



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la unidad hidrográfica Jipiro de la Hoya de Loja

Trabajo de Integración
Curricular, previo a la obtención
del Título de Ingeniera Forestal

AUTORA:

Sally Cristina Morocho Gallardo

DIRECTORA:

Ing. Natalia Samaniego Rojas Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 22 de agosto del 2024

Ing. Natalia Soledad Samaniego Rojas Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la unidad hidrográfica Jipiro de la Hoya de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, de la autoría de la estudiante **Sally Cristina Morocho Gallardo**, con cédula de identidad Nro.**0750172967**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**NATALIA SOLEDAD
SAMANIEGO ROJAS**

Ing. Natalia Soledad Samaniego Rojas Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

Autoría

Yo, **Sally Cristina Morocho Gallardo**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma



Cédula de Identidad: 0750172967

Fecha: 11 de diciembre del 2024

Correo electrónico: sally.morocho@unl.edu.ec

Teléfono: 0939055377

Carta de autorización por parte de la autora para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular

Yo, **Sally Cristina Morocho Gallardo** declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado **Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la unidad hidrográfica Jipiro de la Hoya de Loja** como requisito para optar el título de Ingeniera Forestal autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los once días del mes de diciembre del dos mil veinticuatro.

Firma



Autora: Sally Cristina Morocho Gallardo

Cédula: 0750172967

Dirección: Ramón Pinto y José Picoita

Correo electrónico: sally.morocho@unl.edu.ec

Teléfono: 0939055377

Ing. Natalia Soledad Samaniego Rojas Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

Dedicatoria

Primero a mi mami Grey y a mi papi Oswaldo, quienes han sido los pilares importantes en mi vida, mi hermano Diego y mi cuñada Rebeca quienes son mi mayor inspiración y fortaleza para seguir adelante, por su apoyo incondicional en este proceso de aprendizaje.

A la memoria de mi abuela Flor Marina (abuela paterna) que, aunque no estuvo y no está físicamente, siempre estuvo presente en mi mente y corazón en todo mi proceso académico, recordando siempre sus palabras de amor, cariño y apoyo para seguir preparándome.

Sally Cristina Morocho Gallardo

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a mi hermano Diego por hacerme reír cuando más lo necesitaba sin que él se haya dado cuenta, a mi cuñada Rebeca, con su amistad de más de 15 años dándome sabios consejos, sus llamadas y mensajes de ánimo.

A mi mejor amiga Damaris y Alexander quienes fueron pilares en la mayor parte de mi proceso académico, aconsejándome cuando más lo necesitaba.

A la Ing. Natalia Samaniego, directora de mi Trabajo de Integración Curricular, por sus conocimientos, esfuerzos, dedicación, tiempo e incluso su confianza y amistad brindada para culminar este objetivo y al Ing. Darío Veintimilla quien estuvo pendiente de las salidas de campo para la recolección e identificación de las muestras botánicas.

Al Dr. Alonso Cartuche por el apoyo brindado con la clasificación taxonómica de especímenes de fitobentos y al Ing. Carlos Iñiguez quien forma parte del laboratorio ECOSSLab de la Universidad Técnica particular de Loja por facilitarme el uso de sus equipos e instalaciones.

Sally Cristina Morocho Gallardo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Agradecimiento	vi
Tabla de contenido	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Cuenca hidrográfica	6
4.1.1. Partes de una cuenca	7
4.1.2. Tipos de cuencas.....	7
4.2. Características morfométricas de una cuenca hidrográfica.....	7
4.2.1. Parámetros de forma.....	8
4.2.2. Parámetros de relieve	9
4.2.3. Parámetros de drenaje	10
4.3. Ecosistemas riparios	10
4.4. Indicadores ecológicos	11
4.4.1. Vegetación riparia como indicador	11
4.4.2. Perifiton como indicador	12
4.5. Estructura y composición florística en zona riparia	12
4.5.1. Composición florística	12
4.5.2. Parámetros estructurales.....	13
5. Metodología	14
5.1. Área de estudio.....	14
5.2. Selección del sitio de muestreo	15
5.3. Metodología para la determinación de la estructura y composición florística de la zona riparia en la unidad hidrográfica Jipiro	15
5.3.1. Instalación de parcelas	15

5.3.2.	Caracterización de la composición florística del ecosistema ripario .	16
5.3.3.	Caracterización de la estructura del ecosistema ripario.....	17
5.4.	Metodología para la identificación de la diversidad de comunidades de perifiton de la zona riparia en la unidad hidrográfica Jipiro	17
5.4.1.	Análisis de muestras de perifiton.....	18
5.5.	Metodología para la determinación de índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos	19
5.5.1.	Índice de diversidad alfa de Shannon-Wiener	20
5.5.2.	Índice de Similitud de Sorensen.....	20
6.	Resultados.....	22
6.1.	Composición y estructura florística asociada al ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro	22
6.1.1.	Composición florística	22
6.1.2.	Índice de Diversidad de Shannon - Wiener	23
6.1.3.	Índice de Similitud de Sorensen.....	23
6.1.4.	Estructura florística	24
6.1.4.1.	Índice de valor de importancia.....	24
6.2.	Caracterización de la diversidad de las comunidades de perifiton asociada al ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.....	26
6.2.1.	Diversidad de las comunidades de perifiton.....	26
6.2.2.	Índice de Diversidad de Shannon - Wiener	28
6.2.3.	Índice de Similitud de Sorensen.....	28
6.3.	Análisis de índices de diversidad y similitud para la evaluación de indicadores ecológicos	28
7.	Discusión	30
Composición y estructura florística de zonas riparias.....		30
Caracterización de comunidades de perifiton en zonas riparias.....		31
8.	Conclusiones.....	34
9.	Recomendaciones	35
10.	Bibliografía	36
11.	Anexos	48

Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas para el cálculo de los parámetros estructurales para el ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.....	17
Tabla 2. Interpretación del índice de Shannon - Wiener.....	20
Tabla 3. Interpretación del índice de Sorensen – Coeficiente de similitud.....	21
Tabla 4. Diversidad florística de las parcelas del área conservada y del área en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.....	23
Tabla 5. Índice de similitud de Sorensen para la composición florística del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	24
Tabla 6. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies más representativas del área conservada y en recuperación de la zona riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	24
Tabla 7. Diversidad de las comunidades de perifiton del área conservada y del área en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.	28
Tabla 8. Índice de similitud de Sorensen para la diversidad de comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	28
Tabla 9. Índices de diversidad de Shannon - Wiener de las áreas conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	28
Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen de las áreas conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	29

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de los transectos de estudio del ecosistema ripario en la unidad hidrográfica Jipiro.	15
Figura 2. Diseño de las parcelas para la evaluación de la estructura y composición florística del ecosistema ripario en la unidad hidrográfica Jipiro.....	16
Figura 3. Recolección de comunidades de perifiton del ecosistema ripario y muestreo en cada parcela instalada en el área intervenida y área conservada de la unidad hidrográfica Jipiro... ..	18
Figura 4. División del portaobjetos para el conteo de especímenes de perifiton	19
Figura 5. Riqueza del área conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	23
Figura 6. Clases diamétricas de los individuos vegetales registrados del área conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	26
Figura 7. Abundancia de células perifíticas del área conservada de la zona riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	27
Figura 8. Abundancia del área en recuperación de las comunidades de perifiton del área riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja	27

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz para el registro de datos dentro de las parcelas.....	48
Anexo 2. Instalación de parcelas.....	48
Anexo 3. Medición del DAP (1,30m), altura y plaqueo de individuos en campo	48
Anexo 4. Recolección de muestras botánicas	49
Anexo 5. Prensado de las muestras botánicas recolectadas en campo.....	50
Anexo 6. Selección de sustratos y recolección de muestras de comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	50
Anexo 7. Identificación de especies en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.	51
Anexo 8. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en las áreas conservadas y áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	51
Anexo 9. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de la composición florística en las áreas conservadas del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	52
Anexo 10. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de la composición florística para las áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	53
Anexo 11. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de las comunidades de perifiton en las áreas conservadas del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	54
Anexo 12. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de las comunidades de perifiton en las áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	54
Anexo 13. Índice de Similitud de Sorensen de la composición florística del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.	55
Anexo 14. Índice de Similitud de Sorensen de las comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.....	56
Anexo 15. Certificado de traducción de Resumen.....	57

1. Título

Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la unidad
hidrográfica Jipiro de la hoya de Loja

2. Resumen

Los ecosistemas riparios son zonas de transición donde interactúan el ambiente acuático y terrestre, son zonas sensibles que desempeñan funciones de gran importancia tales como la filtración de contaminantes. Estos ecosistemas están siendo afectados negativamente, influyendo la calidad y estabilidad de río, la erosión, etc. por ende, el presente estudio tiene como objetivo evaluar indicadores ecológicos en ecosistemas riparios mediante la caracterización de la composición y estructura florística, así como también de las comunidades de perifiton. Se establecieron seis parcelas de muestreo rectangulares de 25×5 m, en áreas conservadas y en recuperación, donde se registraron individuos con $DAP \geq 5$ cm. Se calcularon los índices de valor de importancia (IVI), diversidad y similitud. Se muestrearon cinco sustratos expuestos al sol en cada una de las parcelas para evaluar las comunidades de perifiton. Para la conservación de las muestras se colocó 1 ml de Lugol por cada 100 ml de muestra para posteriormente ser analizadas en laboratorio. En el área conservada se encontró una abundancia de 81 individuos donde la familia mejor representada fue Rubiaceae; mientras que en el área en recuperación se encontró un total de 79 individuos donde las familias mejor representadas fueron Lorantaceae y Betulaceae. De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, las dos zonas mantienen una diversidad media con un valor de 2,61 para el área conservada y 2,58 para el área en recuperación. El coeficiente de Sorensen indicó una similitud del 23,25 % con una diferencia florística del 76,75 %. Las especies de las comunidades de perifiton con mayor abundancia fueron *Cocconeis placentula* con 353 individuos para el área conservada y *Hannaea arcus* con 2 025 para el área en recuperación. El índice de Shannon-Wiener para las comunidades de perifiton resultó en una diversidad media de 2,73 para el área conservada y 2,03 para el área en recuperación. El coeficiente de Sorensen indicó una similitud del 40 % con una diferencia florística del 60 %. Los indicadores ecológicos florísticos y el análisis de las comunidades del perifiton constituyen una herramienta para evaluar el estado y la salud de los ecosistemas riparios.

Palabras claves: ecosistema ripario, comunidades de perifiton, índices de diversidad.

Abstract

Riparian ecosystems are transition zones where the aquatic and terrestrial environments interact; they are sensitive areas that perform functions of great importance such as the filtration of pollutants. These ecosystems are being negatively affected, influencing the quality and stability of the river, erosion, etc. Therefore, the present study aims to evaluate ecological indicators in riparian ecosystems by characterizing the composition and floristic structure, as well as periphyton communities. Six rectangular sampling plots of 25×5 m were established in conserved and recovering areas, where individuals with $DBH \geq 5$ cm were recorded. Importance value indexes (IVI), diversity and similarity were calculated. Five sun-exposed substrates were sampled in each plot to evaluate periphyton communities. For the preservation of the samples, 1 ml of Lugol's solution was used for each 100 ml of sample which was then analyzed in the laboratory. In the conserved area an abundance of 81 individuals was found in which the best represented family was Rubiaceae; while in the recovering area a total of 79 individuals were found in which the best represented families were Lorantaceae and Betulaceae. According to the Shannon-Wiener index, the two zones have a medium diversity with a value of 2.61 for the conserved and 2.58 for the recovering areas respectively. The Sorensen coefficient indicated a similarity of 23.25% with a floristic difference of 76.75%. The species of the periphyton communities with the highest abundance were *Cocconeis placentula* with 353 individuals for the conserved area and *Hannaea arcus* with 2 025 for the recovering area. The Shannon-Wiener index for the periphyton communities shown a medium diversity of 2.73 for the conserved area and 2.03 for the recovering area. Sorensen's coefficient indicated a similarity of 40% with a floristic difference of 60%. The floristic ecological indicators and the analysis of periphyton communities provided an additional tool for assessing the status and health of riparian ecosystems.

Keywords: riparian ecosystem, periphyton communities, diversity indices.

3. Introducción

Los ecosistemas riparios, bosques o márgenes riparios o de la galería, son zonas de transición y de interacción entre el ambiente terrestre y el acuático de una unidad hidrográfica, estos ecosistemas juegan un papel importante en la retención de nutrientes, como en el caso del nitrógeno y fósforo (Romero et al., 2014). Sin embargo, pueden ser afectados por actividades antrópicas como la agricultura, extracción de agua, ganadería, deforestación, entre otras. Afectando potencialmente en las variables de la red hídrica, las comunidades acuáticas y los procesos de los ecosistemas (Iñiguez et al., 2016).

Debido a estas problemáticas, los ecosistemas riparios se están viendo afectados de forma negativa, por lo cual se debe estudiar estos efectos, ya que están estrechamente vinculadas a la calidad y estabilidad del lecho de los ríos, influyendo directamente en los procesos hidromorfológicos, regulando la sedimentación, el flujo de agua y la erosión y a su vez influye en las dinámicas poblacionales de las comunidades acuáticas (Díaz y Gaspari, 2017). Estos ecosistemas son considerados como zonas altamente complejas debido a la conexión de los cursos de agua, desempeñando funciones estabilizadoras, protectoras de vida faunística, filtradoras de nutrientes, reguladoras de temperatura y como suministros de agua (González et al., 2017).

Para entender el funcionamiento de estos ecosistemas es necesario conocer los elementos constitutivos que se encuentran dentro las comunidades vegetales tales como: arboles, hierbas y arbustos; y las comunidades acuáticas tales como: plancton, necton y bentos (Cornejo et al., 2020; Moreno et al., 2017). En el caso de la cobertura vegetal de las zonas riparias, estas pueden actuar como biofiltros de nutrientes, producto de los aportes laterales de la unidad hidrográfica, y su estado de conservación podría incrementar o limitar esta función ecosistémica (González et al., 2017; Granados et al., 2006). Por otra parte, la importancia de entender estas comunidades en su conjunto es debido a la presencia o ausencia de organismos vegetales y acuáticos, ya que al estudiar su composición y estructura, permite obtener información complementaria de las variables físicas y químicas, que pueden estar afectando al ecosistema ripario (Montoya y Aguirre, 2013; Vilches et al., 2016). El tipo de especie y presencia de estos organismos puede indicar un incremento de los nutrientes indispensables y buena calidad de agua para la fuente hídrica (Vera, 2011), pudiendo su ausencia ser un indicador de degradación del ecosistema, mala calidad de agua o a la combinación de estos dos factores.

