



1859



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 de la microcuenca Mónica de la Hoya de Loja”

Trabajo de integración curricular previa a
la obtención del título de Ingeniera
Forestal.

AUTORA:

Enith Alexandra Patiño Guamán

DIRECTORA:

Ing. Natalia Soledad Samaniego Rojas, Mg.Sc.

LOJA- ECUADOR

2025

Certificación



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURABLES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Certificación

Loja, 31 de marzo de 2023

Ing. Natalia Samaniego Rojas Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular titulado: **“Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica de la Hoya de Loja”** de autoría de la estudiante Enith Alexandra Patiño Guamán, previa a la obtención del título de Ingeniera Forestal, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



**NATALIA SOLEDAD
SAMANIEGO ROJAS**

Natalia Samaniego Rojas M.Sc

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Enith Alexandra Patiño Guamán**, declaro ser autora del presente trabajo de integración curricular o de titulación 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 mí del trabajo de integración curricular o de titulación en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de Identidad: 1105930844

Fecha: 15/04/2025

Correo electrónico: enith.patino@unl.edu.ec

Teléfono o Celular: 0994465393

Carta de autorización

Yo **Enith Alexandra Patiño Guamán** declaro ser autor(a) del trabajo de integración curricular o de titulación titulado “**Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica 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 o de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de abril del 2025



Firma:

Autor: Enith Alexandra Patiño Guamán

Cédula: 1105930844

Dirección:

Correo electrónico: enith.patino@unl.edu.ec

Teléfono: 072683235

Celular: 0994465393

Dedicatoria

Con mucho amor para mis padres Aura, Santos y a mis hijos, Eithan y Dilan, quienes son mi mayor inspiración para seguir adelante, por su apoyo incondicional en este proceso de aprendizaje, a mis hermanos quienes me han inspirado para avanzar, a mi esposo por a ver sido parte fundamental de este camino, y a toda mi familia quienes con sus palabras de aliento me han motivado para continuar en este proceso.

Con mucho cariño.

Enith Alexandra Patiño Guamán

Agradecimiento

A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a mis hermanos por estar conmigo cuando más los he necesitado, por sus consejos, por sus muestras de cariño y sobre todo a mis hijos y a mi esposo por ser mi fuerza y mi mayor motivo para salir adelante.

A la Universidad Nacional de Loja, y de manera muy especial a mis docentes de la carrera de Ingeniería Forestal por sus conocimientos impartidos durante todo el proceso de aprendizaje.

A la Ing. Natalia Samaniego Rojas, directora de mi Trabajo de Integración Curricular, por sus conocimientos, esfuerzos, dedicación, y tiempo brindado para culminar esta meta, y en especial por haberme brindado su amistad.

Al Ing. Alonso Cartuche por el apoyo brindado con la clasificación taxonómica de especímenes de fitobentos. A mis amigos y compañeros quienes me ayudaron con su tiempo y colaboración para la toma de datos en campo.

Al Ing. Dario Veintimilla por su apoyo brindado en las salidas de campo, toma de muestras botánicas y la identificación taxonómica de cada una de ellas.

Finalmente agradezco al Ing. Carlos Iñiguez quien forma parte del laboratorio ECOSSLab de la Universidad Técnica particular de Loja por facilitarme el uso de sus equipos.

Enith Alexandra Patiño Guamán

Índice de contenido

Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica de la Hoya de Loja	1
2. Resumen.....	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	6
4.1 Cuenca hidrográfica.....	6
4.1.1 Funciones de una cuenca hidrográfica.....	6
4.1.2 Características morfométricas de una cuenca hidrográfica	6
4.2 Indicadores ecológicos	9
4.2.1 Vegetación riparia como indicador.....	9
4.2.2 Perifiton como indicador ecológico.....	10
4.3 Estructura y composición florística	10
4.3.1 Composición Florística.....	10
4.3.2 Parámetros Estructurales	10
4.4 Índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos	12
4.5 Coeficiente de correlación de Pearson.....	12
5. Metodología.....	14
5.1 Área de estudio	14

