combinación de la ruta del ácido shikímico y la ruta de los policétidos (López Tránsito, 2002).

Prueba de ácido sulfúrico (H₂SO₄)

Indica que es una prueba cualitativa y puede indicar la presencia de metabolitos secundarios por el cambio de calor existente en la muestra, dependiendo de la especie vegetal que se esté estudiando.

- **Chalconas**

Las chalconas son precursoras de los flavonoides e isoflavonoides, se denominan flavonoides de cadena abierta por la ausencia del anillo C (Sierra, 2019). Son cetonas aromáticas y su actividad biológica es antiviral, antiinflamatoria, antimaláricos, antiparasitarias (Arlindo Pascual et al., 2018).



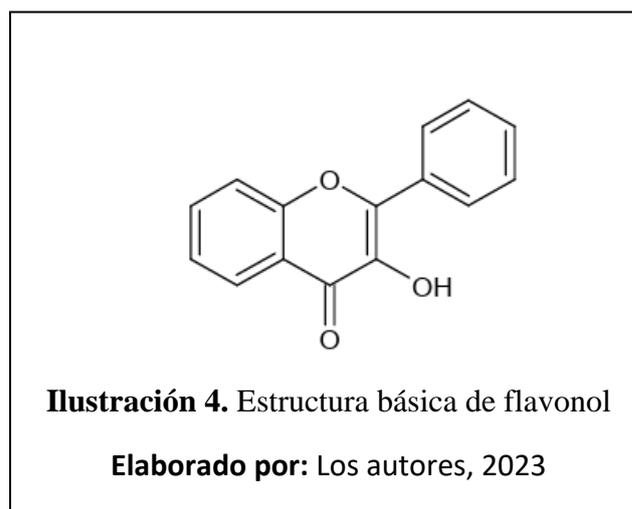
- **Flavonas**

Se encuentran en una variedad de especies vegetales. Como la diosmetina, que tiene un carbonilo grupo en la posición 4 del anillo C y carece de un grupo hidroxilo en la posición C3, en la posición 4 del anillo C y carece de un grupo hidroxilo en la posición C3 (Martínez-Flórez et al., 2002).



- **Flavonoles**

Como la quercitina, que tiene un grupo carbonilo en la posición 4 y un grupo OH en la posición 3 del anillo C (Martínez-Flórez et al., 2002).



- **Prueba de Zinc**

La prueba de zinc para determinar la presencia de flavonoides reacciona con el HCl concentrado, produciendo hidrógeno y al reducirse genera iones flavilio provenientes de flavonoides. Al final de la reacción se produce un cambio de color que pasa de rosa tenue a rojo intenso (Guadalupe, 2017)

- **Leucoantocianidinas**

Las leucoantocianidinas están presentes en plantas y son antecesoras de antocianidinas (J. Mauricio Peñarrieta et al., 2014). Contiene niveles bajos de toxicidad y tienen actividades antioxidantes (LUENGO, 2002).

- **Catequinas**

Las catequinas son los MS más comunes en las plantas alimenticias. Una de sus actividades biológicas es la inhibición de trombosis arterial, reducción total de colesterol y actividad anti-oxidante (J. Mauricio Peñarrieta et al., 2014).

- **Cumarinas**

Son MS presentes en los productos de las plantas, es decir en las hortalizas y frutos. Las cumarinas son consideradas como fenoles sobre todo cuando se une algún grupo -OH a una estructura cumarínica (J. Mauricio Peñarrieta et al., 2014).

- **Reacción de Emerson**

La reacción de Emerson es un revelador de cumarinas ante la presencia de hidroxilos fenólicos y resulta en un color ámbar/rojo

- **Prueba de hidróxido de potasio (KOH)**

Es un método utilizado para identificar la presencia de MS, mediante un cambio de color.

2.12.6. Glucósidos cardiotónicos

Los glucósidos cardiotónicos son MS presentes en ciertas plantas y actúan como reguladores que controlan la frecuencia ventricular en personas con problemas miocárdicos. Comparten igualdad en cuanto a la solubilidad que poseen la mayoría de los terpenoides. Tienen afinidad con solventes apolares como el benceno, cloroformo, éter etílico (Gómez Paternina, 2018).

Estos MS tienen actividad biológica como antimicrobianos, analgésicos, antiinflamatorios, etc., convirtiéndose en su mayor característica. (Roberto, 2013).

2.17. Mapeo

Infiere en analizar áreas espaciales del territorio para saber qué zona exacta se va a estudiar.

2.17.1 Transectos

El transecto es un método que implica delimitar un área rectangular dentro de una zona de estudio para medir diferentes parámetros. Las dimensiones de los transectos pueden variar según el tipo de vegetación y los parámetros que se desean medir (Fernández, 2017).

2.17.2 Parcelas

Este método es muy utilizado para obtener muestras más uniformes es el de los cuadrantes e implica colocar un cuadrado sobre la vegetación para medir la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas (Fernández, 2017).

El tamaño del cuadrante varía según la facilidad y rapidez del muestreo, así como el tipo de planta y su densidad (Fernández, 2017).

2.18. Maceración

Se encarga de disolver el material vegetal primario en un disolvente específico (como agua, hexano o alcohol) a temperatura ambiente. Puede tomar desde varios minutos hasta varias semanas (Poland, 2022).

2.19. Sonicación

El acto de aplicar energía sonora, ultrasonido aplicado a una muestra se conoce como "sonicación", y tiene diversos fines científicos o industriales (Artedynamico, 2022).

2.20. Filtración al vacío

La filtración al vacío es un método utilizado para separar sólidos de líquidos. Consiste en colocar una solución en un recipiente con papel de filtro en la parte superior. Luego, se aplica vacío al recipiente, utilizando una bomba de vacío, lo que succiona el aire y crea un vacío. Este vacío extrae las impurezas de la solución y las deposita en el papel filtro. Después de este proceso, el líquido filtrado puede recogerse sin las impurezas (Comunicación Marpa Vacuum, 2022).

2.21. Extractos utilizados para la extracción de metabolitos.

2.21.1 Extracto hexánico

El hexano es un solvente orgánico que tiene la capacidad de extraer metabolitos secundarios tales como: ceras, alcanos, ácidos grasos, esteroides, cumarinas y algunos alcaloides, es decir, compuestos lipofílicos (Flores-Morales et al., 2014).

2.21.2. Extracto metanólico

El metanol es un compuesto orgánico polar y volátil tóxico. Este solvente permite extraer la mayor cantidad de metabolitos secundarios por su polaridad que puede tener con los metabolitos secundarios presentes (Vélez et al., 2018).

2.21.3. Extracto acuoso

El agua es conocido como un solvente universal por su polaridad que le otorga la capacidad de disolver la mayoría de las sustancias. El extracto acuoso tiene la ventaja de formar puentes de hidrógenos a través de cambios iónicos o son sustancias polares. (Victor & Alexander, 2018)

2.22. Conservación vegetal *in situ* y *ex situ*

La conservación vegetal *ex situ* se refiere a una amplia gama de recursos, técnicas e infraestructuras especializadas que se utilizan para proteger y preservar individuos o poblaciones de plantas fuera de su entorno natural. Su principal objetivo es disminuir el riesgo de extinción de especies o poblaciones, y en algunos casos, introducir nuevas poblaciones en su hábitat original. Esta práctica busca asegurar la supervivencia y recuperación de las plantas en peligro, brindándoles un entorno seguro y controlado donde puedan crecer y reproducirse (Lascuráin Maite et al., 2009).

La conservación *in situ* se enfoca en preservar los ecosistemas naturales, en particular en zonas protegidas, reservas, y en garantizar la supervivencia, el mantenimiento o la recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno original (Crop Wild Relatives Global Portal, 2010).

Capítulo 3

Materiales y métodos

3.1. Diseño experimental

Para identificar las especies vegetales se requirió que las plantas se encuentren en estado de conservación ideal dentro de su hábitat, es decir que las plantas contengan flor, fruto y hojas. Para ello, el área total de estudio comprendido aprox., en 18455.04 m², se dividió en 5 transectos horizontales (T) de aprox., 3691.008 m² cada uno, los cuales se encontraban delimitados en su interior por 3 pequeñas parcelas (P) de 1m² cada una donde se colectaron y contabilizaron las especies por cada m². Esta área comprendió desde la zona no disturbada del campus hasta el paso de un gasoducto. La delimitación permitió realizar la EER para conocer el estado del RB y agilizó la recolección de las EV según el manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal por (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Ya conocido el área en metros cuadrados de las parcelas (m²) se obtuvo un total de quince puntos de recolección, donde se realizó la EER por transecto, metodología adaptada de (Salmerón et al., 2015)

Las variables independientes se definieron en función de su nula influencia sobre la determinación del estado de conservación del área de estudio mientras que las variables dependientes se definieron en función de su incidencia sobre los resultados de niveles de perturbación del RB.

3.2. Variables de la investigación

3.2.1. Variables independientes

- Transectos
- Puntos de muestreo
- Tamizaje fitoquímico

3.2.2. Variable dependiente

- Especies vegetales

- Nivel de diversidad
- Dominancia
- Niveles de perturbación

Luego, las especies vegetales se identificaron y herborizaron para su preservación. Para conocer el estado de conservación del RB se aplicó una prueba de evaluación rápida EER, se seleccionó la especie representativa según su repetitividad en los transectos y para determinar el potencial alimenticio se realizó una prueba cualitativa para conocer los MS que posee la planta.

Para llevar a cabo esta actividad, se realizó un reconocimiento geográfico del área de estudio que es el RB perteneciente al BSTE, observando y midiendo la zona; esto permitió delimitar el espacio que será analizado, por ello también se realizó un mapeo general del sitio según menciona (Mendoza, 2011).

3.3. Población y muestra

La colecta de especies vegetales (EV) del RB del BSTE se realizó de forma aleatoria, dividiendo el área total a muestrear en cinco transectos horizontales de igual distancia tal cual se hace mención previamente con la selección al azar de pequeñas parcelas o puntos (P) de recolección de 1m² dentro de cada T y por consiguiente también se recolectó muestras vegetales ideales a diez metros alrededor del P al azar debido a la repitencia o densidad de ciertas especies vegetales que abarcaban por completo el punto, de esta forma la recolección de especies sería diversa y significativa.

Dentro de cada T se escogieron tres P para la recolección de EV, es decir, se generaron cinco T totales y quince P totales, tres puntos por cada transecto, adaptado de (Salmerón et al. 2015).

3.4. Recolección de datos

La población de especies vegetales del RB mantiene una diversidad amplia y conservada, pero para determinar los valores de riqueza de especies (S), dominancia y biodiversidad de la población se aplicaron dos índices, Shannon (H) (Ec 1) y Simpson (λ) (Ec 2), lo que dan a conocer el número de especies diferentes presentes, la equidad relativa, es decir la distribución de abundancia y determinar la dominancia de especies en una población vegetal. El inverso de Simpson (Cinv) (Ec 3) comparte similitud con el índice de Shannon y Simpson original, sin embargo, nos permite representar la respuesta a los niveles de disturbación ambiental (Arturo Salmerón López et al., 2017) (Zhofre Mendoza, 2013).