Este tipo de indicadores ecológicos provee información sobre la calidad de los ecosistemas riparios de las unidades hidrográficas principales de la ciudad de Loja: Malacatos y Zamora, los cuales se encuentran alimentados por ocho grandes redes hídricas: Shucos, Jipiro, Mendieta, El Carmen, San Simón, Namanda, Mónica y Curitroje (Arteaga et al., 2014). Entre estas, el río Jipiro es uno de los afluentes más importantes, el mismo que actualmente presenta afectación por actividades antrópicas como el sobrepastoreo, la expansión urbana, el cultivo de tierras con fines agrícolas y los cambios en los regímenes de caudales (Morocho et al., 2018).

Debido a la escasa información florística y de calidad de agua, la protección y conservación de estas fuentes abastecedoras de agua, como el río Jipiro, son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos. Para ello, se busca implementar diversos proyectos de protección y conservación de las zonas ribereñas, buscando minimizar el alto impacto negativo de las actividades antrópicas y así lograr preservar tanto la calidad como la cantidad del agua disponible para la ciudad de Loja.

Los esfuerzos por mitigar la destrucción de estos ecosistemas, muestran la importancia de estas zonas. Además, es importante contar con indicadores ecológicos a largo plazo, que proporcionan información crucial sobre el estado de los ecosistemas riparios, lo que a su vez permita establecer e implementar acciones de conservación y restauración, asegurando la sostenibilidad y resiliencia de estos entornos naturales. Dado lo anterior, la presente investigación se enfoca en la evaluación de indicadores ecológicos asociados a estos ecosistemas riparios de la microcuenca Jipiro con el objetivo de generar información necesaria y precisa para la toma de decisiones futuras sobre conservación y restauración de estos importantes recursos naturales para la ciudad de Loja.

Esta investigación está orientada a través del cumplimiento de los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Generar información sobre los indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la microcuenca Jipiro para desarrollar estrategias de conservación y restauración.

Objetivo específico

- ✓ Determinar la estructura y composición florística en ecosistemas riparios en la unidad hidrográfica Jipiro.
- ✓ Caracterizar la diversidad de las comunidades de perifiton asociada a ecosistemas riparios en la microcuenca Jipiro

4. Marco teórico

4.1. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un espacio territorial donde toda el agua, ya sea por precipitación, deshielo, acuíferos, etc. fluye naturalmente hacia un solo lugar o salida de agua. Suele ser utilizada como una unidad de planificación para los recursos hídricos y están constituidos por cuencas de menor tamaño (Aguirre, 2011; Vásconez et al., 2019) Los límites de una cuenca se encuentran marcados por una divisoria de aguas (*divortium aquarum*), que son líneas que se unen entre sí, transportándolas a ríos diferentes. El agua circulante proviene de la limpieza del suelo o por la acumulación de agua en los acuíferos subterráneos (Elostegui y Sabater, 2009).

Las cuencas hidrográficas son independientes de fronteras políticas y administrativas internas o fronteras internacionales proporcionando servicios hídricos importantes tales como: suministro de agua dulce, regulación del flujo del agua, mantenimiento de la calidad del agua, conservación de la biodiversidad y recreación, suministro de energía, suministro y producción de los recursos naturales para las poblaciones locales y protección frente a peligros naturales (Cotler et al., 2013; Fondo para la Protección del Agua [FONAG], 2019).

Una cuenca hidrográfica tiene componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos (Vásconez et al., 2019), las cuales se describen a continuación:

▪ Ambiental

- Constituyen sumideros de CO₂
- Alberga bancos de germoplasma
- Regula la recarga hídrica
- Conserva la biodiversidad
- Mantiene la diversidad edafológica

▪ Ecológica

- Provee hábitat para la flora y fauna
- Influye sobre la calidad física y química del cauce

▪ Hidrológica

- Drenaje de la precipitación
- Recarga las fuentes de agua subterránea y superficial

▪ Socioeconómica

- Suministra recursos naturales renovables y no renovables
- Suministra espacio para el progreso social y cultural

4.1.1. Partes de una cuenca

De acuerdo con Verdugo (2017) una cuenca hidrográfica puede ser usada como una unidad de planificación del recurso hídrico, sin embargo, los afluentes principales están conformados en tres partes, las cuales tienen diferentes características y funciones.

Cuenca alta	Cabecera de la cuenca donde se acumula la mayor parte del agua que fluye con velocidad hacia toda la cuenca.
Cuenca media	Zonas generalmente con fuertes pendientes, estas tienen la función de escurrimiento de agua y de aprovechamiento energético por su alta captación de agua.
Cuenca baja	Es la zona de captación donde el material erosionado de la cuenca alta se deposita. La velocidad del flujo de agua es menor.

4.1.2. Tipos de cuencas

Verdugo (2017) clasifica las cuencas hidrográficas de diferentes formas, considerando los parámetros geomorfológicos más utilizados.

Cuenca endorreica	Drenan sus aguas hacia un lago, laguna o salar formando un sistema de agua estancada, por ende, no tienen desembocadura hacia el mar u océano.
Cuenca exorreica	Drenan sus aguas hacia otra unidad hidrográfica de mayor tamaño.
Cuenca arreica	Pierden agua mediante la percolación (evaporación/infiltración) antes de dirigirse a la red de drenaje.

4.2. Características morfométricas de una cuenca hidrográfica

La morfometría es la medición y el análisis matemático de la forma y el tamaño de las estructuras de la superficie de la tierra y las características geográficas. Realizar este análisis en una cuenca refleja a lo largo del tiempo, varios procesos geológicos y geomorfológicos (Rai et al., 2017). Para el cálculo del análisis morfométrico se utiliza un sistema de información geográfica (SIG), que permite la visualización dinámica y el procesamiento de las características topográficas de una cuenca, determinando si estas se encuentran sujetas a

escurrimientos en un periodo de tiempo (Kabite y Gessesse, 2018; Medeiros et al., 2019; Rai et al., 2017).

Las características morfométricas de las cuencas permiten describir procesos topográficos y derivar el comportamiento hidrológico como el caudal máximo, erosión del suelo y recuperación de aguas subterráneas.

Entre los principales parámetros morfométricos se pueden citar los siguientes:

4.2.1. Parámetros de forma

Las características de la forma de una cuenca proveen información topográfica de la misma, que permitirá conocer a su vez distancias y forma de la cuenca.

Parámetro	Concepto	Fórmula	Referencia
Área (km²)	Superficie en proyección horizontal que se encuentra delimitada por la línea divisora de aguas.		(Cruz et al., 2015; Gaspari et al., 2012).
Perímetro (km)	Es la medida que rodea una cuenca hidrográfica a lo largo de la delimitación de las cuencas vecinas. Conformar el contorno del área de la cuenca, es decir es la longitud de la línea divisora de aguas.		(Gaspari et al., 2012).
Longitud (km)	Esta se encuentra definida por la sumatoria del punto más alto de la cuenca hasta la desembocadura de la misma.		(Gaspari et al., 2012).
Índice de forma	La forma de la cuenca influye sobre la escorrentía de la lluvia. Esta está relacionada con el área y longitud de la cuenca.	<p><u>Índice de Gravelius</u></p> $K_f = \frac{A}{L^2}$ <p><u>Índice de alargamiento</u></p> $I_A = \frac{L}{A_n}$	(Cruz et al., 2015; MINAMBIENTE, 2017)

4.2.2. Parámetros de relieve

Las características de relieve de una cuenca permiten conocer la velocidad de escurrimiento del agua del punto más alto de la cuenca hasta el punto de desembocadura, de acuerdo a la topografía de la cuenca.

Parámetro	Concepto	Fórmula	Referencia
Rango altitudinal o desnivel altitudinal	Es el valor de la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima de una cuenca.		(Verdugo, 2017)
Índice hipsométrico	Expresa la relación que existe entre el área drenada y la superficie de la cuenca clasificándolas como: Curva A “curva convexa”: cuenca joven (alto nivel erosivo); Curva B “curva sinuosa”: cuenca madura (en equilibrio) o Curva C “curva cóncava” Cuenca senil (sedimentaria)	$IH = \frac{(E_{med} - E_{min})}{(E_{Max} - E_{min})}$	(Cruz et al., 2015; Gaspari et al., 2012).
Curva de altitudes	Nos permite observar la distribución de la pendiente con respecto a la altura.		(Racca, 2007)
Pendiente media de la cuenca	Es el cambio de la pendiente de una cuenca; esto determina el comportamiento de la misma.	$Pm = 100 \frac{\sum Li \times E}{A}$	(MINAMBIENTE, 2017)

4.2.3. Parámetros de drenaje

Las características de drenaje de una cuenca proveen información para prevenir eventos hidrológicos inesperados para así, implementar estrategias de planificación para tales eventos.

Parámetro	Concepto	Fórmula	Referencia
Número de orden	El número de orden, indica el grado de ramificación de los tributarios de la cuenca. Esto dependerá de la estructura geológica, tipo de suelo, topografía y clima. Las nacientes que no poseen tributario se denominan de orden 1. Los ríos que se unen al orden 1 se los denomina de orden 2. Los ríos que se unen al orden 2 se los denomina de orden 3 y así sucesivamente.		(MINAMBIENTE, 2017; Vásconez et al., 2019)
Densidad de drenaje	Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua con el área total donde una variable principal es el tipo de vegetación, clima y permeabilidad del suelo.	$D = \frac{L}{A}$	(Cruz et al., 2015; Vásconez et al., 2019).
Pendiente media del cauce	Es la relación entre el desnivel altitudinal y la longitud de una cuenca.	$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \times 100$	(MINAMBIENTE, 2017)

4.3. Ecosistemas riparios

Es una región adyacente con interacciones entre los ecosistemas acuáticos y terrestres que se caracteriza por una flora y fauna cuya composición está determinada por la intensidad luminosa, contenido de agua y granulometría del suelo, de igual forma abarcan escalas relacionadas con el ciclo hidrológico, balance hídrico, humedad del suelo y la resistencia a la escorrentía superficial (Bennett et al., 2000; Granados et al., 2006; Malanson, 1993). Sus límites

originalmente se encuentran de forma lineal, pero no siempre están bien definidos (Zaimes et al., 2019).

Dentro de sus funciones, los ecosistemas riparios reservan una parte de nitrógeno y fósforo que son transportados por la escorrentía de las precipitaciones, reducen la temperatura del cauce y la erosión del suelo, ofrecen hábitat a muchas especies vegetales y animales que aportan gran parte a la biodiversidad y a la provisión de servicios ecosistémicos (González et al., 2017; Granados et al., 2006), de igual forma, cumplen la función de filtradoras de sedimentos y nutrientes disueltos (Giorgi y Vilches, 2021).

4.4. Indicadores ecológicos

Los indicadores ecológicos son variables cualitativas o cuantitativas que permiten medir, estudiar y evaluar si el ecosistema presenta algún tipo de alteración, ya sea ambiental o antrópico, contribuyendo con información básica sobre la composición, función y el estado de un ecosistema, ya que el incremento o disminución de tales variables, denota un camino hacia la recuperación del ambiente o viceversa (Cabrales y González, 2015; Ricardo, 2016; Tejeda et al., 2008).

Existen diferentes tipos de indicadores biológicos, entre ellos están los hongos y líquenes que son utilizados para indicar el grado de intervención, el estado de conservación del ambiente o la detección de la existencia de contaminantes ambientales (Conti y Cecchetti, 2001; Guzman y Álvarez, 2015).

Al igual que los hongos, existen macroinvertebrados acuáticos, los cuales cumplen un papel importante en la calidad del agua, consumiendo la materia orgánica fabricada en el río por organismos fotosintéticos, transfiriéndola a vertebrados grandes del hábitat y así convirtiéndose en la fuente principal de alimento (Ladrera et al., 2013; Roldan, 1999; Tenjo y Cárdenas, 2015)

Existen diferentes tipos de indicadores que facilitan información sobre el estado de un ecosistema.

4.4.1. Vegetación riparia como indicador

La vegetación riparia desempeña un papel importante en relación con procesos geomorfológicos, balance hídrico, humedad del suelo, estabilidad de los cauces y calidad del agua, creando valores estéticos y recreativos para las personas, siendo controladores de caudales los cuales influyen en las características estructurales de la vegetación (Cuevas et al., 2015; Malanson, 1993; Matteucci y Colma, 2014; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022). La diversidad de la vegetación riparia, permite

conocer la asociación que existe sobre la red hídrica y las actividades futuras que se puedan implementar (Barrantes y Méndez, 2016)..

Los arroyos se han transformado en corredores de transporte, fomentando la silvicultura, agricultura, industria y el desarrollo urbano en las zonas costeras, por lo que las comunidades vegetales y animales ribereñas no pueden ajustar sus ciclos vitales a tales perturbaciones (Ponader y Potapova, 2007). En la mayoría de estas zonas riparias se logra evidenciar, según Cuevas et al. (2015) actividades tales como la extracción de leña, habilitación de sendas, actividades agropecuarias, actividades forestales e industriales.

4.4.2. *Perifiton como indicador ecológico*

El perifiton es un mezcla de microorganismos autótrofos y heterótrofos dentro de una comunidad de microbiota, siendo uno de los principales productores primarios y un componente importante de los ecosistemas de agua dulce que contribuyen en el reciclaje de nutrientes y a su función de bioindicadores de la calidad de agua (Larned et al., 2004; Moreno et al., 2017; Peters y Lodge, 2016; Pizarro y Alemanni, 2005; Ren et al., 2021).

Las comunidades de perifiton están compuesta por algas verdes, diatomeas, bacterias, hongos, protozoos, zooplancton e invertebrados más pequeños (Azim y Asaeda, 2005; Graham y Wilcox, 2000; Sabater et al., 2007).