5.2	Metodología para la determinación de la estructura y la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	15
5.2.1	Metodología para el análisis de datos para la estructura y composición florística	16
5.2.2	Metodología para la determinación de la cobertura del dosel	17
5.3	Metodología para la identificación de la diversidad de comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	17
5.3.1	Tratamiento de muestras para las comunidades de perifiton.....	18
5.4	Metodología para la identificación de índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	19
5.5	Análisis del vínculo entre la diversidad de la vegetación y la diversidad entre las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	21
6.	Resultados.....	22
6.1	Resultados para la determinación de la estructura y la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	22
6.1.1	Caracterización de la composición florística.....	22
6.1.2	Caracterización estructural	22
6.2	Resultados para la caracterización de la diversidad de las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	23
6.3	Índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica	24
6.4	Vínculos entre la diversidad de la vegetación y la diversidad entre las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica.....	25
7.	Discusión.....	27
8.	Conclusiones	30
9.	Recomendaciones	31
10.	Bibliografía.....	32
11.	Anexos.....	36

Índice de tablas

Tabla 1.	Parámetros morfométricos básicos y de forma, relieve y drenaje:.....	14
Tabla 2.	Hoja de campo para la colecta de datos del estrato arbóreo.....	16
Tabla 3.	Interpretación del índice de Shannon.	20
Tabla 4.	Interpretación del índice de equitatividad de Pielou.	20
Tabla 5.	Interpretación del índice de similitud de Sorensen.....	20
Tabla 6.	Valores de r y su significado.....	21
Tabla 7.	Parámetros estructurales de las diez especies principales del componente leñoso del área conservada de la microcuenca Mónica.	23
Tabla 8.	Número de individuos por género encontrados en la zona conservada de la microcuenca Mónica.	24
Tabla 9.	Número de individuos por género encontrados en la zona intervenida de la microcuenca Mónica.....	24
Tabla 10.	Índices de biodiversidad de la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica.	25
Tabla 11.	Índices de biodiversidad de las comunidades de perifiton de ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica.	25

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa de ubicación y el tipo de cobertura vegetal de la microcuenca Mónica.....	15
Figura 2.	Diseño de los transectos para evaluar la estructura y composición florística.....	15
Figura 3.	Uso del densiómetro dentro de la parcela y en el cauce del río..	17
Figura 4.	Método de colecta de comunidades de perifiton.....	18
Figura 5.	División del portaobjetos en cámaras de visión.....	19
Figura 6.	Abundancia según la familia de la microcuenca Mónica.	22
Figura 7.	Correlación de Pearson entre diversidad de flora y diversidad de las comunidades de perifiton.	26

Índice de anexos

Anexo 1.	Instalación de los transectos y toma de datos de cada uno de los individuos encontrados en la microcuenca Mónica.....	36
Anexo 2.	Toma de muestras de perifiton y conteo de especímenes en el laboratorio.....	37
Anexo 3.	Parámetros estructurales de los individuos \geq a 5 cm DAP del estrato arbóreo del área conservada de la microcuenca Mónica	38
Anexo 4.	Phyllum, género y abundancia de las comunidades de perifiton el área conservada de la microcuenca Mónica.....	40
Anexo 5.	Copilado de los resultados tanto de flora como de diatomeas....	43
Anexo 6.	Plantilla para la identificación y conteo de los especímenes de las comunidades de perifiton.....	44
Anexo 7.	Identificación de especímenes de las comunidades de perifiton	45
Anexo 8.	Certificado de traducción de Resumen.	49

1. Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica de la Hoya de Loja

2. Resumen

Las zonas riparias representan áreas de transición e interacción entre los ecosistemas terrestre y acuático. Estas cumplen funciones fundamentales como la estabilización del suelo, el aporte de materia y energía, y el refugio para la fauna, entre otras. Sin embargo, se han visto afectadas por procesos de deforestación y diversas actividades antrópicas, así como por la falta de conocimiento específico sobre su importancia ecológica. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar indicadores ecológicos, como la vegetación y el perifiton, en la unidad hidrográfica Mónica. La investigación se desarrolló en dos fases. En la fase de campo, se delimitaron cinco parcelas en un área conservada y cinco en un área intervenida, cada una de 125 m² a lo largo de la microcuenca. Se identificaron las especies arbóreas con un DAP \geq 5 cm. Además, se recolectaron cinco muestras de perifiton de 20 ml en cada punto, obteniendo un total de 50 muestras. En la fase de laboratorio, se unificaron las muestras de microalgas, conformando un total de 10 muestras para su análisis. La composición florística de la microcuenca incluyó 43 especies, distribuidas en 30 géneros y 24 familias. En el área conservada, la especie más frecuente, abundante y ecológicamente relevante fue *Nectandra membranaceae*, con una representación del 15,88 %. En el área intervenida, la especie dominante fue *Alnus acuminata*. Según el índice de Shannon-Wiener, la diversidad en el área conservada alcanzó un valor de 2,665 (media), mientras que en el área intervenida fue de 0,6 (baja). Respecto a las comunidades de perifiton, en el área conservada se identificaron cuatro filos: *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanobacteria* y *Euglenophyta*. Los géneros con mayor número de individuos fueron *Cocconeis*, *Psammothidium*, *Gomphonema* sp1, *Hannaea* y *Nitzschia*. En el área intervenida se encontraron dos filos: *Bacillariophyta* y *Chlorophyta*, con predominancia de los géneros *Cocconeis*, *Navícula* sp1, *Gomphonema* sp3 y *Psammothidium*. El índice de Shannon-Wiener arrojó una diversidad media de 2,17 para el área conservada y una diversidad media-baja de 1,9 para el área intervenida. Se evidenció una relación directa entre la composición florística y las comunidades de perifiton: a mayor número de individuos arbóreos, mayor fue la diversidad de perifiton, lo que destaca su potencial como indicadores ecológicos.

Palabras clave: microcuenca, composición florística, indicadores ecológicos, diversidad, perifiton.

2.1 Abstract

Riparian zones represent transitional and interaction areas between terrestrial and aquatic ecosystems. They perform fundamental functions such as soil stabilization, supply of matter and energy, and refuge for wildlife, among others. However, they have been affected by deforestation and various human activities, as well as by a lack of specific knowledge about their ecological importance. Therefore, the present study aimed to evaluate ecological indicators, such as vegetation and periphyton, in the Mónica hydrographic unit. The research was carried out in two phases. In the field phase, five plots were delimited in a conserved area and five in an intervened area, each measuring 125 m² along the microbasin. Tree species with a DBH \geq 5 cm were identified. In addition, five 20 ml periphyton samples were collected at each point, obtaining a total of 50 samples. During the laboratory phase, the microalgae samples were pooled, forming a total of 10 samples for analysis. The flora of the microbasin included 43 species, distributed across 30 genera and 24 families. In the conserved area, the most frequent, abundant, and ecologically relevant species was *Nectandra membranaceae*, representing 15.88%. In the intervened area, the dominant species was *Alnus acuminata*. According to the Shannon-Wiener index, diversity in the conserved area reached a value of 2.665 (medium), while in the intervened area it was 0.6 (low). Regarding the periphyton communities, four phyla were identified in the conserved area: *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanobacteria*, and *Euglenophyta*. The genera with the highest number of individuals were *Cocconeis*, *Psammothidium*, *Gomphonema* sp1, *Hannaea*, and *Nitzschia*. Two phyla were found in the disturbed area: *Bacillariophyta* and *Chlorophyta*, with a predominance of the genera *Cocconeis*, *Navicula* sp1, *Gomphonema* sp3, and *Psammothidium*. The Shannon-Wiener index yielded an average diversity of 2.17 for the conserved area and a medium-low diversity of 1.9 for the disturbed area. A direct relationship was evident between floristic composition and periphyton communities: the greater the number of tree individuals, the greater the periphyton diversity, highlighting their potential as ecological indicators.

Keywords: microwatershed, floristic composition, ecological indicators, diversity, periphyton.

3. Introducción

Las zonas riparias constituyen la región de transición y de interacciones entre el medio terrestre y acuático, incluyendo elementos bióticos y abióticos que se encuentran influenciados por un cuerpo de agua de estacionalidad perenne, intermitente o transitoria, por ejemplo, lagos, ríos, arroyos y estuarios (Ramírez-Soto et al., 2021). Según Romero et al. (2014) mencionan que las zonas riparias son sistemas de alta complejidad, dado que los bosques asociados a cursos de agua cumplen roles de estabilización, fuente de materia y energía, refugio de fauna, filtro de nutrientes, regulador de la temperatura y productividad del agua, conexión entre paisajes y protección contra la erosión, entre otros.