Ec. 1. Índice de Shannon (H)

$$H = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_n p_i)$$

En donde:

H: Índice de Shannon

Ln: Logaritmo natural

Pi: Proporción del No. total, de individuos que constituye la especie i

Ec. 2. Índice de Simpson (σ)

$$\sigma = \sum (p_i)^2$$

En donde:

σ : Índice de dominancia

Pi: Proporción de individuos de una especie

n: No. de individuos de la especie

N: No. total, de individuos de todas las especies

Ec. 3. Inverso de Simpson (Cinv)

$$Cinv = \frac{1}{\sum(p_i)^2}$$

Los valores obtenidos que determinaron los niveles de perturbación de la vegetación mediante la aplicación de los índices de Shannon, Simpson y su inverso se interpretaron con relación a los propuestos por (Aguirre et al., 2018).

Tabla 4. Determinación de los niveles de perturbación

Simpson		Shannon	
Intervalos	Interpretación	Intervalos	Interpretación
Mayor a 0,67	Diversidad alta	> 3,53	Diversidad alta
0,34 - 0,66	Diversidad media	1,36 - 3,5	Diversidad media
0 - 0,33	Diversidad baja	0 - 1,35	Diversidad baja

Los parámetros estructurales de un bosque (Ramírez Huila, Wagner et al., 2022) adaptados para el muestreo en el RB del campus, los cuales son ecuaciones que ayudan a medir la densidad absoluta (D) (Ec 4), densidad relativa (DR) (Ec 5), frecuencia relativa (FR) (Ec 6), diversidad relativa de familia (DrF) (Ec 7) y diversidad relativa de género (Drg) (Ec 8) (Zhofre Mendoza, 2013).

Ec. 4.

$$\begin{aligned} \text{Densidad absoluta (D)} \\ = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del Área muestreada}} \end{aligned}$$

Ec. 5.

$$\begin{aligned} \text{Densidad Relativa (DR)\%} \\ = \left(\frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total de ind}} \right) \times (100) \end{aligned}$$

Ec. 6.

$$\text{Frecuencia Relativa (FR)\%} = \frac{\text{No. de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

Ec. 7.

$$\text{Diversidad Relativa de Familia (Drf)} = \left(\frac{\text{Número de especies dentro de una familia}}{\text{Número total de especies}} \right)$$

Ec. 8.

$$\text{Diversidad Relativa de Género (Drg)} = \left(\frac{\text{Número de especies dentro de un género}}{\text{Número total de especies}} \right)$$

La identificación de las especies vegetales se realizó mediante repositorios de herbarios digitales como Plants of the World Online (POWO), Red de Herbarios del Noroeste de México y aplicaciones con base de datos de plantas una vez identificadas, se procedió a validar por la caracterización digital de las aplicaciones digitales iNaturalist (iNaturalist, 2023) y PlantNet (Joly A. et al., 2015), la identificación fue *in situ* (durante la recolección), *ex situ* (especie vegetal recolectada y almacenada), adicional a la identificación también se observó que la especie vegetal colectada posee los parámetros ideales para determinar una herborización correcta:

- Nombre de la familia.
- Nombre científico de la especie.
- Nombre del autor descubridor.
- Nombre común de la especie.

Parámetros ideales de identificación de la especie vegetal

- Rama con hojas
- Fruto
- Flor

3.5. Evaluación Ecológica Rápida (EER)

Para aplicar la EER se adoptaron parámetros específicos de la guía para restauración de páramos del Antisana (Aguirre et al., 2018), los cuales sirvieron para recabar información sobre las condiciones en las que se encuentra el RB, tanto en su estructura vegetal, diversidad y disturbio presente en cada T y P (Guerra-Martínez et al., 2021). El formato utilizado fue tomado de (Aguirre et al., 2018), propuesto y modificado de: MAC (2003) y Vargas (2011) **anexo 16**.

3.6. Protocolo

3.6.1. Selección de especie representativa

La selección de la EV fue el resultado de la estigmatización de una planta discriminada por ser denominado como la “comida de las serpientes”, por ello se seleccionó la planta *Momordica charantia*, también conocido como achochillo o melón amargo, en adición a la estigmatización que posee dentro de la cultura nacional ecuatoriana, también se indagó los componentes presentes en la fruta y hojas, es decir, la determinación de sus metabolitos secundarios (MS), debido a que esta EV es usada en la gastronomía en continentes como Asia, África (Keseru et al. 2016), América (países del Caribe, Haití y República Dominicana) por sus múltiples beneficios para la salud y aporte nutricional (Richter et al., 2023).

3.6.2. Determinación de metabolitos secundarios (MS)

Se realizó un tamizaje fitoquímica para determinar los MS presente en las hojas de la EV y su fruto, para esto se obtuvo la EV dentro de los cinco T, se trasladó al laboratorio de vegetal del campus, se separó los frutos de las hojas, se lavaron las hojas y frutos con agua destilada, se deshojó y se colocaron en un molde de aluminio, las frutas se abrieron, se cortaron y se pusieron en un molde de aluminio, a continuación se colocaron los moldes en la estufa a 42°C por dos días para retirar la humedad presente y

se removían para lograr un secado completo de las muestras, por último se procedió a triturar con un mortero las muestras secas de hojas y frutos con semillas.

Una vez triturado, se obtuvo un polvo verdoso proveniente de las hojas y otro amarillento proveniente de las semillas y corteza del fruto, posterior a la obtención de los polvos se realizó una maceración en frío por 48 horas, colocando 5 g de muestra de hojas en 3 frascos de vidrio y 50 ml con relación 1:10 (1 g / 10 ml) (Aspé y Fernández, 2011) de disolvente hexánico, metanólico y acuoso (agua destilada). Para los frutos con semillas triturada se colocaron en 3 tubos de ensayo 1g de muestra pulverizada y 10 ml de cada uno de los solventes mencionados, para finalizar el proceso de maceración, se sometió al macerado a sonicación (León-Fernández et al., 2021) a una temperatura constante de 40°C por 30 minutos antes de dejarlo reposar en oscuridad.

Concluidas las 48 horas de maceración se volvió a someter el macerado a sonicación por 5 minutos a 40°C previo a la filtración al vacío para extraer la mayor cantidad de extracto posible en matraces 6 matraces de 50 ml para cada extracto obtenido.

3.6.3. Tamizaje fitoquímico (Chemical Screening)

La detección de MS se realizó mediante pruebas químicas cualitativas para los 3 tipos de extractos de 2 partes diferentes de *M. charantia*, hojas y frutos, la prueba aplicada es adaptada de la guía práctica para determinar MS de la UPS, desarrollado por la PhD. Carolina Santiago Dugarte, el cual permitió identificar la presencia de alcaloides, saponinas, lactonas sesquiterpénicas, flavonoides, cumarinas y glucósidos cardiotónicos; se hizo la prueba por triplicado para cada extracto. En la **tabla 5** se presenta la prueba aplicada y el metabolito secundario respectivo.

Tabla 5. Pruebas del cribado químico

<i>Cuadro de Chemical screening</i>	
Metabolito secundario	Prueba
Alcaloides	Mayer
	Dragendorff
Saponinas	Prueba de peróxido
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)
	Prueba de zinc (Zn)
Cumarinas	Reacción de Emerson
	Prueba de KOH
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet

Para la aplicación cualitativa del test se realizó por triplicado cada prueba, es decir, por cada extracto obtenido se utilizaron 3 tubos de ensayo para cada prueba, la ausencia del MS se indica con negativo (-), la poca presencia o leve presencia del MS se indica con un positivo (+), una intensidad media del MS se indica con dos positivos (+ +) y una intensidad alta de presencia del MS se indica con tres positivos (+ + +). Al realizar por triplicado la prueba de screening fitoquímico se promedió el resultado contabilizando los (+) y (-) para obtener un resultado final y que sea homogéneo.

Alcaloides: Se alistaron 3 tubos de ensayos por cada extracto, tanto de hojas como fruta, con 2 gotas de H₂SO₄ cada uno y se calentó por 3 minutos para acidular las alícuotas de los extractos de los cuales se adicionaron 3 gotas de cada uno y por último se agregaron 3 gotas del reactivo de Mayer y Dragendorff por separado. La presencia de turbidez y precipitados naranja-marrón indican la presencia de alcaloides.

Saponinas: Esta prueba de peróxido de hidrógeno genera espuma, indicando la presencia de saponinas, para ello se colocaron 3 gotas de cada extracto en los tubos de ensayo y se añadieron 2 gotas de H₂O₂, se calentó a 70 °C en plancha calentadora con agua en un vaso de precipitación y se agitó.

Lactonas sesquiterpénicas: Se aplicó la prueba de Baljet, se colocaron 4 gotas del extracto y 3 gotas de una solución A y B, la cual se preparó con una relación 1:1 para realizar la solución final A+B. La aparición de precipitado o cambio de color a naranja o rojo oscuro indicó la presencia de lactonas sesquiterpénicas.

- Solución A: ácido pícrico (1 g) en 100 ml de agua destilada
- Solución B: hidróxido de sodio al 10%

Flavonoides: Para determinar la presencia de flavonoides se emplearon dos pruebas:

- **Prueba de ácido sulfúrico:** Se colocaron 3 gotas de cada extracto y 3 gotas de H₂SO₄ concentrado dentro de la cámara de extracción. La interpretación de los colores para flavonoides mediante esta prueba es la siguiente:
 - Chalconas: Rojo azulado
 - Auronas: Rojo - guinda
 - Flavonas: Amarillo intenso
 - Flavononas: Naranja o guinda
 - Flavonoles: Amarillo intenso
- **Prueba de zinc:** Se adicionó 3 gotas del extracto, una cantidad pequeña de zinc en granalla y 4 gotas de HCl concentrado (Ácido clorhídrico). La interpretación de los colores para flavonoides mediante esta prueba es la siguiente:
 - Leucoantocianidinas: Rojo

- Catequinas: Café amarillento

Cumarinas: Para determinar la presencia de cumarinas se emplearon dos pruebas:

- Reacción de Emerson: Se adicionaron 3 gotas de cada extracto y 3 gotas del reactivo Emerson; el color amarillo o violeta indicó la presencia de cumarinas.
- Prueba de Hidróxido de potasio (KOH): Se adicionaron 3 gotas de cada extracto y 3 de KOH al 5%; el cambio de color de intenso a tenue indicó la presencia de cumarinas.

Glucósidos cardiotónicos: Se aplicó la prueba de Baljet, se colocaron 3 gotas del extracto y 3 gotas de una solución A y B, la cual se preparó con una relación 1:1 para realizar la solución final A+B descrita. La aparición de un color azul o violeta indicó la presencia de glucósidos cardiotónicos.