El perifiton desempeña un papel fundamental en la bioproductividad de los ecosistemas acuáticos, especialmente en las zonas costeras con suficiente disponibilidad de luz (Hansson, 1992; Sabater et al., 2007) y su crecimiento atribuye variado valor en cuanto a la velocidad del agua y corriente, intensidad y calidad de los rayos solares, temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, densidad de nutrientes, estado trófico, exceso de macrófitos y calidad de sustratos, sin embargo, su crecimiento depende también de factores ambientales los cuales van variando en el transcurso del año (Montoya y Aguirre, 2013).

Existen factores que influyen en la composición y diversidad de perifiton tales como el tiempo de inmersión, la corriente de agua, sustratos, composición química del agua, disponibilidad de nutrientes, la intensidad y calidad de luz y temperatura (Montoya y Aguirre, 2013).

4.5. Estructura y composición florística en zona riparia

4.5.1. *Composición florística*

La composición florística a nivel general, está determinada por factores ambientales como el clima, suelo y topografía. Describe el número de familias, géneros y especies que se encuentran dentro de un bosque, donde se consideran elementos tales como la diversidad y riqueza de especies (Louman et al., 2001).

4.5.2. Parámetros estructurales

- **Densidad absoluta (D):** Número de individuos de una especie por unidad de área.
- **Densidad Relativa (DR):** Número de individuos de una especie por el número total de individuos dentro del área muestreada.
- **Dominancia relativa (DmR) %:** Relación en porcentaje de la dominancia absoluta con respecto al área basal del área muestreada (Lozada, 2012).
- **Frecuencia relativa (Fr):** Es el porcentaje de la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Lamprecht, 1990).
- **Índice de valor de importancia (IVI):** Este índice sirve para conocer la importancia ecológica de una especie dentro del área de estudio. El cálculo se realiza para cada una de las especies a partir de la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Melo y Vargas, 2003).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en la unidad hidrográfica Jipiro que se encuentra ubicada en la parroquia San Juan del Valle del cantón y provincia de Loja. Presenta una superficie aproximada de 3374 ha., y forma parte de la subcuenca del río Zamora. Se distribuye altitudinalmente en un rango entre 2050 a 3081 m s. n. m. (Figura 1) con una longitud del cauce principal de 8,53 km siendo una de las redes hídricas más importantes para la ciudad de Loja.

La unidad hidrográfica Jipiro tiene un relieve de 0,40 lo que significa que es una cuenca equilibrada/madura, con procesos agradativos y degradativos balanceados. Posee tres afluentes: Sangre, Volcán y El Salado (Lima et al., 2018). Es una unidad hidrográfica de orden 4 con una densidad de drenaje concentrado de 0,911 km²/km y una pendiente media del cauce de 6,99 % lo que significa que tiene una alta capacidad de carga. Presenta una precipitación media anual de 851 mm y temperatura media anual de 15,5 °C (Góngora, 2018).

La unidad hidrográfica Jipiro tiene una pendiente media de 23,82 % categorizada como frecuentemente accidentada; su índice de compacidad es de 1,32 demostrando que esta tiene forma oval redonda/oval oblonga. Su factor de forma de 0,38 que según la clasificación establecida por Perez (1979) no es ni alargada ni ensanchada.

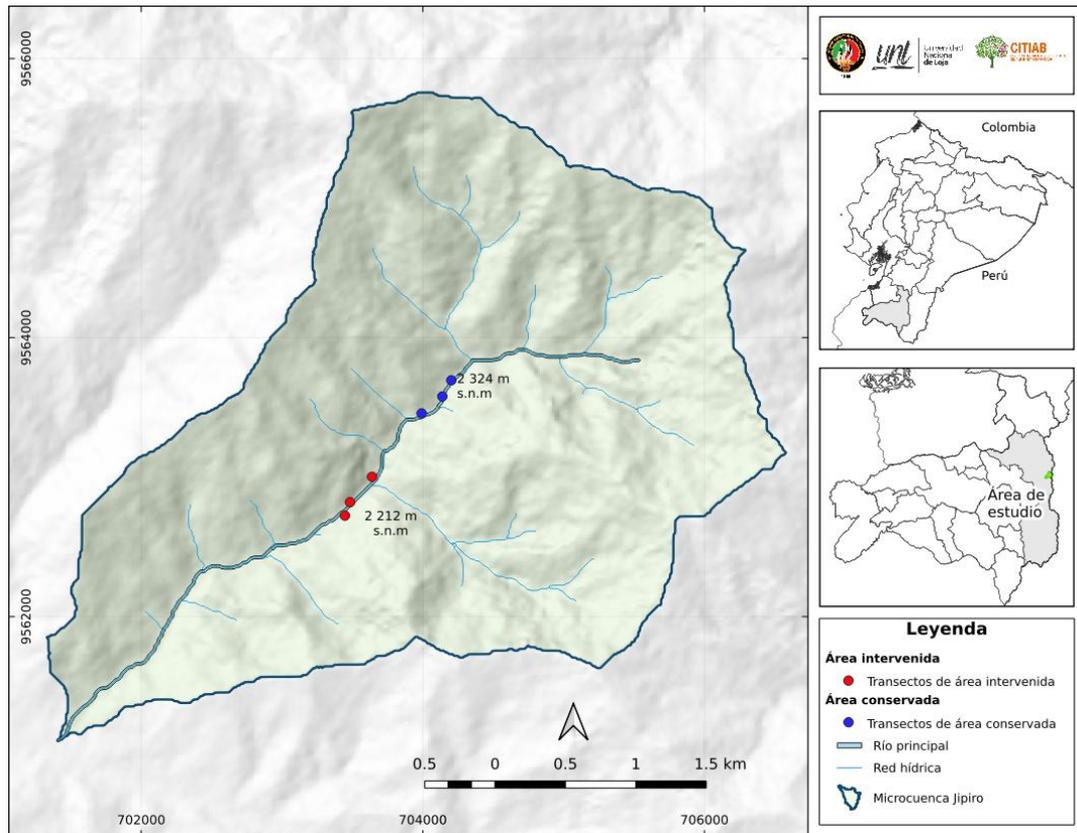


Figura 1. Mapa de ubicación de los transectos de estudio del ecosistema ripario en la unidad hidrográfica Jipiro.

5.2. Selección del sitio de muestreo

A lo largo del cauce principal de la unidad hidrográfica Jipiro se consideraron dos áreas: el área en recuperación y el área conservada.

El área en recuperación tenía características tales como evidencia de intervención derivada de actividades agropecuarias y turismo. Esta área se encuentra a una altitud de 2 200 m s.n.m. Para la selección del área conservada se consideró la zona ubicada aguas arriba de la captación municipal, la misma que es un área con presencia de bosque natural y área de protección hídrica. Esta área se encuentra a una altitud de 2 290 m s.n.m.

5.3. Metodología para la determinación de la estructura y composición florística de la zona riparia en la unidad hidrográfica Jipiro

5.3.1. Instalación de parcelas

Para determinar la composición florística y estructura de la zona riparia se instalaron seis parcelas de 25×5 m (125 m^2) a una distancia mínima de 100 m, evitando pseudoreplicación entre parcelas (Figura 2) (Martella et al., 2012).

Según el Código Orgánico de Organización Territorial [COOTAD] (2019) y el Artículo 430; Ordenanza N° 038-2021 del Municipio de Loja (2022, Artículo 1186) existe un rango de protección en los dos márgenes del río que se debe de considerar, el cual varía entre 5, 10, 15 y 20 m de distancia entre el cauce y la vegetación riparia. Para la siguiente investigación se consideró una distancia máxima de 10 m procurando respetar el margen de protección antes mencionado.

De igual forma, se toma en cuenta lo mencionado por Connecticut River Watershed (2000) quien indica que las orillas de los ríos grandes requieren arbustos y árboles para mejorar su estabilización y así protegerla de la erosión.



Figura 2. Diseño de las parcelas para la evaluación de la estructura y composición florística del ecosistema ripario en la unidad hidrográfica Jipiro.

5.3.2. Caracterización de la composición florística del ecosistema ripario

La composición florística se realizó en cada una de las seis parcelas establecidas, donde se hizo el registro forestal de todos los individuos leñosos ≥ 5 cm de DAP (Alder y Synnott, 1992; Cuellar et al., 2022; Lamprecht, 1990) así como de las variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho (DAP_{1,30}) donde se utilizó una cinta diamétrica y la altura total utilizando un vertex digital (Nikon Láser Forestry Pro II).

Todos los individuos fueron codificados con placas de aluminio colocadas a 1,50 m de altura. Los datos obtenidos fueron registrados en una hoja de campo (Anexo 1).

La identificación taxonómica de los individuos leñosos fue realizada en campo y en el caso de aquellas que no se lograron identificar, fueron colectadas muestras botánicas las cuales se trasladaron al Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja para su respectiva identificación a cargo del Ing. Nelson Jaramillo, curador del herbario. La nomenclatura taxonómica de las especies, géneros y familias botánicas se realizó según el sistema de clasificación The Catalogue of Live Partnership (2017) apoyado por la base de datos de Tropicos (1982) del Missouri Botanical Garden (APG IV) y en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen y León, 1999). Las especies cuya taxonomía no se pudieron identificar se registraron a nivel de género.

5.3.3. Caracterización de la estructura del ecosistema ripario

Se calcularon los parámetros estructurales de cada especie, como: área basal, densidad absoluta, densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice de valor de importancia - IVI (Tabla 2) (Aguirre, 2019).

Tabla 1. Fórmulas para el cálculo de los parámetros estructurales para el ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.

Parámetro	Fórmula
Área basal (G)	$G = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$
Densidad absoluta (ind/m ²)	$D = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$
Densidad Relativa (%)	$DR = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$
Frecuencia Relativa (%)	$FR = \frac{\text{No. de parcelas en las que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
Dominancia Relativa (%)	$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$
Índice de valor de importancia (IVI)	$IVI = \frac{DR + DmR + FR}{3}$
Índice de Shannon-Wiener	$H^{\wedge} = \sum pi \times Ln pi$

5.4. Metodología para la identificación de la diversidad de comunidades de perifiton de la zona riparia en la unidad hidrográfica Jipiro

Para la obtención de las comunidades de perifiton, se recolectaron al azar 5 sustratos naturales (piedras) expuestas a la luz, éstas se tomaron en el eje transversal del río perpendicular a las seis parcelas previamente instaladas (Figura 3a). El criterio de recolección del sustrato fue

su coloración de tono café oscuro o verde, esto es debido a la clorofila que produce el fitoplacton (López-Cortés et al., 2003).

Para la extracción de comunidades de perifiton, se procedió a lavar el sustrato con 20 ml de agua destilada y con ayuda de un cepillo plástico se fue cepillando el sustrato (Figura 3b). Para finalizar, el agua recolectada se almacenó en un frasco de 100 ml previamente etiquetada, proceso que se fue realizando en cada una de las parcelas.

Para la conservación de las muestras se siguió la metodología aplicada por Hernandez et al. (2018) quién sugiere el uso de 1 ml (1 %) de lugol, por cada 100 ml de muestra, posteriormente las muestras fueron cubiertas con papel aluminio para su conservación. Las muestras se trasladaron al laboratorio en un recipiente (cooler) con bolsas de gel congelante en su interior, procurando mantener la cadena de frío hasta ser colocados en refrigeración a 2 °C.

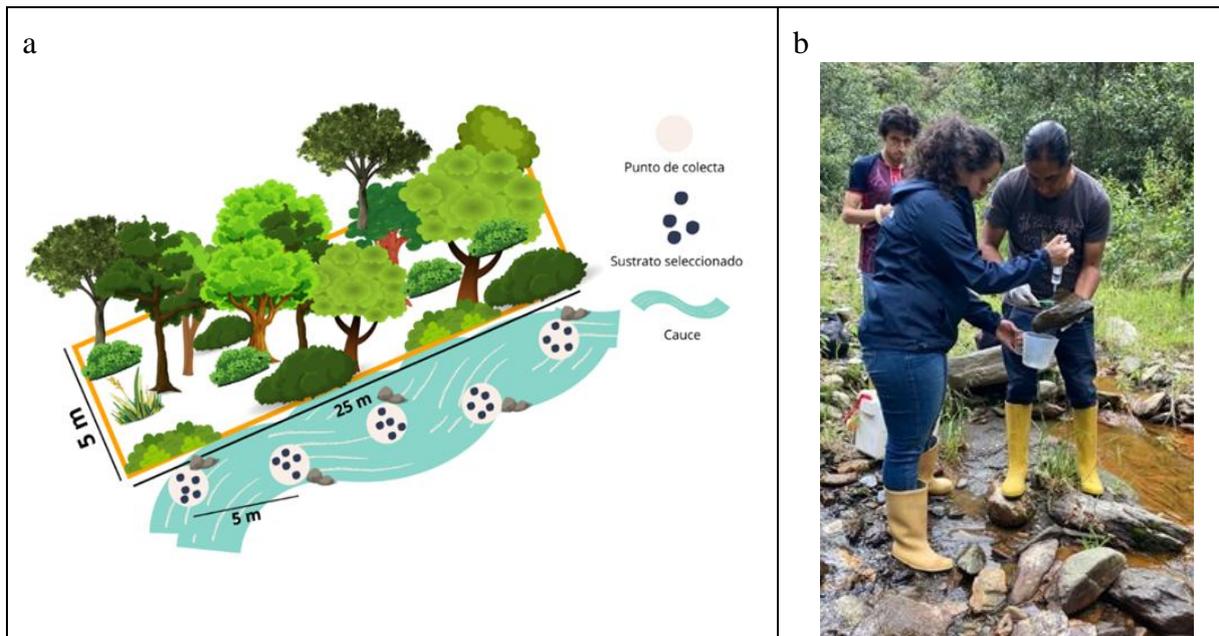


Figura 3. Recolección de comunidades de perifiton del ecosistema ripario y muestreo en cada parcela instalada en el área intervenida y área conservada de la unidad hidrográfica Jipiro.

5.4.1. Análisis de muestras de perifiton

Con base en la metodología propuesta por Guzman y Leiva (2017), se realizó la observación y conteo de las comunidades de perifiton. Con la ayuda de una pipeta de 10 ml y tubos tipo Falcon de 50 ml, se procedió a agitar el frasco con la muestra hasta lograr su homogenización, seguidamente se separó una submuestra de 10 ml para su análisis posterior, donde se obtuvo un total de seis muestras

Previo al conteo celular, se procedió a agitar manualmente cada muestra, y con ayuda de una jeringa se extrajo 0,5 ml que fueron colocados en la cámara Sedgewick Rafter, el cual se

lo dividió en 30 campos de visión (Figura 4) donde seguidamente se realizó el conteo de especímenes.