Sin embargo, las zonas riparias han sido afectadas por la deforestación de la vegetación la cual constituye un problema ambiental de especial interés en la protección y conservación de los ecosistemas hídricos (González-Osorio et al., 2022), otro punto importante es la expansión de la agricultura intensiva en las zonas aledañas a los cuerpos de agua que provoca una disminución en la biodiversidad (Cornejo et al., 2020), interrumpiendo así el proceso normal del continuum de una cuenca.

Por tal razón el uso de especies como indicadores ecológicos ayudan a detectar alteraciones en los ecosistemas tales como la explotación a gran escala y contaminación (Gonzalez et al., 2014). Los indicadores ecológicos no solo indican la interacción a largo plazo de las condiciones ambientales, sino también las respuestas a cambios repentinos del ambiente (Gómez et al., 2020).

En la ciudad de Loja se dispone actualmente de varias fuentes de suministro de agua para el abastecimiento a sus habitantes, estas fuentes se derivan principalmente de las microcuencas cercanas a la ciudad (Muñoz, 2013), sin embargo, debido al crecimiento de la urbe se debe considerar otras microcuencas potenciales para el abastecimiento a futuro, una de estas es la microcuenca Mónica por sus características hidrográficas favorables.

El uso de microcuencas potenciales para el abastecimiento de agua es crucial para la gestión eficiente del recurso hídrico, la microcuenca Mónica tiene un alto potencial como abastecedora de agua, por tal motivo su conservación es de gran importancia, además el 49 % del área total de la microcuenca pertenece al Parque Nacional Podocarpus (Salazar, 2019), siendo así considera una zona de amortiguamiento debido a su ubicación y por su importancia para proteger los ecosistemas naturales y la biodiversidad de la zona.

Según Gonzaga, (2019) en la parte baja de la microcuenca los agricultores utilizan agroquímicos y los suelos son aprovechados sin darles tiempo de recuperación, por tal motivo existe la necesidad de evaluar a nivel de indicadores el estado de conservación de las áreas evaluadas.

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

Objetivo general:

Evaluar indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios en la microcuenca Mónica para desarrollar estrategias de conservación y restauración.

Objetivos específicos:

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

4. Marco teórico

4.1 Cuenca hidrográfica

El concepto de cuenca hidrográfica hace referencia a un ecosistema natural delimitado por la divisoria de aguas y por los cursos de agua, es el área que recógela lluvia que alimenta a una corriente. Fundamentalmente es un espacio de integración de componentes naturales, socioeconómicos y culturales que se encuentran en estrecha relación, la cuenca es un sistema es decir tiene elementos de entrada como de salida.

Las cuencas hidrográficas son las que permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico, así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes o red hidrográfica, que pueden llegar a afectar positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua (SEMARNAT, 2015).

4.1.1 *Funciones de una cuenca hidrográfica*

Según Vásconez et al., (2019) mencionan que dentro de la cuenca, se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, realizando las siguientes funciones: Función hidrológica, Función ecológica, Función ambiental, Función socioeconómica:

4.1.2 *Características morfológicas de una cuenca hidrográfica*

El análisis morfológico permite conocer las características físicas de la cuenca mediante el estudio de: superficie, relieve e hidrografía, la cual realiza comparaciones con otras cuencas y ayuda a entender el comportamiento hidrológico (Ramírez, 2015). Se utiliza para analizar la red de drenajes, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos (Illescas, 2016).

Entre los parámetros que se pueden estimar se encuentran las variables de relieve, topología y longitud de cauces, forma y tamaño de la cuenca e intensidad fluvial con fines de que los resultados sean de utilidad en la gestión de los recursos hídricos e insumos para la complementariedad de la caracterización hidrográfica de la cuenca (Salinas, 2021).