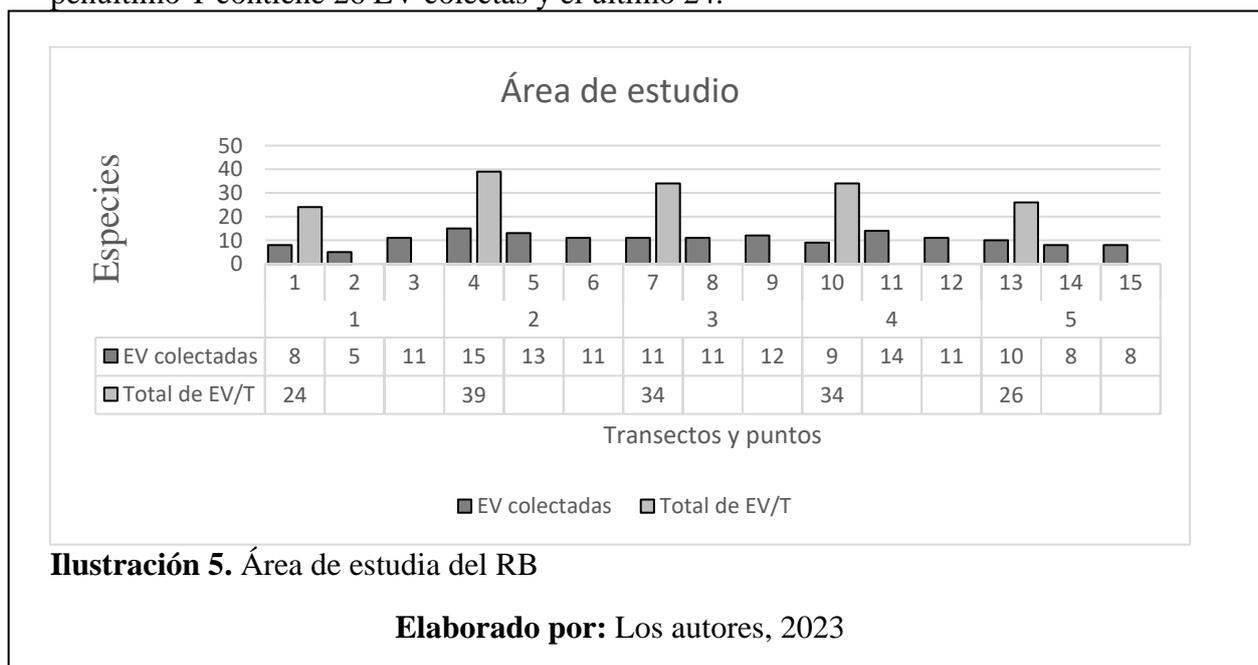
Capítulo 4

Resultados y discusiones

4.1. Colecta de muestras y datos

El área de estudio se dividió en 5 transectos horizontales y se colectó 157 EV en total. Existen 104 especies diferentes colectadas y herborizadas. Para los cálculos requeridos para la EER y selección de la EV representativa se contabilizaron 587 plantas que se encontraban a un radio de 10 m alrededor del P.

En la **ilustración 5** indica los 5T con tres P de recolección en cada T y expresa la cantidad total de EV por cada T. El T2 es el que más ejemplares de EV colectadas posee, seguido de los T 3 y 4 con 34 EV colectadas para cada uno de los T. El penúltimo T contiene 26 EV colectas y el último 24.



Para la selección de la especie representativa se presenta una **ilustración 6** con las familias identificadas vs el número total de EV por familia. La familia Cucurbitaceae es la más representativa, con un total de 164 EV contadas en campo. La **ilustración 7** indica la distribución de 3 EV pertenecientes a la familia Cucurbitaceae que son *M. charantia*, *Luffa operaculata* y *Cucumis dipsaceus* y un total de EV contadas de 155, 7

y 2 respectivamente. El gráfico indica los T en la que estas plantas estaban distribuidas. *M. charantia* se seleccionó por encontrarse en todos los T y por poseer el número más alto en cuanto a repetición de la planta.

Un estudio dentro de la provincia de Snta. Elena por (Astudillo-Sánchez et al., 2019) se aplicó la división por transectos lineales, subdivididos en 10 transectos, en la cual identificaron 37 familias y 68 especies (Astudillo-Sánchez et al., 2019).

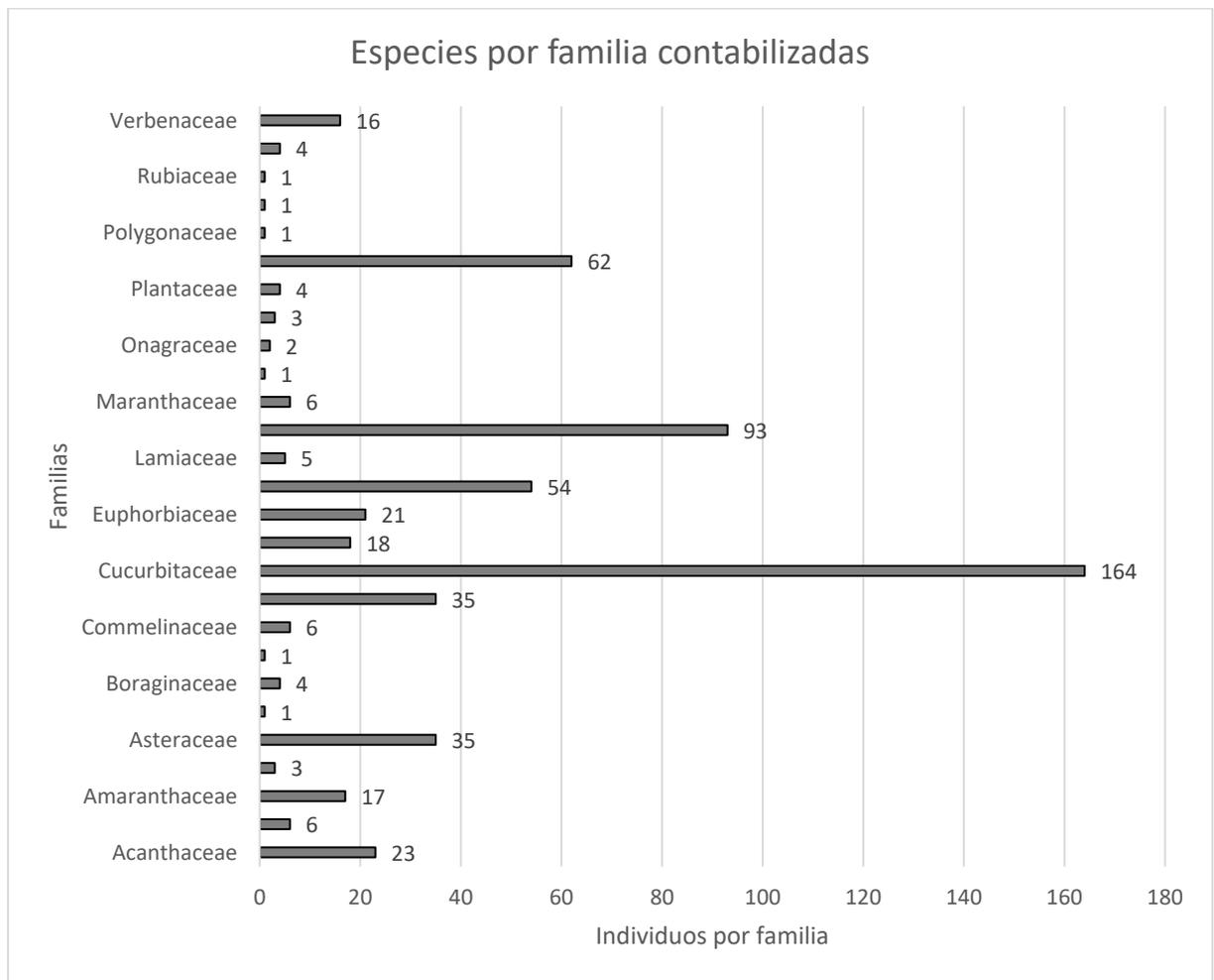


Ilustración 6. Familias representativas del remanente boscoso

Elaborado por: Los autores, 2023

En la **tabla 6** se observan tres familias relevantes para el estudio de la diversidad de EV, aprovechamiento y aplicaciones biotecnológicas puesto que la primera especie fue seleccionada por ser repetitiva en todos los transectos y se convirtió en objeto de estudio para su aprovechamiento alimenticio, mientras que las 2 especies siguientes se encuentran en un estado alarmante por encontrarse en peligro de extinción.

Tabla 6. Especies vegetales relevantes del área de estudio

Especies vegetales relevantes		
Familia	Nombre científico	Detalle
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Especie representativa
Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Especie en peligro inminente de extinción
Cyperaceae	<i>Eleocharis obtusa</i>	Especie en leve peligro de extinción