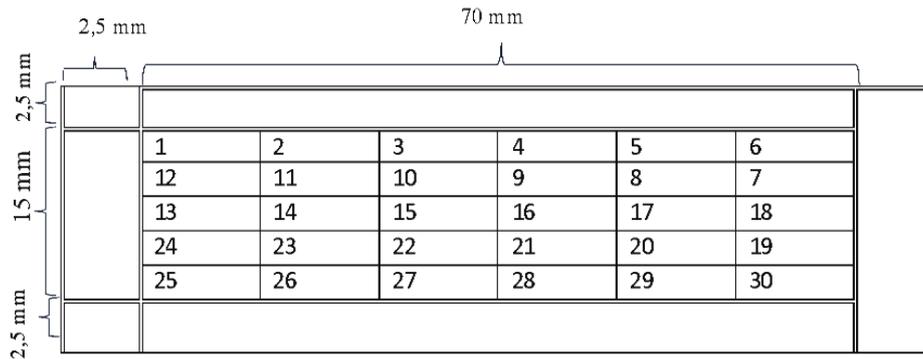


Figura 4. División del portaobjetos para el conteo de especímenes de perifiton

El conteo celular se realizó en el laboratorio del área de biología de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL - ECOSSLAB), con ayuda del microscopio de marca Axiolab 5 y la cámara Axiocam 208 color con el programan Labscope. Antes de iniciar el recuento, se realizó una previa observación con lente 10x donde se observó exhaustivamente toda el área de la cámara para lograr identificar las principales especies de la muestra para luego realizar el conteo celular.

Siguiendo la metodología empleada por de McAlice (1971), se definieron treinta cuadrantes, donde los taxones presentes en la muestra se cuantificaron por organismos, considerando si era una célula, un filamento o una colonia (número de células/colonia), según el nivel de organización específica, y se midió con el micrómetro el tamaño de cada uno de ellos, tal como lo sugiere la clave taxonómica. Con el recuento se estimó la abundancia de cada taxón previamente identificado.

Para el conteo de los especímenes, se fue ubicando en una base de datos donde se indicó la presencia de las células y las veces que estos fueron identificados en la cámara de visión y así obtener el total de cada uno de los taxones.

5.5. Metodología para la determinación de índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos

Para la evaluación de los indicadores ecológicos en ecosistemas riparios, se utilizaron dos diferentes índices de diversidad, como Shannon – Wiener y el índice de similitud de Sorensen. Para corroborar los resultados se utilizó el software Past 3.17.

5.5.1. Índice de diversidad alfa de Shannon-Wiener

Para determinar la diversidad de las comunidades de perifiton y diversidad florística se utilizó el índice de Shannon-Wiener con la fórmula utilizada por Aguirre (2013):

$$pi = \frac{ni}{N}$$
$$H' = \sum pi \times \ln pi$$

donde:

H' = Índice de Shannon

pi = proporción de individuos del género i respecto al total de individuo

ni = número de individuos del género i

N = número de todos los individuos de todos los géneros

Ln = logaritmo natural

Para la interpretación de los resultados se usó la siguiente escala descrita en la Tabla 2, tomado de Aguirre (2019):

Tabla 2. Interpretación del índice de Shannon - Wiener

Rango	Interpretación
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,50	Diversidad media
>3,6	Diversidad alta

5.5.2. Índice de Similitud de Sorensen

Para determinar la semejanza de especies vegetales y de las comunidades perifíticas entre el área conservada y el área en recuperación se utilizó el índice con datos cualitativos del coeficiente de similitud de Sorensen, donde se aplicó la fórmula propuesta por Magurran (1988):

$$I_s = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = sumatoria de abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre el sitio A y B.

Para la interpretación de los resultados del índice de Sorensen – Coeficiente de similitud, se utilizó la siguiente escala descrita en la Tabla 3, tomado de Moreno (2001):

Tabla 3. Interpretación del índice de Sorensen – Coeficiente de similitud.

Rango (%)	Interpretación
0 a 33	Disimiles o diferentes florísticamente
34 a 66	Medianamente disimiles florísticamente
67 a 100	Similares florísticamente

6. Resultados

6.1. Composición y estructura florística asociada al ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro

6.1.1. Composición florística

Área conservada

El área conservada de la unidad hidrográfica Jipiro, registra una composición florística total de 81 individuos distribuidos en 20 especies, 22 géneros y 16 familias. La familia con mayor número de especies fue Rubiaceae con el 35 % del total de individuos (Figura 5).

El género representativo de las áreas conservadas fue *Guettarda* con el 27,5 %. *Guettarda hirsuta* fue la especie con mayor número de individuos (22). Las especies con menor número de individuos fueron: *Casearia arborea*, *Hedyosmun spectabile*, *Macbrideina* cf. *peruviana*, *Morella pubescens*, *Palicourea lyrastipula*, *Palicourea ovalis*, *Psychotria* sp., *Andesanthus lepidotus* y *Weinmania glabra*, todas con un solo individuo registrado.

Área en recuperación

La composición florística en el área en recuperación registró un total de **79 individuos** distribuidos en 19 especies, 20 géneros y 18 familias. Las familias con mayor riqueza fueron: Loranthaceae y Betulaceae representando el 12 % del total de individuos (Figura 5).

El género representativo dentro de las áreas en recuperación fue: *Gaiadendron* ocupando el 15,9 %. De igual forma *Gaiadendron punctatum* fue la especie con mayor número de individuos con 12, seguido de las especies *Alnus acuminata* con 11 y *Croton mutisianus* con 10 individuos. Y las especies con menos número de individuos fueron: *Cecropia* cf. *montana*, *Juglans neotropica*, *Morus* sp., *Salix babilónica*, *Saurauia bullosa*, *Tournefortia fuliginosa* y *Verbesina pentantha*, todas con un solo individuo.

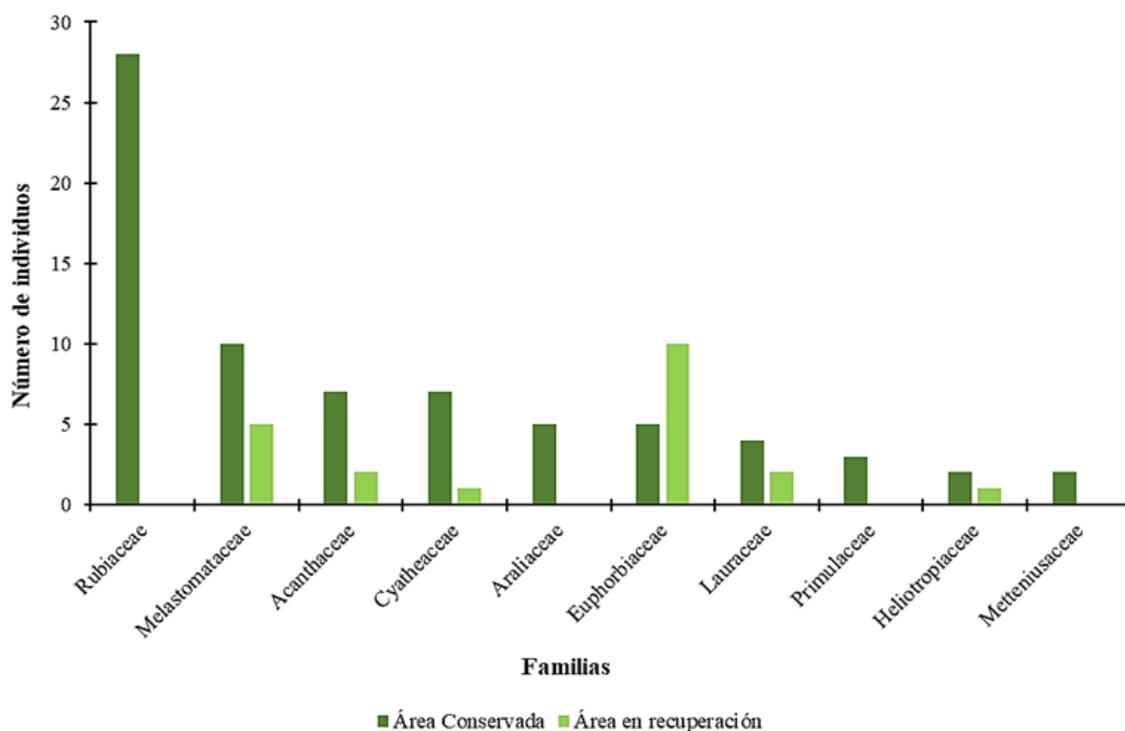


Figura 5. Riqueza del área conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

6.1.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener

La diversidad florística dentro de las parcelas en el área conservada y del área en recuperación registraron un promedio de 2,61 y 2,58 respectivamente, representando una diversidad media en ambas áreas (Tabla 4, Anexo 9 y 10).

Tabla 4. Diversidad florística de las parcelas del área conservada y del área en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.

Área	N° de individuos	Diversidad	Interpretación
Conservada	80	2,61	Diversidad media
En recuperación	79	2,58	Diversidad media

6.1.3. Índice de Similitud de Sorensen

Las parcelas del área conservada y del área en recuperación registraron un índice de similitud del 23 %, lo que determina que son áreas florísticamente diferentes (Tabla 5, Anexo 13).

Tabla 5. Índice de similitud de Sorensen para la composición florística del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Zona de estudio	N° de especies	Especies en común	Coefficiente de Sorensen (%)	Interpretación
Conservada (Sitio A)	23	5	23,25	Baja similitud
En recuperación (Sitio B)	20			

6.1.4. Estructura florística

6.1.4.1. Índice de valor de importancia

Las especies con mayor importancia del área conservada en la estructura del bosque ripario por su abundancia, frecuencia y dominancia relativa fueron: *Guettarda hirsuta* con 15,23 %, *Croton mutisianus* con 13,90 %, *Axinaea sclerophylla* con 11,99 %, *Cyathea caracasana* con 6,84 % y *Aphelandra acanthifolia* con 5,65 % (Tabla 7, Anexo 8).

En el área en recuperación, la especie con mayor importancia según su abundancia, frecuencia y dominancia relativa fueron: *Alnus acuminata* con 13,79 %, *Croton mutisianus* con 11,52 % y *Tibouchina lepidota* con 9,77 % (Tabla 7, Anexo 8).

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies más representativas del área conservada y en recuperación de la zona riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

ÁREA CONSERVADA						
N°	Familia	Nombre científico	DR (%)	DmR (%)	FR (%)	IVI (%)
1	Rubiaceae	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	27,500	11,73	6,45	15,22
2	Euphorbiaceae	<i>Croton mutisianus</i> Kunth	6,250	25,77	9,67	13,89
3	Melastomataceae	<i>Axinaea sclerophylla</i> Triana	11,250	21,50	3,22	11,99
4	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzch) Domin	8,750	5,34	6,45	6,84
5	Acanthaceae	<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	8,750	4,99	3,22	5,65
6	Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	5,000	3,76	6,45	5,07
7	Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp 1	3,750	4,67	6,45	4,95
8	Heliotropaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	2,500	4,91	6,45	4,62
9	Rubiaceae	<i>Pentagonia</i> sp.	2,500	4,09	6,45	4,34
10	Metteniunaceae	<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	2,500	3,01	3,22	2,91
Otros			21,25	10	41,94	24,47
Total			100	100	100	100
ÁREA EN RECUPERACIÓN						
N°	Familia	Nombre científico	DR (%)	DmR (%)	FR (%)	IVI (%)
1	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	13,92	20,05	7,40	13,79
2	Euphorbiaceae	<i>Croton mutisianus</i> Kunth	12,65	10,78	11,11	11,51
3	Melastomataceae	<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	6,32	15,57	7,40	9,77
4	Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur	11,39	9,68	7,40	9,49

5	Urticaceae	<i>Phenax hirtus</i> (Sw.) Wedd.	8,86	9,36	7,40	8,54
6	Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	15,19	6,48	3,70	8,45
7	Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. Ex J. St.-Hil.) Hoerold	8,86	3,05	3,70	5,20
8	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> Willd.	1,26	8,47	3,70	4,48
9	Asteraceae	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	2,53	0,63	7,40	3,52
10	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	2,53	3,31	3,70	3,18
Otros			16,46	13	37,04	22,04
Total			100	100	100	100

6.4.1.2. Clases diamétricas

Las especies con mayor área basal de las parcelas del área conservada distribuidas en las Clases I, II y III fueron *Croton mutisianus* con 0,28 m² y *Axinea sclerophylla* con 0,23 m², mientras que en las parcelas del área en recuperación las especie con mayor área basal, distribuidas dentro de las Clases I, II y III fueron *Alnus acuminata* con 0,18 m² y *Tibouchina lepidota* con 0,14 m².

En las parcelas del área conservada el número de individuos por clase diamétrica muestra la forma de J invertida (Figura 6); de acuerdo con las 7 clases diamétricas, se registró en total: 43 individuos para la Clase I (5 – 9,99 cm), 28 individuos para la Clase II (10 – 19,99 cm), 4 individuos para la Clase III (20 – 29,99 cm) y 3 individuos para la Clase IV (30 – 39,99 cm), para las clases restantes no se registró ningún individuo.

De igual manera, en las áreas en recuperación el número de individuos por clase diamétrica muestra la forma de J invertida (Figura 6); las 7 clases diamétricas del área en recuperación se registró en total: 47 individuos para la Clase I, 23 individuos par la Clase II, 4 individuos para la Clase III y 1 individuo para la Clase IV, para las clases restantes no se registró ningún individuo.