Características morfológicas más importantes de una cuenca hidrográfica (Ibáñez et al., 2010):

Parámetros de forma:

- **Área:** Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio, se expresa normalmente en km².
- **Perímetro:** Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.
- **Longitud de la cuenca:** Distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.
- **Ancho de la cuenca:** La relación entre el área y la longitud de la cuenca
- **Coefficiente de compacidad:** Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia.

$$kc = \frac{P}{P_c} = \frac{P}{2\pi R}$$

Se han establecido tres categorías para la clasificación de acuerdo con este parámetro:

Valores de kc	Forma
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Parámetros de relieve:

- **Altura y elevación:** Es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca. Los elementos más representativos de las cuencas, derivados de la elevación. Cota mayor de la cuenca (CM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca (msnm.). Cota menor de la cuenca (Cm): Es la cota sobre la cual la cuenca entrega sus aguas a un cauce superior (msnm.). Elevación promedia del relieve: Es la elevación promedia de la cuenca referida al nivel del mar. Histograma de frecuencias

altimétricas: Corresponde a la estimación del histograma de frecuencias de las elevaciones en la cuenca.

- **Pendiente:** Pendiente media de la cuenca (S): es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca. Histograma de pendientes: permite conocer la distribución el porcentaje asociado a cada tipo de pendientes.
- **Curva Hipsométrica:** Es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca, por medio de una curva tal, que a cada altura le corresponde un respectivo porcentaje del área ubicada por encima de esa altura.

Parámetros de relieve:

- **Cota mayor de cauce (CMc):** Elevación del punto más alto del cauce (msnm.).
- **Cota menor de cauce (Cmc):** Coincide con la cota menor de la cuenca (msnm.).
- **Pendiente promedio del cauce (S0):** Con base en el perfil altimétrico a lo largo del río se puede encontrar la pendiente de la recta ajustada a parejas de valores obtenidos en intervalos iguales a lo largo del cauce.
- **Longitud del cauce principal (Lc):** Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad cauce; este parámetro se expresa normalmente en kilómetros.
- **Longitud del cauce hasta la divisoria (Lf):** Se estima prolongando longitud del cauce principal hasta la divisoria sumándole la distancia en línea recta que separa ambas medidas.

Parámetros relativos al drenaje

- **Orden de los cauces:** El orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar
- **Longitud de los cauces de orden uno (L1):** Una vez establecidos los cauces de orden uno, se miden las longitudes de dichas corrientes.
- **Densidad de drenaje (Dd):** Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas.
- **Coefficiente de torrencialidad (Ct):** Índice que mide el grado de torrencialidad de la cuenca, por medio de la relación del número de cauces de orden uno con respecto

al área total de la misma. A mayor magnitud, mayor grado de torrencialidad presenta una cuenca.

4.2 Indicadores ecológicos

Los indicadores ecológicos son parámetros o variables tanto cuantitativas o cualitativas empleadas como instrumentos de medición, que provee evidencia de un fenómeno que se desea conocer, monitorear y analizar y que pueda ser contrastado en diferentes momentos del tiempo, los indicadores ecológicos también permiten evaluar el estado de un aspecto de un sistema. Además, un indicador debe ser práctico de medir, objetivo, relevante, sensible, unívoca para la información que brinde y la interpretación del mismo (Rusch y Fracassi, 2017).

Así mismo un indicador permite estudiar o cuantificar los elementos y funcionamiento de un ecosistema, estos indicadores en la actualidad son aplicados a la estimación de los cambios ambientales y ecológicos, siendo considerados como herramienta de estudio para el monitoreo de un hábitat además es posible la implementación en los planes de manejo (Moreira y Condo, 2019)

4.2.1 Vegetación riparia como indicador

La vegetación riparia tiene una gran cantidad de servicios ecosistémicos en relación con su extensión en el paisaje, debido a sus características de entorno y las funciones ecológicas (Capon et al. 2013). Donde se destacan tres de los más importantes el aprovisionamiento, regulación y el cultural (Riis et al., 2020).