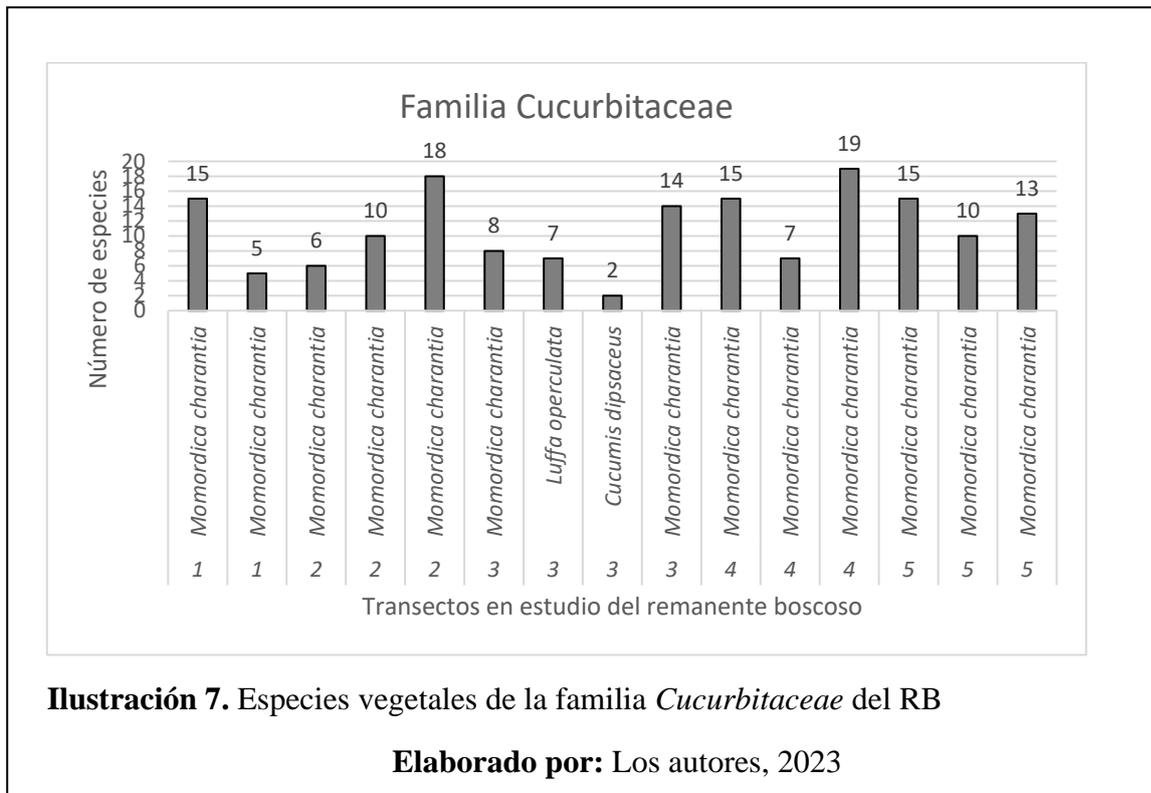


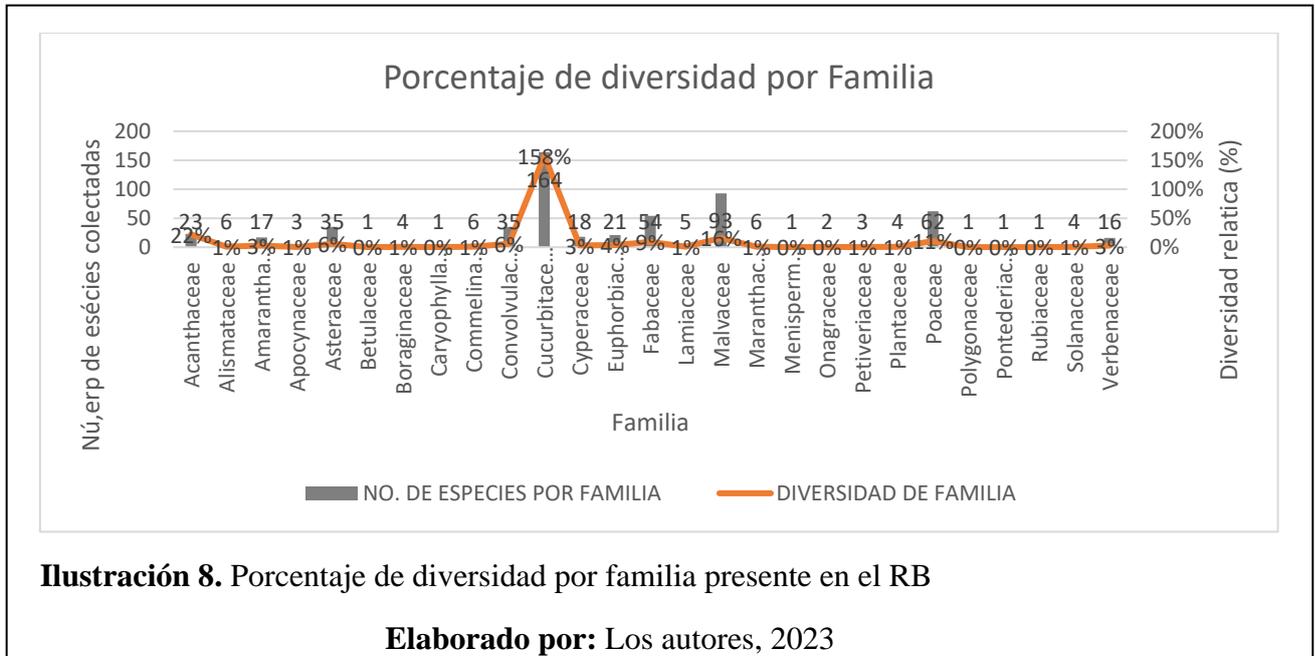
Ilustración 7. Especies vegetales de la familia *Cucurbitaceae* del RB

Elaborado por: Los autores, 2023

4.2. Evaluación Ecológica Rápida

- **Parámetros estructurales del RB**

El estado de conservación y estructura de la vegetación del RB se determinó de forma rápida con la aplicación de la EER. El resultado expuesto en la **ilustración 8** presenta el porcentaje de diversidad por familia y género.



La **ilustración 8** demuestra que la familia Cucurbitaceae posee la mayor diversidad de EV con un total de 164 (158%) especies contabilizadas en los 5 transectos y que el resto de las familias poseen una diversidad menor al rango de aceptación.

En la **ilustración 9** se observa que el género con mayor diversidad es la *Momordica* con 155 (149%) especies contabilizadas; el género con diversidad media es *Echinochloa* con 41 (39%) de especies contabilizadas y por último los géneros con baja diversidad se promediaron para obtener la media entre de ellos que es 5%.

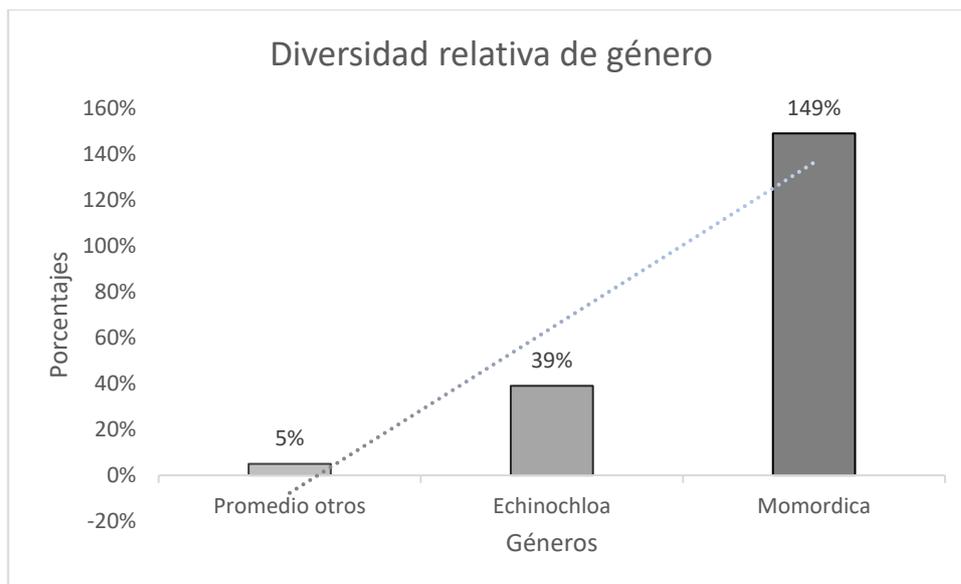


Ilustración 9. Porcentaje de género por familia

Elaborado por: Los autores, 2023

Tabla 7. Interpretación de resultados sobre el rango de diversidad relativa

Interpretación	
Rangos	Significado
0-33 %	Familia o genero con baja diversidad
34-66 %	Familia o genero con mediana diversidad
Mayor a 66	Familia o genero con alta diversidad

4.3. Índices de diversidad de flora

El índice H aplicado a las EV contabilizadas reveló que sí existe un alto nivel de diversidad. El resultado superó levemente el rango que es de 3.53 y resultó en 3.699 dentro del RB del campus universitario, es decir, tiene una alta diversidad **tabla 8**. De igual forma, el índice de Simpson se calculó previamente obteniendo el índice de dominancia de Simpson; el índice de diversidad resultó de restar 1 al resultado del índice de dominancia de Simpson ($\lambda = 1 - \sigma$). Se obtuvo un valor de 0.92, el cual está por encima del rango establecido, determinando que sí hay diversidad en el RB. Los

resultados se analizaron a partir de un total de 587 EV contabilizadas en campo durante la colecta de las plantas. Las **tablas 8 y 9** indican los valores obtenidos y la **tabla 4** indica los rangos establecidos para determinar el nivel de diversidad.

Los resultados obtenidos fueron similares a los observados por (Wagner & Narcisa, 2022) quienes aplicaron el índice de Shannon en el BSTE en el valle Sancán, Manabí, con un valor de 3.83 y muestran que en cuanto a la regeneración natural esta área de estudio está en proceso de recuperación. Sin embargo, las actividades antrópicas logran entorpecer este proceso de regeneración de bosques, tal como mencionan (Vistín-Guamantaqui & David Espinoza-Castillo, 2021) y (Wagner & Narcisa, 2022).

Tabla 8. Resultados de diversidad mediante el índice de Shannon

Resumen de resultados - Índice de Shannon	
N° de individuos contabilizados	587
$\Sigma P_i (n/N)$	1
$(\ln)P_i$	-553,6468489721
$-\Sigma p_i \cdot \ln P_i$	-3,699472225
Resultado	Diversidad alta

Tabla 9. Resultados de diversidad mediante el índice de Simpson

Resumen de resultados - Índice de Simpson	
N° de individuos contabilizados	587
$\Sigma P_i (n/N)$	1
ΣP_i^2	0,079911
Índice de dominancia	
Índice de diversidad	0,920089
Resultado	Diversidad Alta

En el estudio realizado en Santa Elena, Ecuador por (Astudillo-Sánchez et al., 2019) obtuvieron un índice de Shannon de 1.56, es decir que poseen una diversidad media a diferencia de la encontrada en el RB del campus universitario y el valor del índice de dominancia de Simpson fue de 0.13 y 0.13 respectivamente.

La **tabla 10** expone una comparativa entre la diversidad de EV, donde identificaron 27 familias y se contabilizaron el número total de especies presentes en cada P para determinar la diversidad.

El total de especies contabilizadas es de 587 EV, el índice de dominancia de Simpson por familia dio como resultado el valor de 0,13583056, producto del cociente entre el número de especies totales por familias y el número total de especies contabilizadas denotado por P_i . Por último, se realizó la sumatoria del valor de P_i^2 y se aplicó el índice de diversidad de Simpson, el cual indicó que sí hay diversidad de EV por familias.

Por el contrario, el índice de H determinó que el RB posee una diversidad media respecto a las familias que se identificaron dentro del área de estudio delimitado.

Tabla 10. Comparativa de los índices de biodiversidad del remanente boscoso

Resumen de resultados por familia			
Índice de Simpson		Índice de Shannon	
N° de individuos contabilizados	587	N° de individuos contabilizados	587
$\Sigma P_i (n/N)$	1	$\Sigma P_i (n/N)$	1
ΣP_i^2	0,1358306	$(\ln)P_i$	-118,55623
(Índice de dominancia)		$-\Sigma p_i \cdot \ln P_i$	- 2,41661235
Índice de diversidad	0,8641694	$(-1)-\Sigma p_i \cdot \ln P_i$	2,4166124
Resultado	Diversidad Alta	Resultado	Diversidad media

En cuanto a la perturbación del RB por familias, los resultados obtenidos en la **tabla 10**, el índice λ indicó que es poco perturbado y que existe una regeneración natural integral en el RB. En cambio, el índice de H indica que el nivel de perturbación es

mediano porque el resultado obtenido se encuentra entre un intervalo medio para determinar la diversidad.

Respecto a la diversidad y riqueza por familias, existe una diversidad media-alta, tal cual expresa (Vistín-Guamantaqui & David Espinoza-Castillo, 2021) que esto se debe a las actividades antropogénicas, usos del suelo, construcción de carreteras (Wagner & Narcisa, 2022).

El impacto de las actividades antrópicas y naturales pueden ser evidenciadas en este resultado sensible ante estos factores. A mayor diversidad, menor nivel de perturbación y a menor diversidad, mayor es el nivel de perturbación.

4.4. Tamizaje fitoquímico

Para la extracción de MS de *M. charantia* se realizaron tres extractos diferentes para lograr la identificación de los compuestos secundarios de hoja y fruto con semillas triturados.