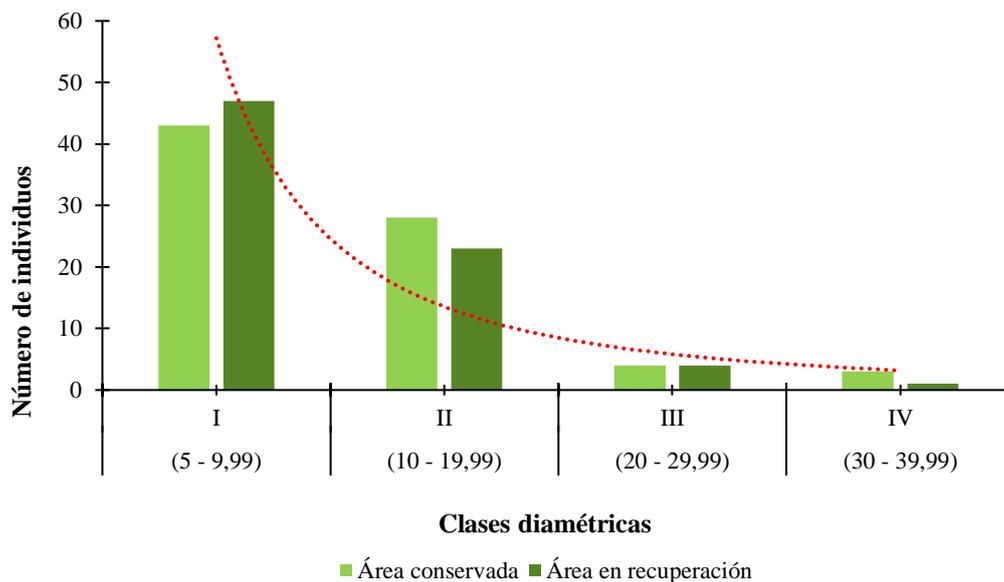


Figura 6. Clases diamétricas de los individuos vegetales registrados del área conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

6.2. Caracterización de la diversidad de las comunidades de perifiton asociada al ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro

6.2.1. Diversidad de las comunidades de perifiton

Área conservada

En el área conservada de la unidad hidrográfica Jipiro, se registró 1321 microorganismos, pertenecientes a comunidades de Diatomeas perifíticas, distribuidos en 10 géneros. Las especies con mayor abundancia fueron: *Cocconeis placentula* con 353 microorganismos representando el 26,72 % del área muestreada y *Gomphonema* sp1. con 182 microorganismos representando el 13,77 % respectivamente (Figura 7).

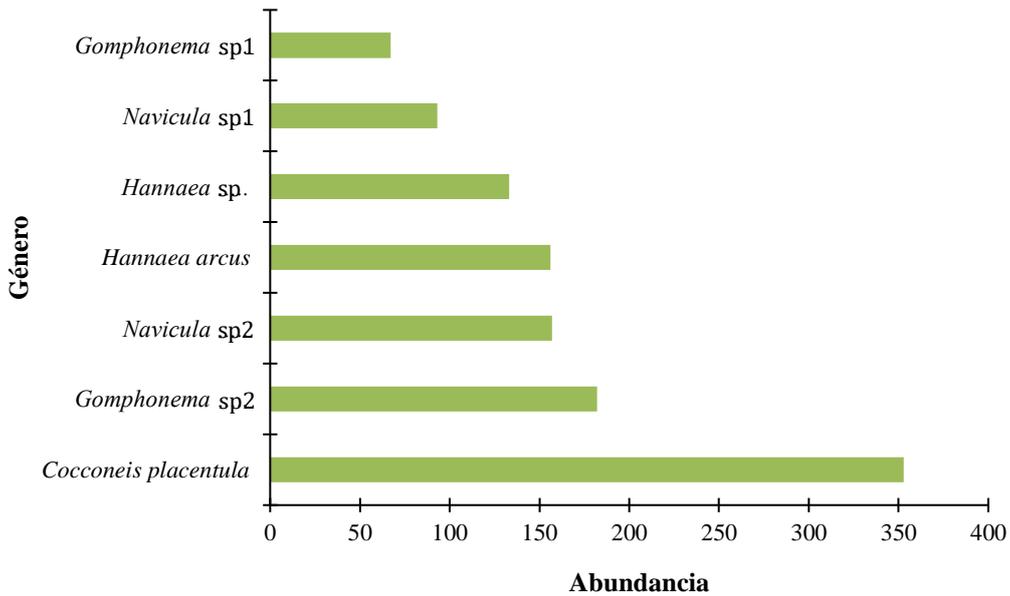


Figura 7. Abundancia de células perifíticas del área conservada de la zona riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Área en recuperación

En el área en recuperación de la unidad hidrográfica Jipiro, se registró 3211 microorganismos, distribuidos en 5 géneros. Las especies mayor abundancia fue *Hannaea arcus* con 2025 microorganismos representando el 63,06 % del área muestreada, seguido de *Gomphonema* sp1 con 327 microorganismos representando el 10,18 % del área muestreada (Figura 8).

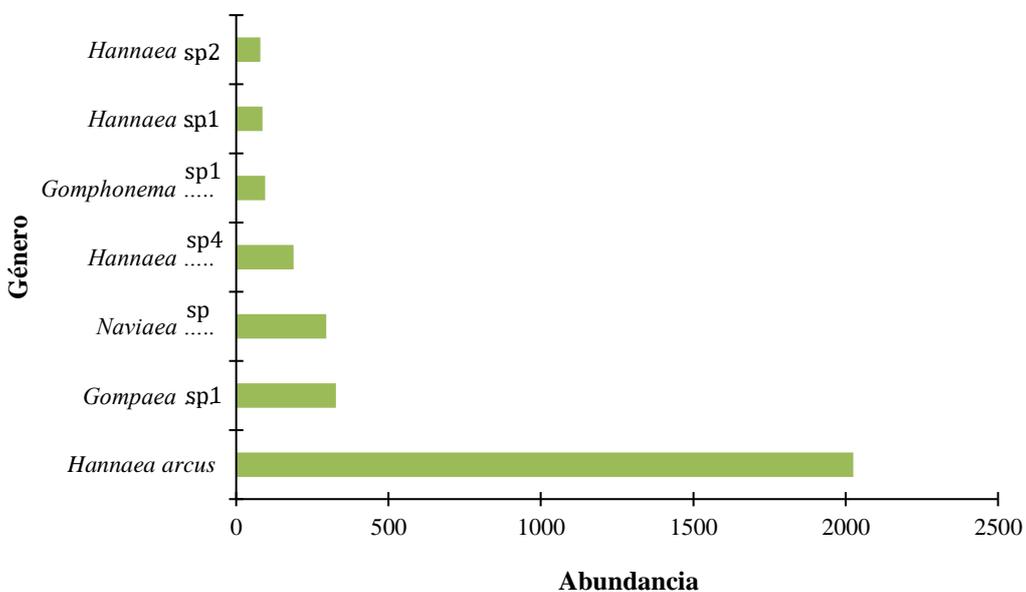


Figura 8. Abundancia del área en recuperación de las comunidades de perifiton del área riparia de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

6.2.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener

La diversidad de las comunidades de perifiton en el área conservada y del área en recuperación registraron un promedio de 2,73 y 2,03 respectivamente, representando una diversidad media en ambas áreas (Tabla 7, Anexo 9 y 10).

Tabla 7. Diversidad de las comunidades de perifiton del área conservada y del área en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro.

Área	N° de individuos	Diversidad	Interpretación
Conservada	1 321	2,73	Diversidad media
En recuperación	3 211	2,03	Diversidad media

6.2.3. Índice de Similitud de Sorensen

La diversidad de comunidades de perifiton de la zona conservada y de la zona en recuperación, registraron un índice de similitud del 40 % lo que determina que son áreas con similitud media (Tabla 8, Anexo 13).

Tabla 8. Índice de similitud de Sorensen para la diversidad de comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Zona de estudio	N° de especies	Especies en común	Coefficiente de Sorensen (%)	Interpretación
Conservada (Sitio A)	17	6	40	Media similitud
En recuperación (Sitio B)	13			

6.3. Análisis de índices de diversidad y similitud para la evaluación de indicadores ecológicos

El cálculo del índice de Shannon - Wiener registró una diversidad media tanto en el componente de vegetación riparia como a nivel de las comunidades de perifiton, tal como lo muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Índices de diversidad de Shannon - Wiener de las áreas conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Zona de estudio	Área	Abundancia	Diversidad de Shannon-Wiener	Interpretación
Vegetación riparia	Conservada	80	2,612	Diversidad media
	En recuperación	79	2,582	
Comunidades de perifiton	Conservada	1321	2,732	Diversidad media
	En recuperación	3221	2,027	

En la Tabla 10 se presenta el índice de similitud de Sorensen donde se muestra que las áreas conservadas tienen una diferencia florística del 76,75 %, mientras que las comunidades de perifiton presenta una disimilitud entre especies del 60 % (Anexo 14).

Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen de las áreas conservada y en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Zona de estudio	Área	Similitud de Sorensen (%)	Interpretación
Vegetación riparia	Conservada	23,25	Disímiles
	En recuperación		
Comunidades de perifiton	Conservada	40,00	Medianamente parecidos
	En recuperación		

7. Discusión

Composición y estructura florística de zonas riparias

El ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro está compuesta por un tipo de bosque montano, principalmente dominada por la familia Rubiaceae, lo cual es corroborado por Guitierrez et al. (2009) quienes registraron mayor abundancia para la misma familia en ecosistemas similares y Chaves y Rodríguez (2010) donde Moraceae y Rubiaceae mostraron valores altos de riqueza, desempeñando un papel importante en la composición del ecosistema ribereño, a diferencia de Vistín-Guamantaqui y Espinoza-Castillo (2021) que en su estudio realizado en un mismo bosque, encontraron a las familias Cunoniaceae, Asteraceae y Myrtaceae como las más representativas del lugar.

En cuanto a la estructura de la vegetación, la especie *Alnus acuminata* Kunth obtuvo el mayor porcentaje del índice de valor de importancia (13,79 %), dato que concuerda con los cálculos obtenidos por Camacho et al. (2006) con un IVI de 22,11 % y los datos de Morocho et al. (2018) donde registró un IVI del 56,3 %, lo que determina que esta especie es representativa de un ecosistema ripario perturbado, pese a aquello se considera que esta área se encuentra en recuperación, por lo que es natural que esta especie esté presente en la misma.

Los datos obtenidos sobre *Alnus acuminata* Kunth en cuanto su índice de valor de importancia, indica que esta especie es ecológicamente importante para el ecosistema ripario, cumpliendo la función de fijadora de nitrógeno y a su vez su presencia indica un proceso de restauración, tal como nos indica Guariguata y Kattan (2002).

Los resultados obtenidos en otros estudios muestran variabilidad de la biota debido a las actividades antrópicas tales como la ganadería y la agricultura en los ecosistemas riparios, esto depende de gran manera la gradiente altitudinal y la regularidad de disturbios los cuales cumplen un rol importante en la composición florística de estos ecosistemas. Sin embargo, los resultados de esta investigación determinaron que la parte alta de la microcuenca Jipiro, contrastando la vegetación arbórea como las comunidades de perifiton, tiene un nivel medio de diversidad en las dos zonas estudiadas.

Debido a la concentración de actividades antrópicas, la diversidad florística de la cuenca baja presenta una menor riqueza y abundancia, esto se debe que esta área cuenta con menor pendiente, por lo que resulta de fácil acceso el establecimiento de cultivos y áreas de pastoreo, indicando una escasa presencia de especies nativas, a diferencia de la cuenca alta, donde si existe la presencia de estas especies. Este análisis concuerda con los resultados obtenidos por Pérez-Castellón et al. (2016) quien registró mayor diversidad florística en la cuenca alta.

La unidad hidrográfica Jipiro cuenta con una diversidad media de conservación, corroborado por la vegetación y las comunidades de perifiton de las zonas riparias de las áreas conservadas y las áreas en recuperación. La diversidad de la composición florística de acuerdo al índice de Shannon - Wiener para las dos áreas oscilan entre 2,61 y 2,58 respectivamente, resultados que concuerdan con los de Herrera et al. (2018) donde registró una diversidad de 2,54. Por otro lado, el estudio realizado por Suatunce et al. (2009) obtuvieron valores de 1,47 y 2,67 interpretados como un bosque con diversidad media. Estos valores están asociados al patrón de drenaje, que tiene forma dendrítica, forma que contribuye a la diversidad y distribución de muchas especies tal como lo indica Stevens et al. (2020) y Stevens (2012) donde en sus investigaciones menciona que esta forma proporciona un corredor natural para cambios de área de distribución de muchas especies.

El resultado del cálculo del índice de Sorensen indica que en las áreas conservadas existe una alta diferencia florística, resultado que difiere por la investigación realizada por Echeverry (2021) quien obtuvo una similitud media alta con baja diferencia florística; de igual forma en el estudio realizado por Suatunce et al. (2009) y Treviño et al. (2001) quienes obtuvieron valores de 61 y 64 % respectivamente, teniendo una similitud alta entre parcelas, esto puede deberse al estado de conservación en las que se encuentran las áreas de estudio.

Caracterización de comunidades de perifiton en zonas riparias

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron identificar géneros de comunidades de perifiton que son indicadoras de la calidad del agua de la unidad hidrográfica Jipiro, como es el caso de la presencia de las especies *Hannaea arcus* y *Cocconeis placentula*, que son dos de los muchos indicadores de buena calidad de agua, buena oxigenación, propios de una zona ribereña conservada tal como lo indican Carmona et al. (2016), Prygiel y Coste (2018) y Yaguana y Cartuche (2022) al igual que los datos corroborados por Penalta y López (2007) y Hernández (2012) quienes indican la presencia de estas especies en áreas con características similares.

Estos resultados difieren con la investigación realizada por Passy (2007) quien clasifica los géneros de perifiton en gremios ecológicos, donde los géneros *Achnanthes*, *Achnantheidium*, *Cocconeis* y *Hannaea* se encuentran dentro del grupo de “bajo perfil”, definiéndolos como géneros que se producen en ecosistemas pobres en nutrientes pero resistentes a perturbaciones físicas. Sin embargo Berthon et al. (2011) indican que al aumentar la carga orgánica y la acumulación de nutrientes se pueden encontrar a individuos de este gremio en bajos porcentajes,

por lo que es evidente la presencia de estos en géneros en la zona conservada de la unidad hidrográfica Jipiro.

En base a los datos obtenidos, en el área conservada se registró la presencia del género *Achanthidium* (3,70 %), que según Ponader y Potapova (2007), este género tiende a producirse en ambientes con un bajo contenido de nutrientes pero, Hurtado y Morales (2016) indican que este género tiene una alta tolerancia para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, por lo que explica su presencia en el área conservada y por lo que también se lo puede encontrar en áreas intervenidas.

La diversidad de las comunidades de perifiton en el área conservada de la unidad hidrográfica Jipiro tiene una diversidad media, resultados que se corroboran con el estudio realizado por Martínez y Donato (2003) quienes encontraron una alta diversidad, con un valor más bajo en el área en recuperación de 2,03, esto es debido a que las comunidades perifíticas están sujetas a cambios hidrológicos, químicos y físicos, tal como indica en el estudio realizado por Yaguana y Cartuche (2022) en el río Malacatos, que tiene condiciones ambientales similares a las de Jipiro, obtuvieron una diversidad moderada tanto en el área conservada (2,21) como en su área semiconservada (2,04). Estos resultados se complementan con lo mencionado por Rodríguez et al. (2008) quienes indican que el orden superior de una cuenca convierte la zona riparia en una importante generadora de materia orgánica, procesadora de nutrientes, retenedora de agua y dispersora de flora y fauna por lo que la diversidad de las comunidades de perifiton es alta (Orduz et al., 2020; Velásquez y Miserendino, 2003)

La vegetación riparia muestra una gran importancia para el desarrollo de comunidades perifíticas, dado a que esta se encuentra adyacente al cauce, esto se corrobora con lo mencionado por Halliday et al. (2016), Majdi et al. (2015) y Vázquez et al. (2011) quienes indican que el perifiton no solo se produce con nutrientes transportados por el agua, sino también por la incidencia de luz, por lo que concluyen que el dosel arbóreo ribereño podría estar afectando esta variable y a su vez, a la producción perifítica del río, convirtiéndose así, en un indicador de calidad de agua.

Es de importancia señalar que los ecosistemas riparios son fundamentales en los procesos de restauración, ya que la unidad hidrográfica Jipiro cuenta con especies vegetales importantes para las diferentes etapas sucesionales de estos bosques. La vegetación riparia contempla características estructurales y funcionales particulares, lo que determina la diversidad de organismos de este ecosistema, encontrándose intrínsecamente relacionadas con la calidad de agua (Stevens et al., 2020).

En la parte alta de la unidad hidrográfica Jipiro se observa que la vegetación riparia constituye un corredor natural y de transición entre el ecosistema terrestre y el ecosistema acuático, creando dinamismo y funcionalidad entre ambos ecosistemas (Granados et al., 2006).

8. Conclusiones

La zona riparia de la unidad hidrográfica Jipiro presenta una diversidad media y una baja similitud florística en cuanto a composición y estructura en sus áreas conservadas y en recuperación.

La importancia ecológica de las especies fue diferente en ambas áreas, siendo *Alnus acuminata*, especie pionera de zonas alteradas, quien mantuvo valores altos de valor de importancia en el área en recuperación, mientras que *Guettarda hirsuta* está mayormente representado en el área conservada.

En el área conservada se registró 1321 microorganismos, pertenecientes a comunidades de Diatomeas perifíticas, mientras que, en el área en recuperación, se registró 3211 microorganismos.

Las comunidades de perifiton del ecosistema ripario registró la presencia de *Cocconeis placentula* (353 microorganismos) en el área en recuperación y *Hannaea arcus* (2025 microorganismos) en el área conservada, especies que indican buena calidad de agua. Además, se registró una diversidad media en el área conservada (2,73) y en el área en recuperación (2,03).

9. Recomendaciones

Continuar con el monitoreo del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, de tal manera que se enriquezca la información sobre la estructura y funcionamiento de los mismos. Con la finalidad de fundamentar la toma de decisiones políticas que contribuyan a la conservación de estos ecosistemas y de unidades hidrográficas, no solo por su valor ecológico y ambiental, sino por los amplios beneficios hídricos que esta cuenca ofrece a la ciudad de Loja.

La presencia de especies vegetales y acuáticas en las dos zonas estudiadas indican alteración del ecosistema ripario, por lo que es necesario establecer un plan de conservación y restauración, no obstante, más allá de las estrategias y técnicas de restauración implementadas, siempre será importante realizar un estudio de ordenamiento territorial, para que de tal forma se logre reducir los factores que ocasionan la degradación de estos ecosistemas.

Establecer un análisis para el uso de indicadores ecológicos como un instrumento para el diagnóstico en la toma de decisiones del manejo de cuencas hidrográficas, mediante la conservación de las zonas riparias, de esta manera contribuir al mantenimiento de una buena calidad de agua para su uso potencial e integridad del sistema ecológico.

10. Bibliografía

- Aguirre, M. N. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista Virtual REDESMA*, 5(1), 1–12. <https://acortar.link/OQUuR>
- Aguirre, Z. M. (2019). Métodos para medir la biodiversidad. *Primera Edición. Universidad Nacional de Loja*. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alder, J., y Synnott, T. J. (1992). Permanent Sample Plot Techniques for Mixed Tropical Forest. *Oxford Forestry Institute Department of Plant Sciences - University of Oxford*.
- Arteaga, J., Ayala, G., Briseño, J., Gonzalez, J., Granda, A., Luzuriaga, R., y Vasquez C. (2014). *Microcuencas abastecedoras de agua para la Ciudad de Loja*. Academia. https://www.academia.edu/10910728/MICROCUENCAS_ABASTECEDORAS_DE_AGUA_PARA_LA_CIUADAD_DE_LOJA
- Azim, M. E., y Asaeda, T. (2005). *Periphyton structure, Diversity and Colonization*. In: Azim, M.E., Beveridge, M.C.M., van Dam, A.A. (Eds.), *Periphyton: Ecology, Exploitation and Management*. CABI Publishing, Pp. 15e49. <https://bit.ly/45rIud5>
- Barrantes, E. A., y Méndez, V. H. E. (2016). Riqueza del recurso hídrico y su relación con la cubierta vegetal en la Reserva Forestal Grecia, Alajuela, Costa Rica. *Junio*, 8(1), 11–15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515653586002>
- Bennett, S. J., Simon, A., y Neary, V. S. (2000). *Riparian Vegetation and Fluvial Geomorphology*.
- Berthon, V., Bouchez, A., y Rimet, F. (2011). Using diatom life-forms and ecological guilds to assess organic pollution and trophic level in rivers: A case study of rivers in south-eastern France. *Hydrobiologia*, 673(1), 259–271. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0786-1>
- Cabrales, Y. C., y González, S. P. D. (2015). Evaluación de Indicadores Ecológicos en las Comunidades de Corales Hermatípicos de la Costa Sur-Central, Provincia de Cienfuegos, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 35(July 2011), 37–57. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/7967/2015-37-57.pdf?sequence=1>
- Camacho-Rico, F., Trejo, I., y Bonfil, C. (2006). Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Botanical Sciences*, 31(78), 17–31. <https://doi.org/10.17129/botsci.1718>

- Carmona, J. J., Ramírez, R. R., Bojorge-García, M. G., González, B. H., y Cantoral-Uriza, E. A. (2016). Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: Una propuesta de evaluación y aplicación en el río Magdalena, ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 139–152. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.01>
- Chaves, C. G. C., y Rodríguez, S. A. E. (2010). Estructura y composición florística del bosque ribereño subandino de la subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Palmira. Valle Del Cauca (Colombia)*, 63–66. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/933/932>
- Connecticut River Watershed. (2000). Introduction to Riparian Buffers. *Riparian Buffers for the Connecticut River Watershed, 1*, 4. <http://www.crjc.org/buffers/Introduction.pdf>
- Conti, M. E., y Cecchetti, G. (2001). Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment - A review. *Environmental Pollution*, 114(3), 471–492. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00224-4](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00224-4)
- COOTAD. (2019). Código Orgánico De Organización Territorial, COOTAD. *Sección Tercera - Cuidado e Inventario de Los Bienes - Art 430 - Pag 129, 130, 181*. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COOTAD_feb2018.pdf
- Cornejo, A., Pérez, J., López-Rojo, N., Tonin, A. M., Rovira, D., Checa, B., Jaramillo, N., Correa, K., Villarreal, A., Villarreal, V., García, G., Pérez, E., Ríos González, T. A., Aguirre, Y., Correa-Araneda, F., y Boyero, L. (2020). Agriculture impairs stream ecosystem functioning in a tropical catchment. *Science of the Total Environment*, 745(July), 140950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140950>
- Cotler, H. Á., Galindo, A. A., González, I. D. M., Pineda, R. F. L., y Ríos, E. P. (2013). *Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y Perspectivas para su manejo y Gestión*. SEMARNAT - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.produccion-animal.com.ar/agua_cono_sur_de_america/80-Cuencas_hidrograficas.pdf
- Cruz, B., Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Carrillo González, F. M., y Téllez López, J. (2015). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale, Jalisco, México. *Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 64, 26–34. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2015643592>

- Cuellar, J. A., Nossa, D., y Vallejo, M. I. (2022). Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. In *Colombia forestal* (Vol. 25, Issue 2, pp. 70–84). <https://doi.org/10.14483/2256201x.19029>
- Cuevas, J., Huertas, Y., y Torres, A. (2015). Rol de las franjas ribereñas para el control de patógenos y contaminación difusa. *Buenas Prácticas Ganaderas Para Reducir La Carga de Patógenos En Purines*, 313, 57–61. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6454/NR40320.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, R. G. A., y Gaspari, F. J. (2017). Cambio de cobertura y uso del suelo en la zona ribereña en cuencas subtropicales del noroeste argentino. *Agricultural Experiment Station Contribution*, 03-305-S. <https://www.redalyc.org/journal/481/48156296004/html/>
- Echeverry, J. A. (2021). Composición y estructura florística de un remanente de bosque ripario en la vereda las Huacas, Timbio (Cauca). *Repositorio de La Universidad Del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de La Educación. Departamento de Biología*, 53–54.
- Elostegui, A., y Sabater, S. (2009). *Conceptos y Técnicas en ecología fluvial*.
- FONAG. (2018). Anuario Hidrometeorológico 2018. *FONAG - Fondo Para La Protección Del Agua*. <http://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2019/09/Anuario2018-min.pdf>
- FONAG. (2019). *Los Caminos del Agua-FONAG: trabajos y aprendizajes Fondo para la Protección del Agua*. 1–63. <https://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/28.pdf>
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Denegri, G., Delgado, I., y Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *7mo Congreso de Medio Ambiente*, 1–25.
- Giorgi, A., y Vilches, C. (2021). Rol de las Riberas en los Ecosistemas Fluviales. *Conservación, Manejo y Restauración de Sistemas Fluviales. Una Aproximación Ecológica, Chapter 4*(August), 45–60. https://www.researchgate.net/publication/354150491_ROL_DE_LAS_RIBERAS_EN_LOS_ECOSISTEMAS_FLUVIALES#fullTextFileContent
- Góngora Figueroa, A. G. (2018). Gestores Ambientales Comunitarios para mitigar la contaminación de La Microcuenca Jipiro. *Hallazgos* 21, 3(2528–7915), 1–14.

<https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/241/147>

- González, E., Felipe-Lucia, M., Bérenger, B. B., Nilsson, C., Palmer, G., y Sher, A. (2017). *Integrative conservation of riparian zones*. Biological Conservation - ScienceDirect - ELSEVIER. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.035>
- Graham, L. E., y Wilcox, L. W. (2000). Algae-Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. *Natural Science*, 07(01), 32–41. <https://doi.org/10.4236/NS.2015.71004>
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á., y López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 12(1), 55–69. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- Guariguata, M. R., y Kattan, G. H. (2002). Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. In *Ecologia y Conservacion de Bosques Neotropicales*.
- Gutierrez, Y. R., Velázquez, S. M., & Carbonó de la Hoz, E. (2009). Composición florística ribereña de la cuenca del río Gaira, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 59, 26–31. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5928/4>. Gutiérrez et al..pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guzman, B. K., y Leiva, D. T. (2017). Diatomeas como bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Utcubamba, Amazonas - Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i1.220>
- Guzman, L. G., y Álvarez, I. B. (2015). Hongos y plantas terrestres. *ResearchGate*, August. <http://surl.li/rrqtgu>
- Halliday, S. J., Skeffington, R. A., Wade, A. J., Bowes, M. J., Read, D. S., Jarvie, H. P., y Loewenthal, M. (2016). Riparian shading controls instream spring phytoplankton and benthic algal growth. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 18(6), 677–689. <https://doi.org/10.1039/c6em00179c>
- Hansson, L. A. (1992). The role of food chain composition and nutrient availability in shaping algal biomass development. *Ecology*, 73(1), 241–247. <https://doi.org/10.2307/1938735>
- Hernandez, A. I. O., Marin, M., Henríquez, L., y Garay, M. (2018). Variación espacial y temporal de la diversidad y abundancia de cianobacterias del Lago de Yojoa (2014-2015). *Revista Ciencia y Tecnología*, 47–70. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i20.5922>

- Hernández, S. G. (2012). Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando Fitobentos (Diatomeas). *Universidad y Ciencia. Centro Para La Investigación En Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA/UNAN-Managua.*, 6(9), 20–23. <https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1952>
- Herrera, W. J., Urrutia, J., y Sánchez, S. (2018). El Ancho del Bosque Ripario en la Diversidad Herbácea, Avifauna y Arbórea, Microcuenca Santa Cruz, Subcuenca Río Viejo, Estelí, Nicaragua. *Revista Científica En Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS*, 4(1), 1–5.
- Hurtado, M. I., y Morales, L. a. (2016). Influencia de las variables físico-químicas sobre la estructura de la comunidad de algas perifíticas en las cuencas altas de los ríos Ishcayrumi-Yanuncay y Matadero del Parque Nacional Cajas. *Universidad Del Azuay*, 76. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5210>
- Iñiguez-Armijos, C., Rausche, S., Cueva, A., Sánchez-Rodríguez, A., Espinosa, C., y Breuer, L. (2016). Shifts in leaf litter breakdown along a forest–pasture–urban gradient in Andean streams. *Ecology and Evolution*, 6(14), 4849–4865. <https://doi.org/10.1002/ECE3.2257>
- Kabite, G., y Gessesse, B. (2018). Hydro-geomorphological characterization of Dhidhessa River Basin, Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.02.003>
- Ladrera, R., Rieradevall, M., y Prat, N. (2013). Macroinvertebrados Acuáticos Como Indicadores Biológicos: Una Herramienta Didáctica. *Revista de Didáctica* 11, 2013, 19. http://www.ehu.eus/ikastorratza/11_alea/macro.pdf
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen.
- Larned, S. T., Nikora, V. I., y Biggs, B. J. F. (2004). Mass-transfer-limited nitrogen and phosphorus uptake by stream periphyton: A conceptual model and experimental evidence. *Limnology and Oceanography*, 49(6), 1992–2000. <https://doi.org/10.4319/lo.2004.49.6.1992>
- Lima, A. R., Armijos, J., Jaramillo, N., y Peña, J. (2018). Regeneración natural en zonas alteradas e identificación de especies forestales potenciales para recuperación hídrica en la microcuenca del río Jipiro, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(2). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/494/389>