La interpretación de los resultados cualitativos está dada por la intensidad en que ocurrieron los cambios en cada interacción entre extractos-reactivos reveladores, detallada en la **tabla 11**.

Tabla 11. Escala cualitativa de interpretación del tamizaje químico

Interpretación de resultados	
-	Ausencia de metabolito
+	Intensidad baja de color
++	Intensidad media de color
+++	Intensidad alta de color

En la **tabla 12** y **13** se presentan los resultados de los MS obtenidos en los dos extractos hexánicos, hojas y frutos con semilla.

Al ser un ensayo realizado por triplicado para verificar la veracidad de cada resultado obtenido, se demostró que el macerado hexánico pudo extraer mayor MS de lactonas sesquiterpénicas y cumarinas con H₂SO₄. En cuanto a alcaloides y flavonoides sólo hubo una intensidad media. No se encontraron saponinas, flavonoides mediante prueba de zinc, cumarinas mediante la prueba de KOH y glucósidos cardiotónicos con este extracto.

Tabla 12. Resultados cualitativos del extracto hexánico de hojas *M. charantia*

Extracto hexánico de hoja		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	++
	Dragendorff	++
Saponinas	Prueba de peróxido	-
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	+++
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	++
	Prueba de zinc (Zn)	-
Cumarinas	Reacción de Emerson	+++
	Prueba de KOH	-
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	-

En comparación al extracto hexánico de las hojas, el fruto no contiene alcaloides, se observó más presencia de flavonoides, cumarinas y contenían glucósidos cardiotónicos. La intensidad de los MS identificados cualitativamente fue mayor en frutas que en hojas.

Tabla 13. Resultados cualitativos del extracto de fruto con semilla *M. charantia*

Extracto hexánico de fruto con semilla		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	-
	Dragendorff	-
Saponinas	Prueba de peróxido	-
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	+++
	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	+++
Flavonoides	Prueba de zinc (Zn)	-
	Reacción de Emerson	+++
Cumarinas	Prueba de KOH	++
	Prueba de Baljet	+++
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	+++

El estudio realizado por (Hussain, 2018) la cantidad de flavonoides que contiene la fruta de *M. charantia*, a partir de un extracto y fraccionado de n-hexano, poseen actividad antioxidante, los cuales concuerdan con los resultados cualitativos obtenidos. Adicional, en un estudio realizado para indiciar los avances en *M. charantia* se indica que la actividad biológica a partir de extracto hexánico es antimicrobiano frente a *Staphylococcus aureus* (Jia et al., 2017).

En la **tabla 14** y **15** se presentan los resultados de los MS obtenidos en los dos extractos metanólicos, hojas y frutos con semilla.

Este extracto formó precipitados intensos al identificar la presencia de alcaloides. Las cumarinas que se identificaron con mayor intensidad corresponden a la interacción entre el extracto y el KOH al identificar grupos -OH, provocando un cambio de coloración.

No se evidenció que este solvente pueda liberar estructuras de MS de las hojas que permitan identificar saponinas, lactonas sesquiterpénicas, flavonoides con H₂SO₄, cumarinas con reacción de Emerson y glucósidos cardiotónicos.

Tabla 14. Resultados cualitativos del extracto metanólico de hojas *M. charantia*

Extracto metanólico de hoja		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	+++
	Dragendorff	+++
Saponinas	Prueba de peróxido	-
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	-
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	-
	Prueba de zinc (Zn)	+
Cumarinas	Reacción de Emerson	-
	Prueba de KOH	+++
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	-

En contraste con los MS obtenidos del extracto metanólico de hojas, el extracto metanólico de fruta demostró la presencia de lactonas sesquiterpénicas, los alcaloides presentan una intensidad media en la prueba de Mayer, pero alta en Dragendorff. La fruta sí contiene alcaloides que pueden ser extraídos mediante extractos metanólicos.

Ambos extractos difirieron en la presencia de flavonoides, mientras que en las hojas existió una leve intensidad de este MS, en frutas con semillas no se identificaron. Los extractos metanólicos presentaron cumarinas, sin embargo, se observó que en la reacción de Emerson de hojas no hubo interacción y en la de frutos con semillas hubo leve intensidad. Ninguno presentó glucósidos cardiotónicos.

Tabla 15. Resultados cualitativos del extracto metanólicos de futo con semilla de *M. charantia*

Extracto metanólico de fruto con semilla		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	++
	Dragendorff	+++
Saponinas	Prueba de peróxido	-
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	+++
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	-
	Prueba de zinc (Zn)	-
Cumarinas	Reacción de Emerson	+
	Prueba de KOH	+++
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	-

Los metabolitos extraídos mediante metanol tienen actividad antioxidante y antimelanogénica, según un estudio realizado con hojas de *M. charantia*, logrando eliminar los radicales de hidroxilo y óxido nítrico; además presentó actividad citoprotectora, tal como expresa (Tsai et al., 2014). Respecto a los MS obtenidos por el fruto a partir de este extracto tienen actividad hipoglucemiante según el experimento realizado por (Shimada et al., 2022), quien a partir de un extracto metanólico del fruto realizó un fraccionamiento que logró reducir los niveles de azúcar. Los MS del fruto y hojas han presentado actividad biológica relevante extraídos por metanol lo.

En la **tabla 16** y **17** se presentan los resultados de los MS obtenidos en los dos extractos acuosos, hojas y frutos con semilla.

El extracto acuoso tuvo más afinidad con los MS, logrando identificar la mayoría de ellos a diferencia de los otros extractos. El promedio de los resultados obtenidos por triplicado indicó una intensidad media para determinación cualitativa de alcaloides, lactonas sesquiterpénicas y flavonoides con la prueba de zinc. De igual forma, el ensayo por triplicado demostró que la intensidad es leve para cumarinas, lo que significa que el

agua no es un solvente adecuado para obtener una alta presencia de metabolitos, pero es afín a la mayoría de MS.

Tabla 16. Resultados cualitativos del extracto acuoso de hojas *M. charantia*

Extracto acuoso de hoja		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	++
	Dragendorff	++
Saponinas	Prueba de peróxido	-
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	++
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	-
	Prueba de zinc (Zn)	++
Cumarinas	Reacción de Emerson	+
	Prueba de KOH	+
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	-

El extracto acuoso de fruta y semilla pudo extraer la mayor cantidad de MS con una intensidad alta, Los MS que difieren en cuanto al extracto acuoso son las saponinas que están ausente en hojas, presentes en frutos y semillas, expresaron intensidad alta.

Los alcaloides obtenidos por este tipo de extracto presentaron intensidad alta y baja para frutos con semillas, pero mantuvieron una intensidad media en el extracto para hojas.

Los flavonoides también difirieron en cuanto a intensidad; en fruto resultó alta para ambas pruebas cualitativas que las identificaron, pero en hojas hubo intensidad media sólo para la prueba de zinc y ausencia para la prueba de H₂SO₄.

Para cumarinas, la intensidad fue media-alta en frutos y en hojas fue baja. Ninguno presentó glucósidos cardiotónicos.

Tabla 17. Resultados cualitativos del extracto acuoso de fruto con semilla *M. charantia*

Extracto acuoso de frutos con semillas		
Metabolito secundario	Prueba	Resultado
Alcaloides	Mayer	+++
	Dragendorff	+
Saponinas	Prueba de peróxido	+++
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet	+++
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	+++
	Prueba de zinc (Zn)	+++
Cumarinas	Reacción de Emerson	++
	Prueba de KOH	+++
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet	-

Un estudio en ratones determinó que al suministrar 500 mg/kg se logró disminuir los niveles de glucosa en sangre inducida por aloxano en los modelos murinos; la actividad hipoglucemiante ocurrió gracias a las saponinas identificadas en el extracto acuoso de fruta (Han et al., 2008). Otros autores como (Jia et al., 2017) añaden a la investigación realizada que los flavonoides están presentes en la mayoría de las plantas y que el MS con mayor intensidad son las catequinas como el ácido fenólico que posee la achochilla, con un valor de 46.16 mg/g de su biomasa seca, seguido del ácido gentísico, gálico y clorogénico.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se identificaron, colectaron y herborizaron 157 especies vegetales dentro del RB del BSTE en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, los que a su vez se reconocieron por medio de repositorios de herbarios digitales, base de datos contenida en aplicaciones móviles. En total se contabilizaron 27 familias y 104 especies vegetales. Al final de la identificación se inmovilizaron los especímenes vegetales en formatos A3 para su conservación y posterior entrega al proyecto GIAB de herbario.

- El RB presente en los predios de la universidad posee una alta diversidad vegetal en cuanto a las especies existentes según los índices de diversidad de Shannon y Simpson pero respecto a las 27 familias que se identificaron, los índices demostraron que existe diversidad media-alta, lo que está asociado de forma análoga a los niveles de perturbación, concluyendo que a mayor diversidad, es menor la perturbación, sin embargo, la generalización del área muestreada y agrupada por familias indicó que sí existe perturbación al obtener un resultado intermedio.

- El crecimiento de las urbanizaciones y los proyectos institucionales estresan el ecosistema del RB puesto que no se ha tomado en consideración la importancia del BSTE. En este ejemplar reposan especies endémicas y representativas e invasoras que pueden verse afectadas por la actividad humana.

- La aplicación de la EER que permitió conocer que los factores antropogénicos influyen en su regeneración natural y perturba su estructura vegetal; añadiendo que el nivel de importancia sobre el cuidado y protección del BSTE es bajo, también se adiciona el reconocimiento de dos especies que están en inminente peligro y leve

peligro de extinción. Con los resultados obtenidos, se logró conocer el estado del RB, el cual, a pesar de encontrarse en un estado intermedio de diversidad, son más los resultados positivos, lo que indica que está en pleno estado de regeneración natural, hay diversidad vegetal y sigue una distribución de especies óptimas en toda el área de estudio.

- Conocer el estado actual del RB y las especies existentes en él permitió seleccionar a la *Momordica charantia* como espécimen representativo por su alta repetitividad en todos los transectos y alta diversidad de género. Los MS que se identificaron tanto en hoja como fruto son relevantes para establecer su potencial como alimento, puesto que su actividad biológica aporta con beneficios para el organismo. Sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, antivirales, es decir, que su aporte es nutracéutico por los compuestos bioactivos que contienen y alimenticios.

- La biotecnología permite aprovechar estas propiedades para impulsar en la industria alimenticia una nutrición más adecuada y profiláctica. Además, la especie *Momordica charantia* contiene MS que permiten tratar enfermedades catastróficas, tal es el caso de diabetes tipo II entre otras enfermedades de mayor morbilidad en el Ecuador.

5.2. Recomendaciones

- Implementar métodos innovadores, tales como la propagación in vitro y biotecnología vegetal, con el propósito de salvaguardar las especies botánicas que enfrentan la amenaza de desaparecer en el Bosque Seco Tropical del Ecuador.
- Educar a la comunidad y sensibilizar al público acerca de la trascendental relevancia de la conservación tanto de la especie como de su hábitat, a través de la colaboración con instituciones y organizaciones dedicadas al resguardo de especies en peligro de extinción.
- Realizar análisis cuantitativos para determinar la concentración de los MS presentes en la especie representativa, para su posterior investigación y aplicaciones futuras en el área de la industria alimentaria, utilizando técnicas de análisis como cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o resonancia magnética molecular nuclear (RMN), brindando así una comprensión detallada de la composición química de la *Mormodica charantia*.