- López-Cortés, D. J., Gárate-Lizárraga, I., y Bustillos-Guzmán, J. J. (2003). Variabilidad del estado trófico y la biomasa del fitoplancton de Bahía Concepción, Golfo de California (1997-1999). *Hidrobiológica*, 13(3), 195–206.
- Louman, B., Quirós, D., y Nilsson, M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. In *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Serie técnica. Manual Técnico* (Issue 46).
- Lozada, J. R. (2012). Ecología - Comunidades. *Guía de Estudio de La Universidad de Los Andes Venezuela. (Grupo de Investigación de Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales)*, 1–22.
http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/35153/ecol_comunidades.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Magurran, Anne, E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*.
- Majdi, N., Boiché, A., Traunspurger, W., y Lecerf, A. (2015). *Community patterns and ecosystem processes in forested headwater streams along a gradient of riparian canopy openness*. *Fundamental and Applied Limnology*, 187(1), 63-78.
<https://doi.org/10.1127/fal/2015/0740>
- Malanson, G. P. (1993). *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giodano, P. F., Bazzano, G., y Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología). Serie Ecología. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.*, 5(1), 1–31.
- Martínez, L. F., y Donato, J. (2003). Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). *Caldasia*, 25(2), 337–354.
- Matteucci, S. D., y Colma, A. (2014). *El papel de la vegetación como indicadora del ambiente*.
https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/269222467_EL_PAPEL_DE_LA_VEGETACION_COMO_INDICADOR_A_DEL_AMBIENTE/links/5484bfc60cf283750c370a0d/EL-PAPEL-DE-LA-VEGETACION-COMO-INDICADORA-DEL-AMBIENTE.pdf
- McAlice, B. J. (1971). Phytoplankton sampling with the sedwick-rafter cell. *Limnology and Oceanography*.

https://www.academia.edu/3259035/Phytoplankton_sampling_with_the_Sedgwick-Rafter_cell

- Medeiros, F. S. de, Lima, J. R. de, Silva, R. P. de S., Pereira Justino, S. T., Freitas, A. D. L., Lima, A. D. A., Lima, L. V. S. de, Silva, J. L. B. L. da, y Monte, A. A. de M. (2019). Analysis of Morphometric Variables of River Espinharas Hydrographic Sub-basin Using Geographic Information System. *Journal of Experimental Agriculture International*, 31(6), 1–18. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v31i630088>
- Melo, O. C., y Vargas, R. R. (2003). *Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Universidad de Tolima. Ibagué, Colombia. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos>
- MINAMBIENTE. (2017). Planes de Ordenacion y Manejo de Cuencas Hidrograficas. *Caracterización De La Cuenca*, 7, 12. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La_Vieja_-_POMCA_en_Ajuste/Fase_Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf
- Montoya-Moreno, Y., y Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 16(3), 91–117.
- Montoya, Y. M., y Aguirre, N. R. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. In *Revista Gestión y Ambiente. Universidad de Antioquia* (Vol. 16, Issue 3, pp. 91–117). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/40979/30155-186772-1-PB.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T - Manuales y Tesis SEA*, 1(January 2001), 84.
- Moreno, F. R., Caro, C. I. C., Pinilla, G. A., y Osorio, D. P. (2017). Estado actual del conocimiento sobre micro microalgas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el departamento del Meta, Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 22(3), 274–306. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.60619>
- Morocho, F., Santin, J. R., Ruiz, L., Alvarado, V., y Rengel, E. (2018). Evaluación de la calidad del bosque ripario en cuencas prioritarias del Cantón Loja, provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(2), 91–106.

- Ordenanza N° 038-2021 del Municipio de Loja. (2022). Reforma a la Ordenanza N° 038-2021 de Aprobación de Los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (Pdot) y Plan de Uso y Gestión del Suelo (Pugs) Actualización y Alineación al Plan Nacional de Desarrollo “Creación de Oportunidades 2021-2025.” *Ordenanza N° 038-2021*, 8.5.2017, 39. https://www.loja.gob.ec/files/documentos/2022-05/ordenanza_0045-2022_certificada-signed.pdf
- Orduz, S. A., Machado, L. C., y Rodríguez, L. S. (2020). Importance of Soil Biota for Productivity Inagro-Ecosystems. *Nova Revista*, 27–38.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “FAO.” (2022). Agricultura de Conservación Qué hacemos. *División de Producción y Protección de Plantas.*, 2. <https://www.fao.org/3/cb8350es/cb8350es.pdf>
- P.M., J., y León-Yáñez (eds.). (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: I–Viii, 1–1182. <https://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/welcomesp.shtml>
- Passy, S. I. (2007). Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany*, 86(2), 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2006.09.018>
- Penalta-Rodríguez, M., y López-Rodríguez, M. C. (2007). Diatomeas y calidad del agua de los ríos del Macizo Central Gallego (Ourense, N.O. España) mediante la aplicación de índices diatomológicos. *Limnetica. Departamento de Botánica. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Sur. Santiago de Compostela. A Coruna. España,* 26(2), 351–358. <https://ddd.uab.cat/pub/limnetica/02138409v26n2/02138409v26n2p351.pdf>
- Pérez-Castellón, E., Bonilla-Zúñiga, G., y Díaz-Rivera, E. S. (2016). Composición florística del bosque ripario en la microcuenca La Laguneta, municipio de Pueblo Nuevo, Estelí. *La Calera*, 14(23), 84–88. <https://doi.org/10.5377/calera.v14i23.2662>
- Perez, J. L. M. (1979). Fundamentos del Ciclo Hidrológico. *U.C.V. - Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Civil. Dpto. de Ingeniería Hidrometeorológica. Caracas - Venezuela.*
- Peters, J. A., y Lodge, D. M. (2016). Littoral zone. *Encyclopedia of Earth Sciences Series. University of Notre Dame, Notre Dame, IN, USA*, 385–386. <https://doi.org/10.1007/978->

- Pizarro, H., y Alemanni, M. E. (2005). Variables físico-químicas del agua y su influencia en la biomasa del perifiton en un tramo inferior del Río Luján (Provincia de Buenos Aires). *Ecología Austral*, 15, 73–88. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1667-782x2005000100008
- Ponader, K. C., y Potapova, M. G. (2007). Diatoms from the genus *Achnanthis* in flowing waters of the Appalachian Mountains (North America): Ecology, distribution and taxonomic notes. *Limnologia*, 37(3), 227–241. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2007.01.004>
- Prygiel, J., y Coste, M. (2018). Guide méthodologique pour la mise en œuvre d'indices biologiques en outre-mer. L'indice diatomique Réunion IDR. *Agence de l'Indice Biologique Diatomées*. NF T 90-354. Agence de l'eau Artois-Picardie, Cemagref Bordeaux, Douai, 134 Pp.
- Racca, J. M. G. (2007). Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de Modelos Digitales del Terreno. *Boletín Del Instituto de Fisiografía y Geología*, 77, 31–38.
- Rai, P. K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., y Mishra, V. N. (2017). A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India. *Applied Water Science*, 7(1), 217–232. <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0238-y>
- Ren, W., Yao, Y., Zhang, Z., Cao, Y., Yuan, C., Wang, H., Chou, Q. C., Ni, L., Zhang, X., y Cao, T. (2021). Changes of Periphyton Abundance and Biomass Driven by Factors Specific to Flooding Inflow in a River Inlet Area in Erhai Lake, China. *Frontiers in Environmental Science*, 9(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.680718>
- Ricardo, N. N. E. (2016). Indicadores ecológicos que evalúan el estado de antropización-conservación de las formaciones vegetales, ecosistemas, paisajes y territorios. *Ecological Indexes for assessment anthropization-conservation of unit of vegetations, ecosystems, landscape and te.* *Acta Botánica Cubana. Instituto de Ecología y Sistemática*, 215(3), 328–335.
- Rodríguez, J., Ospina, R., y Gutiérrez, J. D. (2008). Entradas y transporte de materia orgánica en una quebrada tropical de montaña. Bogotá, Colombia. *Laboratorio de Invertebrados Acuáticos, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia. Caldasia.*, 30(2),

421–440.

- Roldan, G. P. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. In *Revista Academica Colombia* (Vol. 23).
- Romero, F. I., Cozano, M. A., Gangas, R. A., y Naulin, P. I. (2014). Zonas ribereñas: Protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque*, 35(1), 3–12. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000100001>
- Sabater, S., Guasch, H., Ricart, M., Romaní, A., Vidal, G., Klünder, C., y Schmitt-Jansen, M. (2007). Monitoring the effect of chemicals on biological communities. the biofilm as an interface. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 387(4), 1425–1434. <https://doi.org/10.1007/S00216-006-1051-8/METRICS>
- Stevens, L. E. (2012). The Biogeographic Significance of a Large, Deep Canyon: Grand Canyon of the Colorado River, Southwestern USA. *Global Advances in Biogeography. Biology Department, Museum of Northern Arizona, Flagstaff, Arizona, USA, January*. <https://doi.org/10.5772/32527>
- Stevens, L. E., Johnson, R. R., y Estes, C. (2020). Chapter 5. The Watershed Continuum: A Conceptual Model of Fluvial-Riparian Ecosystems. *USDA Forest Service RMRS*, 80–137.
- Suatunce, J., Véliz, A., y Cunuhay, D. (2009). Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL-RTE*, 22(1), 45–50. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/89/52>
- Tejeda-Cruz, C., Mehlreter, K., y J. Sosa, V. (2008). Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz. Instituto Nacional de Ecología*. bit.ly/3YwjKOJ
- Tejeda Cruz, C., Mehlreter, K., y Sosa Fernández, V. (2008). Indicadores ecológicos multitaxonómicos de hábitat con diferente grado de manejo. *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación, February 2020*, 273–282. bit.ly/3YwjKOJ
- Tenjo, A. I. M., y Cárdenas, E. C. (2015). *Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos*. 5(5). <https://ciencia.lasalle.edu.co/bi>
- The Catalogue of Live Partnership. (2017). *APG IV: Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants*. Checklist Dataset.

<https://doi.org/10.15468/fzuaam> accessed via GBIF.org on 2024-05-26.

- Treviño, J. E., Camacho, C., y Aguirre, O. A. (2001). Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques*, 7(1), 13–25.
- Tropicos. (1982). *Tropicos - Home*. <https://www.tropicos.org/home>
- Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., y Ortiz, L. (2019). Cuencas Hidrográficas. *Repositorio de La Universidad Politécnica Salesiana*. [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas hidrográficas.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf)
- Vázquez, G., Aké-Castillo, J. A., Favila, M. E. (2011). *Algal assemblages and their relationship with water quality in tropical Mexican streams with different land uses*. *Hydrobiologia* 667, 173–189 (2011). *Hydrobiologia* 667,173-189. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0633-4>
- Velásquez, S. M., y Miserendino, M. L. (2003). Analisis de la materia organica aloctona y organizacion funcional de macroinvertebrados en relacion con el tipo de habitat en rios de montaña de Patagonia. *Ecologia Austral*, 13(1), 67–82. <http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Velasquez-y-Miserendino-2003.pdf>
- Vera, M. (2011). Impacto del glifosato y algunos de sus formulados comerciales sobre el perifiton de agua dulce. *Impacto Del Glifosato y Algunos de Sus Formulados Comerciales Sobre El Perifiton de Agua Dulce*, 19, 87–88.
- Verdugo, M. C. (2017). “Análisis morfométrico de las microcuencas a las que pertenece el Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (BVPA), influencia en el comportamiento hidrológico.” *Universidad Politécnica Salesiana*, 1(1), 127. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14381/1/UPS-CT007051.pdf>
- Vilches, C., Casco, M. A., y Giorgi, A. (2016). El perifiton como indicador de contaminación difusa: el caso de la cuenca superior del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina). *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 51(4), 579–595. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722016000400002
- Vistín-Guamantaqui, D., y Espinoza-Castillo, D. D. (2021). Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 7, 1406–1430.
- Yaguana, R., y Cartuche, A. (2022). *Vínculos entre el estado de conservación de vegetación ribereña y las comunidades de diatomeas epilíticas como bioindicadores de calidad de*

agua en el río Malacatos de la ciudad de Loja.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24876>

Zaimes, G. N., García Rodríguez, J. L., Iakovoglou, V., y Emmanouloudis, D. (2019). Conservación de los ecosistemas riparios y deltaicos y mejora de las oportunidades de ecoturismo. *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 45(1), 145–156.
<https://doi.org/10.31167/csecfv2i45.19522>

11. Anexos

Anexo 1. Matriz para el registro de datos dentro de las parcelas

N° de Hoja: _____ Provincia: _____ Parroquia: _____ Tipo de Bosque: _____

Fecha: _____

Observación: _____

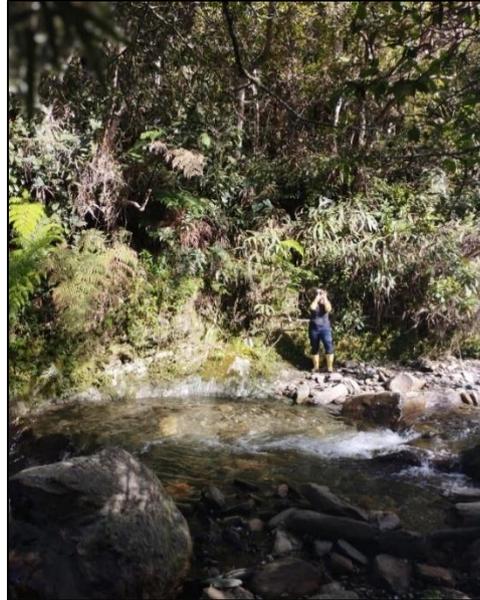
Parc	Ind	N. Científico	N. Común	DAP (cm)	Altura (m)	Observación

Anexo 2. Instalación de parcelas



Anexo 3. Medición del DAP (1,30m), altura y plaqueo de individuos en campo





Anexo 4. Recolección de muestras botánicas



Anexo 5. Prensado de las muestras botánicas recolectadas en campo



Anexo 6. Selección de sustratos y recolección de muestras de comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.