Bibliografía

- Agua a Través del Currículo. (n.d.). *wac-water-poolution-spanish*.
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(3), 438–469.
<https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>
- Ashour, A. S., El Aziz, M. M. A., & Gomha Melad, A. S. (2019). A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination. *Journal of Nanomedicine Research*, 7(4), 282–288.
<https://doi.org/10.15406/jnmr.2019.07.00199>
- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). Composition, structure and plant diversity of the Loma Alta Communal Ecological Reserve, Santa Elena, Ecuador. In *Revista Mexicana de Biodiversidad* (Vol. 90, Issue 3). Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- Bortolotti, M., Mercatelli, D., & Polito, L. (2019). Momordica charantia, a nutraceutical approach for inflammatory related diseases. *Frontiers in Pharmacology*, 10(MAY). <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00486>
- Bravo Alejandra. (2013). *Biotechnologia*.
- Bubb, P., Almond, R., Chenery, A., Stanwell-Smith, D., Kapos, V., & Jenkins, M. (2011). *Guía para el desarrollo y el uso de indicadores de biodiversidad nacional*.
- Castillo Mendoza, B. E., Cajas Palacios, M. P., Montoya Vizueté, S. N., & García Larreta, F. S. (2022). Actividad Antioxidante, Polifenoles Totales y Tamizaje Fitoquímico de Chilangua (*Eryngium foetidum*). *RECIAMUC*, 6(3), 480–489. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.480-489](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.480-489)

Crop Wild Relatives Global Portal. (2010). *¿Qué es la conservación in situ de los PSC?*

Díaz Alegria, P. (2022). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS.*

Hernández-Carranza, E. E., Romero-Corella, S. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2015). Evaluation of digital didactic skills in massive open online courses: A contribution to the Latin American movement. *Comunicar*, 22(44), 81–90. <https://doi.org/10.3916/C44-2015-09>

Huang Jikun, Hu Ruifa, Wang Qinfang, Keeley James, & Zepeda José Falck. (2002). *Desarrollo, políticas e impacto de la biotecnología agrícola en China en JSTOR*. <https://www.jstor.org/stable/4412330>

Informe del Medio Ambiente, & Gobierno de México. (2015). *Ecosistemas terrestres*.

James, C. (1996). *ISAAA Briefs brief 42 Global status of Commercialized biotech/GM Crops: 2010 Global area of biotech Crops Million hectares Biotech Crop Countries Total Hectares Industrial Developing*.

Jia, S., Shen, M., Zhang, F., & Xie, J. (2017). Recent advances in momordica charantia: Functional components and biological activities. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 18, Issue 12). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms18122555>

Kleemann, J., Koo, H., Hensen, I., Mendieta-Leiva, G., Kahnt, B., Kurze, C., Inclan, D. J., Cuenca, P., Noh, J. K., Hoffmann, M. H., Factos, A., Lehnert, M., Lozano, P., & Fürst, C. (2022). Priorities of action and research for the protection

of biodiversity and ecosystem services in continental Ecuador. *Biological Conservation*, 265, 109404. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2021.109404>

Lascuráin Maite, List Rurik, Barraza Laura, Díaz Pardo Edmundo, Gual Sill Fernando, Maunder Mike, Dorante Jesús, & Luna Victor E. (2009). *Conservacion de especies ex situ*.

López, A. S., López, G. G., & Fagilde Espinoza, M. D. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque*, 38(3), 457–466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>

López Tránsito. (2002). *FLAVONOIDES*.

Lustre Sánchez, H. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria*, 23(2). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.2.10>

Marta, D., & Vichot, B. (n.d.). *CFORES*. <https://orcid.org/0000-0001-7477-6731>

Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., Tuñón, M. J., & Jesús Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes Correspondencia. *Nutr. Hosp*, 6, 271–278.

Ochoa, J., & García, F. J. (2005). *Redalyc. Evaluación ecológica rápida de las comunidades de mamíferos en cinco localidades del Delta del Orinoco, Venezuela*. *Interciencia*. <https://www.researchgate.net/publication/46416828>

Peralta-Carreta, C., Gallardo-Cruz, J. A., Solórzano, J. V., & Hernández-Gómez, M. (2019). Classification of land use and vegetation in tree cover loss areas (2000-2016) in the Usumacinta river watershed. *Madera y Bosques*, 25(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531779>

Pla, L. (2006). *BIODIVERSIDAD: INFERENCIA BASADA EN EL ÍNDICE DE SHANNON Y LA RIQUEZA* (Vol. 31, Issue 8).

Playones, L., Madera, P., José, L., & Zolotoff-Pallais, M. (2005). *Evaluación Ecológica Rápida (EER) Presentado por el Grupo Consultor Independiente*.

Schneider, B., Hadad, H. R., & Rodriguez, E. E. (n.d.). *Plantas acuáticas del río Paraná Medio*.

SERFOR. (2015). *Lineamientos para la elaboración de declaraciones de manejo en contratos de cesión en uso para bosques residuales y remanentes*.

Shimada, T., Kato, F., Dwijayanti, D. R., Nagata, T., Kinoshita, A., Okuyama, T., Nishizawa, M., & Mukai, E. (2022). Bitter melon fruit extract enhances intracellular ATP production and insulin secretion from rat pancreatic β -cells. *British Journal of Nutrition*, 127(3), 377–383.

<https://doi.org/10.1017/S0007114521001082>

Somarriba, J. E. (1999). *Diversidad Shannon*.

Tibbett, M., Fraser, T. D., & Duddigan, S. (2020). Identifying potential threats to soil biodiversity. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9271>

Tsai, T.-H., Huang, C.-J., Wu, W.-H., Huang, W.-C., Chyuan, J.-H., & Tsai, P.-J. (n.d.). *Antioxidant, cell-protective, and anti-melanogenic activities of leaf extracts from wild bitter melon*. <http://www.as-botanicalstudies.com/content/55/1/78>

Vistín-Guamantaqui, D. I., & David Espinoza-Castillo, D. I. (n.d.). *Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador*. 7, 1406–1430.

<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2401>

- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). Composition, structure and plant diversity of the Loma Alta Communal Ecological Reserve, Santa Elena, Ecuador. In *Revista Mexicana de Biodiversidad* (Vol. 90, Issue 3). Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- Aguirre, Z., Aponte, C., & Quizhpe, W. (2021). Bosque seco de la parroquia Mangahurco, Zapotillo, Loja, estudio de su composición florística, estructura y endemismo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7162–7182.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.838
- Jia, S., Shen, M., Zhang, F., & Xie, J. (2017). Recent advances in momordica charantia: Functional components and biological activities. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 18, Issue 12). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/ijms18122555>
- Ramírez, W., & Ayoví, N. (2022). Estructura y composición arbórea del bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-7477-6731>
- Shimada, T., Kato, F., Dwijayanti, D. R., Nagata, T., Kinoshita, A., Okuyama, T., Nishizawa, M., & Mukai, E. (2022). Bitter melon fruit extract enhances intracellular ATP production and insulin secretion from rat pancreatic β -cells. *British Journal of Nutrition*, 127(3), 377–383.
<https://doi.org/10.1017/S0007114521001082>
- Tsai, T.-H., Huang, C.-J., Wu, W.-H., Huang, W.-C., Chyuan, J.-H., & Tsai, P.-J. (n.d.). Antioxidant, cell-protective, and anti-melanogenic activities of leaf extracts from wild bitter melon. <http://www.as-botanicalstudies.com/content/55/1/78>

Vistín-Guamantaqui, D. I., & David Espinoza-Castillo, D. I. (n.d.). Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador. 7, 1406–1430.

<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2401>

Bosque Cerro Blanco (2021). “Bosque Seco Tropical”.
<https://bosquecerroblanco.org/index.php/bosque-seco-tropical/#:~:text=Bosque%20seco%20tropical%20es%20un,hojas%20y%20todo%20est%C3%A1%20verde.>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2019). Bosque Seco ecuatoriano es parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera de la UNESCO. Ambiente.gob.ec. <https://www.ambiente.gob.ec/bosque-seco-ecuadoriano-es-parte-de-la-red-mundial-de-reservas-de-biosfera-de-la-unesco/>

World Wildfire Fund (2014) Ecuadorian dry forests - The Encyclopedia of Earth. https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Ecuadorian_dry_forests

Riofrio I. (2018). El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador. Noticias Ambientales. <https://es.mongabay.com/2018/07/ecuador-bosque-seco/>

Mazza, G. (2009, February 22). *Momordica charantia* - Monaco Nature Encyclopedia. Monaco Nature Encyclopedia.
<https://www.monaconatureencyclopedia.com/momordica-charantia/?lang=es>

Hanan Alipi A., Mondragón Pichardo J., Vibrans H., & Tenorio Lezama P. (2009). *Momordica charantia* L.

Momordica charantia - ficha informativa. (2023). Gob.mx.
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/momordica-charantia/fichas/ficha.htm>

Quinta dos Ouriques. (2023, 17 marzo). Dalbergia Melanoxylon - Ébano africano, Mpingo, granadillo africano - Quinta dos Ouriques.

<https://www.quintadosouriques.com/es/store/semillas/arboles/africa-ebano-mpingo-african-blackwood/>

Eleocharis Obtusa. (2023). iNaturalist Ecuador.

<https://ecuador.inaturalist.org/taxa/76779-Eleocharis-obtusa>

Singh, V., Shukla, S., & Singh, A. (2021). The principal factors responsible for biodiversity loss. *Open journal of plant science*, 011-014.

<https://doi.org/10.17352/ojps.000026>

Momordica charantia - ficha informativa. (2023). Gob.mx.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/momordica-charantia/fichas/ficha.htm>

Denchak, M. (2023, enero 11). La contaminación del agua. Marquette.edu.

<https://www.marquette.edu/haggerty-museum/documents/wac-water-poolution-spanish.pdf>

Aspé, E., & Fernández, K. (2011). The effect of different extraction techniques on extraction yield, total phenolic, and anti-radical capacity of extracts from *Pinus radiata* Bark. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 838–844.

Richter, E., Thangiah Geetha, Burnett, D., Broderick, T. L., & Jeganathan Ramesh Babu. (2023). The Effects of *Momordica charantia* on Type 2 Diabetes Mellitus and Alzheimer's Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4643–4643. <https://doi.org/10.3390/ijms24054643>

Andrés Eloy León-Fernández, Rosendo Balois Morales, Pedro Ulises Bautista-Rosales, Yolotzin Apatzingan Palomino-Hermosillo, Juan Esteban Bello-Lara, & Consuelo Esperanza López-Rivas. (2021). EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS

FITOQUÍMICOS DE INFLORESCENCIA Y FRUTOS DE GUANÁBANA

(*Annona muricata* L.). *Acta Agrícola Y Pecuaria*, 7(1).