Anexo 7. Identificación de especies en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.



Anexo 8. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en las áreas conservadas y áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Área	Especie	DR (%)	FR (%)	DmR (%)	IVI (%)
CONSERVADA	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	27,500	6,452	11,73	15,227
	<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	6,250	9,677	25,76	13,896
	<i>Croton mutisianus</i> Kunth	11,250	3,226	21,50	11,992
	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	8,750	6,452	5,34	6,8484
	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8,750	3,226	4,99	5,6554
	<i>Oreopanax</i> sp.1	5,000	6,452	3,76	5,0712
	<i>Palicourea lyristipula</i> Wernham	3,750	6,452	4,67	4,9557
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	2,500	6,452	4,91	4,6215
	<i>Macbrideina</i> cf. <i>peruviana</i> Standl	2,500	6,452	4,09	4,3476
	<i>Axinaea sclerophylla</i> Triana	2,500	3,226	3,01	2,9129
	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	2,500	3,226	1,68	2,4691
	<i>Schefflera</i> sp.	2,500	3,226	1,34	2,3557
	<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	2,500	3,226	1,00	2,2406
	<i>Psychotria</i> sp.1	2,500	3,226	0,95	2,2261
	<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	1,250	3,226	1,98	2,1507
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	1,250	3,226	0,86	1,7794

	<i>Pentagonia</i> sp.	1,250	3,226	0,54	1,6709
	<i>Nectandra</i> cf. <i>lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	1,250	3,226	0,52	1,6668
	<i>Palicourea ovalis</i> Standl.	1,250	3,226	0,36	1,6105
	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	1,250	3,226	0,34	1,6038
	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	1,250	3,226	0,24	1,5733
	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	1,250	3,226	0,20	1,5599
	<i>Hedyosmun spectabile</i>	1,250	3,226	0,20	1,5599
Área	Especie	DR (%)	FR (%)	DmR (%)	IVI (%)
EN RECUPERACIÓN	<i>Croton mutisianus</i> Kunth	13,924	7,407	20,05	13,8
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	12,658	11,111	10,78	11,52
	<i>Morus</i> sp.1	6,329	7,407	15,58	9,772
	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	11,392	7,407	9,69	9,495
	<i>Solanum</i> sp.1	8,861	7,407	9,37	8,545
	<i>Salix babylonica</i> L.	15,190	3,704	6,48	8,459
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	8,861	3,704	3,05	5,204
	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	1,266	3,704	8,48	4,482
	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2,532	7,407	0,63	3,522
	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	2,532	3,704	3,31	3,181
	<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	2,532	3,704	2,59	2,94
	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	2,532	3,704	1,72	2,65
	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	2,532	3,704	1,61	2,616
	<i>Verbesina pentantha</i> S.F. Blake	1,266	3,704	2,58	2,515
	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	1,266	3,704	1,52	2,162
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hill.) Hoerold	1,266	3,704	0,72	1,897
	<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	1,266	3,704	0,71	1,892
	<i>Cecropia</i> cf. <i>montana</i> Warb. Ex Snethl	1,266	3,704	0,59	1,852
	<i>Juglans neotropica</i> Diels	1,266	3,704	0,31	1,761
	<i>Phenax hirtus</i> (Sw.) Wedd.	1,266	3,704	0,29	1,754
	TOTAL	100	100	100	100

Anexo 9. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de la composición florística en las áreas conservadas del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Área Conservada			
Especies	Ind.	Pi	Pi×LnPi
<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	7	0,088	-0,213
<i>Axinaea sclerophylla</i> Triana	9	0,113	-0,246
<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	2	0,025	-0,092
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	1	0,013	-0,055
<i>Croton mutisianus</i> Kunth	5	0,063	-0,173
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	7	0,088	-0,213
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	4	0,050	-0,150

<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	22	0,275	-0,355
<i>Hedyosmun spectabile</i>	1	0,013	-0,055
<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	2	0,025	-0,092
<i>Macbrideina cf. peruviana</i> Standl	1	0,013	-0,055
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	1	0,013	-0,055
<i>Nectandra cf. lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	0,025	-0,092
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	2	0,025	-0,092
<i>Oreopanax</i> sp.1	3	0,038	-0,123
<i>Palicourea lyristipula</i> Wernham	1	0,013	-0,055
<i>Palicourea ovalis</i> Standl.	1	0,013	-0,055
<i>Pentagonia</i> sp.	2	0,025	-0,092
<i>Psychotria</i> sp.1	1	0,013	-0,055
<i>Schefflera</i> sp.	2	0,025	-0,092
<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	1	0,013	-0,055
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	2	0,025	-0,092
<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	1	0,013	-0,055
		TOTAL	-2,612
		Shannon (H')	2,612

Anexo 10. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de la composición florística para las áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Área en recuperación			
Especies	Ind.	Pi	Pi×LnPi
<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	2	0,025	-0,093
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	11	0,139	-0,275
<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	2	0,025	-0,093
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hill.) Hoerold	7	0,089	-0,215
<i>Cecropia cf. montana</i> Warb. Ex Snethl	1	0,013	-0,055
<i>Croton mutisianus</i> Kunth	10	0,127	-0,262
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	1	0,013	-0,055
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	12	0,152	-0,286
<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	0,013	-0,055
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	9	0,114	-0,247
<i>Morus</i> sp.1	1	0,013	-0,055
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	2	0,025	-0,093
<i>Phenax hirtus</i> (Sw.) Wedd.	7	0,089	-0,215
<i>Salix babylonica</i> L.	1	0,013	-0,055
<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	1	0,013	-0,055
<i>Solanum</i> sp.1	2	0,025	-0,093
<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	5	0,063	-0,175
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	1	0,013	-0,055
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	2	0,025	-0,093
<i>Verbesina pentantha</i> S.F. Blake	1	0,013	-0,055
		TOTAL	-2,582
		Shannon (H')	2,582

Anexo 11. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de las comunidades de perifiton en las áreas conservadas del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Especie	Ind.	Pi	Pi×LnPi
<i>Hannaea arcus</i>	29	0,022	-0,084
<i>Navicula</i> sp1	21	0,016	-0,066
<i>Eunotia</i> sp	2	0,002	-0,010
<i>Cocconeis placentula</i>	16	0,012	-0,053
<i>Achnantheidium</i> sp1	23	0,017	-0,071
<i>Achnanthes</i> sp	7	0,005	-0,028
<i>Gomphonema</i> sp1	7	0,005	-0,028
<i>Pinnularia</i> sp1	3	0,002	-0,014
<i>Cocconeis</i> sp2	18	0,014	-0,059
<i>Diatoma</i> sp1	9	0,007	-0,034
<i>Pinnularia</i> sp2	4	0,003	-0,018
<i>Cocconeis placentula</i>	279	0,211	-0,328
<i>Hannaea</i> sp2	11	0,008	-0,040
<i>Navicula</i> sp2	96	0,073	-0,191
<i>Gomphonema</i> sp1	74	0,056	-0,161
<i>Navicula</i> sp1	72	0,055	-0,159
<i>Diatoma</i> sp1	6	0,005	-0,025
<i>Achnantheidium</i> sp1	26	0,020	-0,077
<i>Gomphonema</i> sp3	15	0,011	-0,051
<i>Achnanthes</i> sp	10	0,008	-0,037
<i>Cocconeis placentula</i>	58	0,044	-0,137
<i>Gomphonema</i> sp2	67	0,051	-0,151
<i>Hannaea</i> sp	133	0,101	-0,231
<i>Hannaea arcus</i>	127	0,096	-0,225
<i>Planothidium</i> sp1	46	0,035	-0,117
<i>Gomphonema</i> sp1	101	0,076	-0,197
<i>Navicula</i> sp2	61	0,046	-0,142
TOTAL			-2,732
Shannon (H')			2,732

Anexo 12. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') de las comunidades de perifiton en las áreas en recuperación del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

Índice de Shannon-Wiener (Comunidades de Perifiton)			
Especie	Ind.	Pi	Pi×LnPi
<i>Hannaea arcus</i>	1391	0,4332	-0,3624
<i>Gompaea</i> sp1	316	0,0984	-0,2282
<i>Hannaea</i> sp2	69	0,0215	-0,0825
<i>Naviaea</i> sp	295	0,0919	-0,2193
<i>Hannaea</i> sp4	70	0,0218	-0,0834
<i>Hanneae arcus</i>	248	0,0772	-0,1978
<i>Hannaea</i> sp4	10	0,0031	-0,0180
<i>Coccaea</i> sp	21	0,0065	-0,0329

Índice de Shannon-Wiener (Comunidades de Perifiton)			
Especie	Ind.	Pi	Pi×LnPi
<i>Gompaea</i> sp1	7	0,0022	-0,0134
<i>Cocconeis placentula</i>	8	0,0025	-0,0149
<i>Gomphonema</i> sp1	34	0,0106	-0,0482
<i>Hannaea</i> sp2	18	0,0056	-0,0291
<i>Gomphonema</i> sp1	61	0,0190	-0,0753
<i>Navicula</i> sp4	2	0,0006	-0,0046
<i>Hannaea arcus</i>	386	0,1202	-0,2547
<i>Primularia</i> sp1	14	0,0044	-0,0237
<i>Cocconeis</i> sp1	2	0,0006	-0,0046
<i>Hannaea</i> sp2	189	0,0589	-0,1667
<i>Prinnularia</i> sp2	62	0,0193	-0,0762
<i>Gompaea</i> sp1	4	0,0012	-0,0083
<i>Cocconeis placentula</i>	4	0,0012	-0,0083
TOTAL			-1,952
Shannon (H')			1,9520

Anexo 13. Índice de Similitud de Sorensen de la composición florística del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

SITIO A AREA CONSERVADA	NUMERO DE ESPECIES	SITIO B AREA EN RECUPERACION	NUMERO DE ESPECIES	ESPECIES EN COMUN
<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	1	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	1	1
<i>Axinaea sclerophylla</i> Triana	1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1	-
<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	1	<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.	1	-
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	1	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex. J. St.- Hill.) Hoerold	1	-
<i>Croton mutisianus</i> Kunth	1	<i>Cecropia cf. montana</i> Warb. Ex Sneathl	1	1
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	1	<i>Croton mutisianus</i> Kunth	1	1
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	1	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	1	-
<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	1	-
<i>Hedyosmun spectabile</i>	1	<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	-
<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	1	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	1	-
<i>Macbrideina</i> cf. <i>peruviana</i> Standl	1	<i>Morus</i> sp.1	1	-
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Will.) Wilbur	1	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	1	-

<i>Nectandra cf. lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	<i>Phenax hirtus</i> (Sw.) Wedd.	1	-
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	-	<i>Salix babylonica</i> L.	1	1
<i>Oreopanax</i> sp.1	1	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	1	-
<i>Palicourea lyristipula</i> Wernham	2	<i>Solanum</i> sp.1	1	-
<i>Palicourea ovalis</i> Standl.	1	<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	1	-
<i>Pentagonia</i> sp.	-	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	1	-
<i>Psychotria</i> sp.1	1	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	1	-
<i>Schefflera</i> sp.	1	<i>Verbesina pentantha</i> S.F. Blake	1	-
<i>Andesanthus lepidotus</i> (Bonpl.) P.J.F. Guim. & Michelang	1	-	-	-
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	1	-	-	1
<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	1	-	-	-
TOTAL	23	-	20	5
			Sorensen (Ks)	23,25

Anexo 14. Índice de Similitud de Sorensen de las comunidades de perifiton del ecosistema ripario de la unidad hidrográfica Jipiro, Loja.

SITIO A AREA CONSERVADA	NUMERO DE ESPECIES	SITIO B AREA EN RECUPERACION	NUMERO DE ESPECIES	ESPECIES EN COMUN
<i>Achnanthes</i> sp	1	<i>Coccaea</i> sp	1	-
<i>Achnanthidium</i> sp1	1	<i>Cocconeis placentula</i>	1	-
<i>Cocconeis placentula</i>	1	<i>Cocconeis</i> sp1	1	1
<i>Cocconeis</i> sp2	1	<i>Gompaea</i> sp1	1	-
<i>Diatoma</i> sp1	1	<i>Gomphonema</i> sp1	1	-
<i>Eunotia</i> sp	1	<i>Hannaea arcus</i>	1	-
<i>Gomphonema</i> sp1	1	<i>Hannaea</i> sp2	1	1
<i>Gomphonema</i> sp2	1	<i>Hannaea</i> sp2	1	-
<i>Gomphonema</i> sp3	1	<i>Hannaea</i> sp4	1	-
<i>Hannaea arcus</i>	1	<i>Naviaea</i> sp	1	1
<i>Hannaea</i> sp	1	<i>Navicula</i> sp4	1	-
<i>Hannaea</i> sp2	1	<i>Primularia</i> sp1	1	1
<i>Navicula</i> sp1	1	<i>Prinnularia</i> sp2	1	-
<i>Navicula</i> sp2	1	-	-	-
<i>Pinnularia</i> sp1	1	-	-	1
<i>Pinnularia</i> sp2	1	-	-	1
<i>Planothidium</i> sp1	1	-	-	-
TOTAL	17	-	13	6
			Sorensen (Ks)	40,00

Anexo 15. Certificado de traducción de Resumen

Loja, 29 de octubre, 2024

Yo, Mgtr. Marcela Angelita Ocampo Jaramillo, portadora de la cédula de identidad Nro. 1103125231, docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional de Loja, con título de Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad inglés, número de registro de SENESCYT 1031-07- 755014; y Master en Gerencia y Liderazgo Educativo con número de registro SENESCYT 1031-14-86047597.

CERTIFICO:

Que la traducción al idioma inglés del resumen del Trabajo de Titulación, denominado **“Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la unidad hidrográfica Jipiro de la Hoya de Loja”**, perteneciente a la egresada Sally Cristina Morocho Gallardo con Nro. de cédula **0750172967**, corresponde al texto original en español. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que ella creyera conveniente.



Firmado electrónicamente por:
**MARCELA ANGELITA
OCAMPO JARAMILLO**

Mgtr. Marcela Ocampo Jarammillo
Docente de Inglés
C.I 1103125231