<http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/269>

León-Fernández, A. E., Morales, R. B., Bautista-Rosales, P. U., Palomino-Hermosillo, Y. A., Bello-Lara, J. E., & López-Rivas, C. E. (2021). EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FITOQUÍMICOS DE INFLORESCENCIA Y FRUTOS DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.). *Acta Agrícola Y Pecuaria*, 7(1).

<http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/269>

Aguirre, H. (2019). MÉTODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD. MÉTODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD.

https://www.academia.edu/43784264/M%C3%89TODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD

Soledad Mora Vásquez, Gael, G., Claudia Espinosa Leal, Cardineau, G. A., & Silverio García-Lara. (2022). Application of metabolic engineering to enhance the content of alkaloids in medicinal plants. *Metabolic Engineering Communications*, 14, e00194–e00194. <https://doi.org/10.1016/j.mec.2022.e00194>

Comunidad Andina. (2013). MANUAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS USADAS EN EL PROCESAMIENTO DE DROGAS ILÍCITAS

[Comunidadandina.org. https://www.comunidadandina.org/biblioteca-andinoteca/manual-de-sustancias-quimicas-usadas-en/](https://www.comunidadandina.org/biblioteca-andinoteca/manual-de-sustancias-quimicas-usadas-en/)

Flores-Morales, V., Oswaldo Castañeda Hernández, Tomás Montiel Santillán, & Patricia, G. (2014). Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México. *Investigación Y Ciencia*, 22(63), 18–23.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67435407003>

Vélez, R., Armas, D., Carmita Jaramillo-Jaramillo, & Elington Vélez. (2018). Metabolitos secundarios, actividad antimicrobiana y letalidad de las hojas de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Melissa officinalis* (toronjil). *FACSalud*, 2(2), 31–39. <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol2iss2.2018pp31-39p>

Victor, J., & Alexander, J. (2018). Caracterización de extractos de semillas de *Moringa Oleifera* y su eficacia para disminuir la dureza del agua potable. *Unica.edu.pe*. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3409>

Gómez Paternina. (2018, November 26). PRODUCTOS NATURALES: METABOLITOS SECUNDARIOS Y ACEITES ESENCIALES. ResearchGate; ENTRE LIBROS-e-book solution NIT 9000557319-1. https://www.researchgate.net/publication/329197168_PRODUCTOS_NATURALES_METABOLITOS_SECUNDARIOS_Y_ACEITES_ESENCIALES

Roberto, J. (2013). Cuantificación de sesquiterpenlactonas provenientes de las hojas de *Calea urticifolia* (Juanislama) recolectadas en el periodo de enero a junio de 2012 - Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador. *Ues.edu.sv*. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3268/1/16103237.pdf>

Arlindo Pascual, Z., Carrera González, S., & Francisco González Matilla, J. (2018). Synthesis of Chalcones: Privilegial Structures in the Synthesis of Heterocycles with Biological Activity. *Psychologia Latina* Copyright, Especial, 20–23. <https://psicologia.ucm.es/data/cont/docs/29-2019-02-15-Arlindo%20Pascual.pdf>

Guadalupe, I. (2017). Determinación de la fracción activa responsable del efecto herbicida del extracto de las inflorescencias de *Calliandra Carbonaria* sobre malezas de cultivos de quinua. *Uce.edu.ec*.

<https://doi.org/BIBLIOTECA%20GENERAL%20->

[%20CIENCIAS%20QU%C3%8DMICAS](https://doi.org/BIBLIOTECA%20GENERAL%20-%20CIENCIAS%20QU%C3%8DMICAS)

LUENGO, L. (2002). Flavonoides. *Offarm*, 21(4), 108–113.

<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-flavonoides-13028951>

Carolina, A. (2018). Diversidad y usos de especies de cucurbitáceas (Cucurbitaceae) silvestres y cultivadas en el departamento de Casanare Orinoquia

Colombiana. *Ciencia Unisalle*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/124/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30043567/>

Han, C., Qiu-sha, H., & Wang, Y. (2008). Hypoglycaemic activity of saponin fraction extracted from *Momordica charantia* in PEG/salt aqueous two-phase systems. *Natural Product Research*, 22(13), 1112–1119.

<https://doi.org/10.1080/14786410802079675>

Anexos

Anexo 1. Área de estudio del RB del campus universitario



Anexo 2. División de los cinco transectos y parcelas por m2



Anexo 3. Recolección de especies vegetales para herbario



Anexo 4. Identificación y herborización de especies vegetales *in situ* y *ex situ*



HERBARIO UPS – CAMPUS MARÍA AUXILIADORA

Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

Código: Her 13 M

ECUADOR

Familia: Cucurbitaceae **Hábitat:** Bosque Seco Tropical

Hábito: Herbácea

Nombre científico: *Momordica charantia*

Nombre común: Melón amargado

Ubicación: Jardín botánico de la Universidad Politécnica Salesiana

Coordenadas: -2.197142, -80.042732

Colector: Nick Silva & Ericka Villegas

Fecha de colecta: 21/06/2023 10:00:00

Observaciones: El tallo es muy largo, cubierto con pelillos, sus hojas son alternas, delgadas, con 5 a 7 lóbulos, éstos con el ápice obtuso o agudo, con el margen a veces aserrado, a veces con pelos largos, también presentan en sus flores sépalos poco evidentes, de color amarillo. Los frutos son de forma ovoide, con la superficie cubierta por verrugas o tubérculos, de color amarillo-oro, abriendo de manera explosiva y las semillas elípticas, planas (Conabio, 2009).



HERBARIO UPS – CAMPUS MARÍA AUXILIADORA

Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

Código: Her 1 D

ECUADOR

Familia: Fabaceae **Hábitat:** Bosque Seco Tropical

Hábito: Herbácea

Nombre científico: *Dalbergia melanoxylon*

Nombre común: Granadilo negro

Ubicación: Jardín botánico de la Universidad Politécnica Salesiana

Coordenadas: -2.197142, -80.042732

Colector: Nick Silva & Ericka Villegas

Fecha de colecta: 21/06/2023 10:30:00

Observaciones: Este árbol tropical se desarrolla mejor en climas cálidos y húmedos, y suele encontrarse en bosques tropicales y subtropicales, hoy en día se encuentra en grave peligro de extinción en la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil - Ecuador (Quinta do Ouriques, 2022).



HERBARIO UPS – CAMPUS MARÍA AUXILIADORA

Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

Código: Her 1 E

ECUADOR

Familia: Cyperaceae

Hábitat: Bosque Seco Tropical

Hábito: Herbácea

Nombre científico: *Eleocharis obtusa*

Nombre común: Ciper

Ubicación: Jardín botánico de la Universidad Politécnica Salesiana

Coordenadas: -2.197142, -80.042732

Colector: Nick Silva & Ericka Villegas

Fecha de colecta: 22/06/2023 16:30:00

Observaciones: Esta especie ha sido valorada en el mercado, tanto en la fabricación de muebles y esculturas como en la creación de instrumentos musicales. Su madera negra y brillante agrega un atractivo estético a los objetos creados con ella, lo que ha contribuido a su estatus como una especie en peligro de extinción (Quinta do Ouriques, 2022).

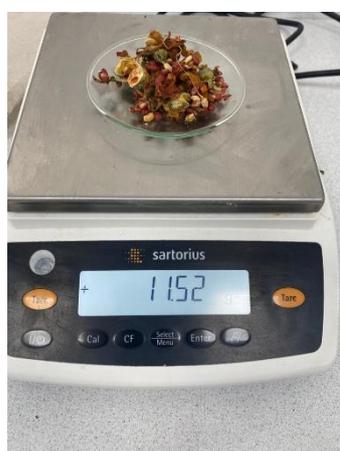
Anexo 5. Preparación de la especie vegetal representativa



Anexo 6. Peso de biomasa seca de hojas de Momordica charantia



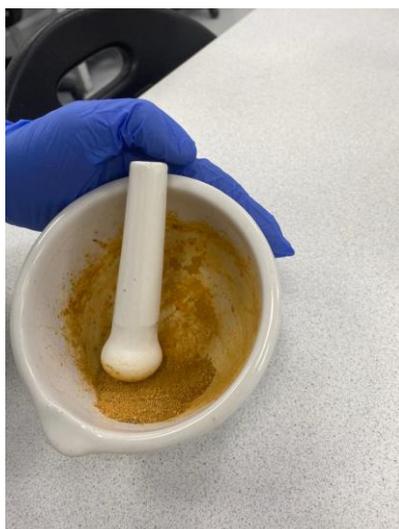
Anexo 7. Biomasa seca de fruta total



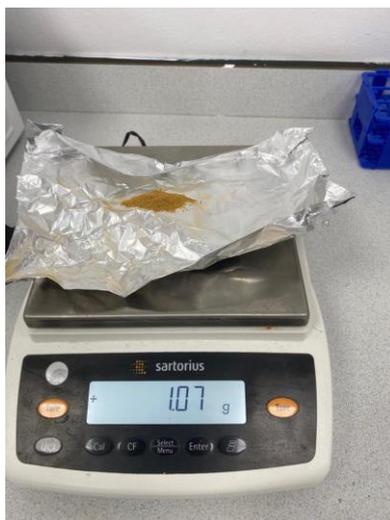
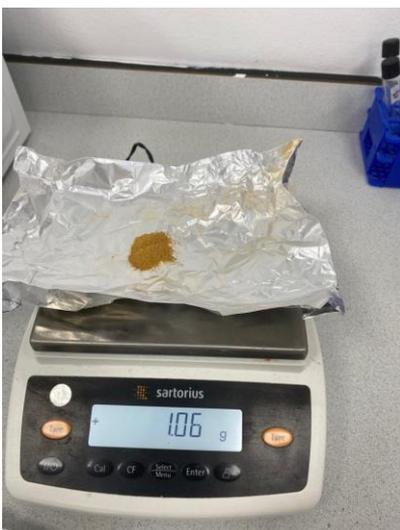
Anexo 8. Biomasa seca de hoja triturada para macerado



Anexo 9. Muestra frutal con semilla tritura



Anexo 10. Biomasa pulverizada de fruta con semilla



Anexo 11. Peso total de biomasa de fruta y semilla triturada



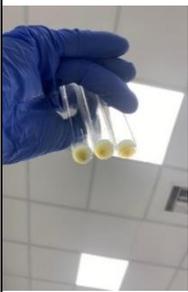
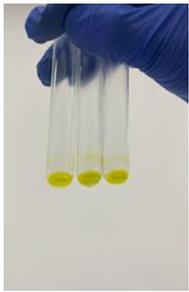
Anexo 12. Sonicación de macerado hexánico, metanólico y acuoso de fruta total

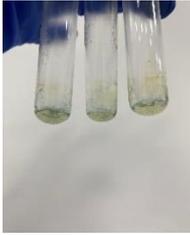
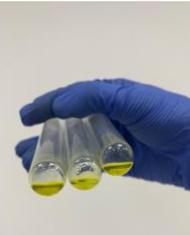


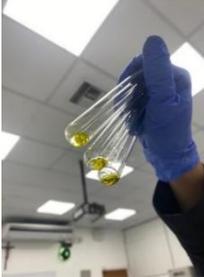
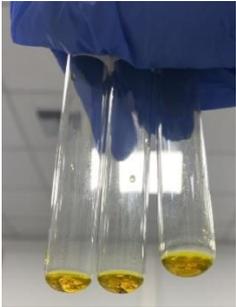
Anexo 13. Setting de sonicador para macerados, temperatura y tiempo de la hoja



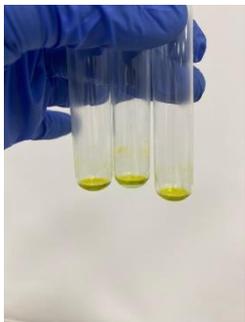
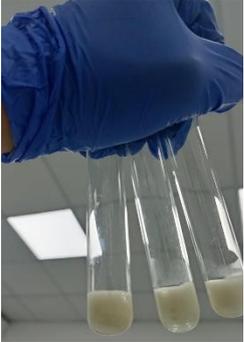
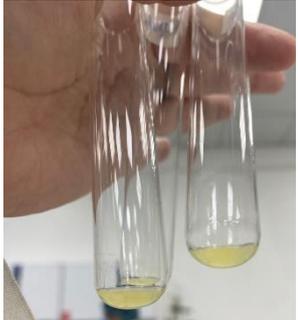
Anexo 14. Tamizaje fitoquímico para obtención de metabolitos secundarios de la hoja

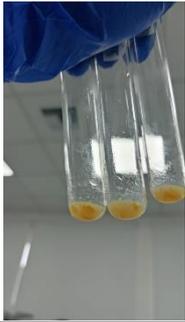
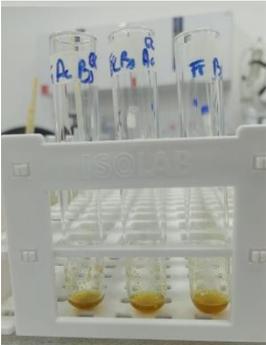
Metabolito secundario	Prueba	Resultados		
		Extracto acuoso	Extracto hexanico	Extracto metanólico
Alcaloides	Dragendorff			

	Mayer			
Saponinas	Prueba de peróxido			
Lactonas sesquiterpénicas	Prueba de Baljet			
Flavonoides	Prueba de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)			

	Prueba de Zinc (Zn)			
Cumarinas	Reacción de Emerson			
	Prueba de KOH			
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Baljet			

Anexo 15. Tamizaje fitoquímico para obtención de metabolitos secundarios de fruto con semilla

Prueba	Resultados		
	Extracto acuoso	Extracto hexanico	Extracto metanólico
Dragendorff			
Mayer			
Prueba de peróxido			
Prueba de Baljet			

<p>Prueba de ácido sulfúrico (H₂SO₄)</p>			
<p>Prueba de Zinc (Zn)</p>			
<p>Reacción de Emerson</p>			
<p>Prueba de KOH</p>			
<p>Prueba de Baljet</p>			

Anexo 16. Evaluación ecológica rápida

ESPECIES VEGETALES	Especies contabilizadas	T1			T2			T3			T4			T5			Densidad ind/ha	Densidad relativa ind/tind	Frecuencia relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>Abutilon abutiloides</i>	10	x															0,000541857	10%	1%
<i>Abutilon grandifolium</i>	3										x						0,000162557	3%	1%
<i>Acacia Mearnsii</i>	2				x												0,000108371	2%	1%
<i>Achyranthes aspera</i>	14			x			x				x						0,0007586	13%	3%
<i>Acmella oleracea</i>	6	x															0,000325114	6%	1%
<i>Ageratina adenaphora</i>	1									x							5,41857E-05	1%	1%
<i>Ageratum conizoides</i>	11					x						x			x		0,000596043	11%	3%
<i>Alnus cordata</i>	1										x						5,41857E-05	1%	1%
<i>Alteranthera phyloxeroidea</i>	1							x									5,41857E-05	1%	1%
<i>Alteranthera sessilis</i>	1				x												5,41857E-05	1%	1%
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	3		x														0,000162557	3%	1%
<i>Angiospermum murray</i>	1						x										5,41857E-05	1%	1%
<i>Aquarius grandiflorus</i>	4			x													0,000216743	4%	1%
<i>Browalia americana</i>	3				x												0,000162557	3%	1%
<i>Carex hirta</i>	6														x		0,000325114	6%	1%
<i>Cenchrus echinatus</i>	5		x														0,000270929	5%	1%
<i>Chamaecrista fasciculata</i>	5		x														0,000270929	5%	1%
<i>Chenopodium murale</i>	1												x				5,41857E-05	1%	1%
<i>Chromolaena odorata</i>	4												x	x			0,000216743	4%	2%
<i>Cissampelos pereira</i>	1										x						5,41857E-05	1%	1%
<i>Commelina communis</i>	1				x												5,41857E-05	1%	1%
<i>Commelina diffusa</i>	5							x						x			0,000270929	5%	2%
<i>Convolvulus arvensis</i>	2											x					0,000108371	2%	1%
<i>Corchorus tridens</i>	2		x														0,000108371	2%	1%
<i>Cordia lutea</i>	3				x												0,000162557	3%	1%
<i>Crotalaria incana</i>	1				x												5,41857E-05	1%	1%
<i>Croton nepalensis</i>	7										x						0,0003793	7%	1%
<i>Cucumis dipsaceus</i>	2								x								0,000108371	2%	1%
<i>Cyanthium cinereum</i>	1							x									5,41857E-05	1%	1%
<i>Cyperus giganteus</i>	2			x													0,000108371	2%	1%
<i>Cyperus odoratus</i>	5		x									x					0,000270929	5%	2%
<i>Cyperus rigens</i>	1						x										5,41857E-05	1%	1%
<i>Cyperus strigosus</i>	3													x			0,000162557	3%	1%
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	1							x									5,41857E-05	1%	1%
<i>Dalechampia scandens</i>	4													x			0,000216743	4%	1%
<i>Dicliptera unguiculata</i>	2							x									0,000108371	2%	1%
<i>Distimake aegyptius</i>	3				x				x								0,000162557	3%	2%
<i>Echinochloa colona</i>	9			x													0,000487672	9%	1%
<i>Echinochloa colonum</i>	18		x	x				x									0,000975343	17%	3%
<i>Echinochloa crus-galli</i>	14	x															0,0007586	13%	1%

<i>Echinodorus berteroi</i>	2					x											0,000108371	2%	1%					
<i>Eleocharis obtusa</i>	1									x								5,41857E-05	1%	1%				
<i>Eleusine indica</i>	4					x					x							0,000216743	4%	2%				
<i>Elytraria imbricata</i>	1							x										5,41857E-05	1%	1%				
<i>Euphorbia amarilla</i>	1									x								5,41857E-05	1%	1%				
<i>Euphorbia graminea</i>	6					x										x		0,000325114	6%	2%				
<i>Euphorbia prostata</i>	3					x												0,000162557	3%	1%				
<i>Galingoga parviflora</i>	1																x		5,41857E-05	1%	1%			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9																x		0,000487672	9%	1%			
<i>Heteranthera reniformis</i>	1								x										5,41857E-05	1%	1%			
<i>Hyptis capitata</i>	1								x										5,41857E-05	1%	1%			
<i>Ipomoea ficifolia</i>	13	x																	0,000704415	13%	1%			
<i>Ipomoea rubens</i>	3																x		0,000162557	3%	1%			
<i>Jacquemontia nodiflora</i>	1								x										5,41857E-05	1%	1%			
<i>Jacquemontia pentanthos</i>	1								x										5,41857E-05	1%	1%			
<i>Leucaena trichodes</i>	2																x		0,000108371	2%	1%			
<i>Ludwigia limifolia</i>	1																		5,41857E-05	1%	1%			
<i>Ludwigia octovalvis</i>	1																		x	5,41857E-05	1%	1%		
<i>Luffa operculata</i>	7									x									0,0003793	7%	1%			
<i>Macropitium atropurpureum</i>	1																		x	5,41857E-05	1%	1%		
<i>Malachra alceifolia</i>	6																		x	0,000325114	6%	1%		
<i>Malachra capitala</i>	10																		x	0,000541857	10%	1%		
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	2																		x	0,000108371	2%	1%		
<i>Melochia lupulina</i>	9																		x	0,000487672	9%	5%		
<i>Merremia dissecta</i>	2																		x	0,000108371	2%	1%		
<i>Merremia umbelata</i>	10																		x	0,000541857	10%	1%		
<i>Mesosphaerum suaveolens</i>	2																		x	0,000108371	2%	1%		
<i>Mimosa albida</i>	4																		x	0,000216743	4%	2%		
<i>Mimosa pigra</i>	13	x	x																	0,000704415	13%	2%		
<i>Momordica charantia</i>	155	x																		0,00839879	149%	12%		
<i>Mucuna pruriens</i>	10																			x	0,000541857	10%	3%	
<i>Onagraceae</i>	1																			x	5,41857E-05	1%	1%	
<i>Oplismenus burmanni</i>	2																			x	0,000108371	2%	2%	
<i>Oryza sativa</i>	10																			x	0,000541857	10%	1%	
<i>Petiveria alliacea</i>	3																			x	0,000162557	3%	2%	
<i>Phyla nodiflora</i>	6																			x	0,000325114	6%	1%	
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	1																			x	5,41857E-05	1%	1%	
<i>Porophyllum ruderale</i>	7	x																			0,0003793	7%	1%	
<i>Priva lappulacea</i>	10	x																			x	0,000541857	10%	1%
<i>Rhynchosia minima</i>	1																				x	5,41857E-05	1%	1%
<i>Richardia scabra</i>	1																				x	5,41857E-05	1%	1%
<i>Ruellia blechum</i>	5																				x	0,000270929	5%	2%
<i>Ruellia floribunda</i>	7																				x	0,0003793	7%	3%
<i>Ruellia inundata</i>	7																				x	0,0003793	7%	1%

<i>Rumex pulcher</i>	1															x	5,41857E-05	1%	1%
<i>Salvia hispanica</i>	1															x	5,41857E-05	1%	1%
<i>Sarranea saman</i>	4															x	0,000216743	4%	1%
<i>Senecio sp</i>	3							x	x		x						0,000162557	3%	3%
<i>Senna obtuscifolia</i>	3																0,000162557	3%	1%
<i>Senna olata</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Senna tora</i>	2																0,000108371	2%	1%
<i>Sida glabra</i>	5																0,000270929	5%	2%
<i>Sida rhombifolia</i>	18		x														0,000975343	17%	4%
<i>Sidastrum paniculatum</i>	16			x													0,000866972	15%	2%
<i>Solanum mauritianum</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Stemmademia donnell</i>	3																0,000162557	3%	1%
<i>stemodia durantifolia</i>	4																0,000216743	4%	1%
<i>Synedrella nodiflora</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Tetramerium nervosum</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Thalia geniculata</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Thalia pavonii</i>	5																0,000270929	5%	1%
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Vigna luteala</i>	1																5,41857E-05	1%	1%
<i>Waltheria indica</i>	2																0,000108371	2%	1%