Los bosques riparios tienen otro rasgo que los hace importantes: con frecuencia son excepcionalmente fértiles y productivos. El agua que fluye a través de una zona riparia también facilita el reciclamiento de los nutrientes y, así, el desarrollo de las plantas mediante el movimiento del oxígeno a través del suelo y la remoción del bióxido de carbono, así como de los productos metabólicos residuales (Granados et al., 2007). Además, las especies arbóreas con $DAP \geq 5\text{cm}$ constituyen una comunidad indicadora que influye en las características estructurales y ambientales de las unidades del paisaje (Ramírez et al. 2001, Ochoa et al. 2004). Por lo tanto la vegetación funciona como indicadora por su alta capacidad de respuesta a los factores ambientales, incluyendo la presencia de otras especies y la actividad antrópica (Matteucci y Colma, 2014).

4.2.2 *Perifiton como indicador ecológico*

Perifiton, se refiere a todo el complejo de biota acuática adherida a sustratos sumergidos, incluidos los organismos y detritos asociados no adheridos. Así, la comunidad del perifiton comprende bacterias, hongos, protozoos, algas, zooplancton y otros invertebrados (Azim, 2005). El perifiton es un componente fundamental de las comunidades bióticas acuáticas donde juega un papel altamente importante en los procesos de transferencia de energía. Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental ya que su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas (Montoya y Aguirre, 2013).

Perifiton es importante por ser un contribuyente a la fijación de carbono y al ciclo de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, como fuente importante de alimento en este tipo de ecosistemas y como indicador del cambio ambiental (Azim, 2005).

Varias investigaciones sobre las comunidades perifíticas presente en los ríos son abordados principalmente para estudios de calidad de aguas e impacto ambiental, basados en raspados sobre sustratos naturales en distintas estaciones de muestreo los ríos (Montoya y Ramírez, 2007).

4.3 Estructura y composición florística en zonas riparias

4.3.1 *Composición Florística*

La composición florística describe al número tanto de familias como de géneros y especies en un bosque en un inventario. Los elementos que se consideran para lograrlo se enfocan en la diversidad, riqueza de especies y la similitud entre otras (Louman et al., 2001)

4.3.2 *Parámetros Estructurales*

- **Densidad absoluta (D):** Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie determinada (Aguirre, 2019)

$$(D)\#ind/m^2 = \frac{No. total de individuos por especie}{total del área muestreada}$$

- **Densidad relativa (Dr) %:** Es la que permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, está dada por el número de individuos de una

misma especie con relación al total de individuos de la población. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

$$(DR)\% = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

- **Dominancia relativa (DmR) %:** Lamprecht (1990) menciona que es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. Las sumas de las proyecciones de las copas de todos los individuos de una especie determinan su dominancia. La dominancia relativa está definida por el porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se calcula tomando en cuenta el área basal de una especie en relación a la sumatoria del área basal de todas las especies de un sitio determinado. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

$$(DmR)\% = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

- **Frecuencia relativa (Fr)** La frecuencia relativa de una especie se calcula tomando en cuenta el número de parcelas en las que una especie está presente en relación a la sumatoria de frecuencia de todas las especies de un sitio determinado. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Lamprecht, 1990):

$$(Fr) = \frac{\text{Número de parcelas en las que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

- **Índice de valor de importancia (IVI):** Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes. El índice de Valor de Importancia considera tres aspectos, la frecuencia, la abundancia y la dominancia para dar una medida de la importancia ecológica de una especie dentro del ecosistema (Díaz, 2020).

Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

$$(IVI)\% = \frac{DR + DmR + FR}{3}$$

4.4 Índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos

- **Índice Shannon- Wiener:** Este índice evalúa la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Shannon, 1948; Castellanos-Bolaños et al., 2008).

$$H' = \sum p_i \times \ln p_i$$

- **Índice de equitatividad de Pielou (J')**: Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

- **Índice de similitud de Sorensen:** Permite comparar dos comunidades mediante la presencia y ausencia de especies en cada una de ellas, los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes, el índice de Sorensen es el más satisfactorio (Price y Jackson, 2004).

$$I_s = \frac{2a}{(2a + b + c)}$$

4.5 Coeficiente de correlación de Pearson

Tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta. El coeficiente de Pearson (también llamado coeficiente de correlación del producto-momento), se representa con el símbolo r y proporciona una medida numérica de la correlación entre dos variables cuantitativas (Fiallos, 2021).

Según Hernández Sampieri, et al. (2014) expone la siguiente clasificación y su significado:

Valor de r	Significado
-1	Correlación negativa perfecta
-0,9	Correlación negativa
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,5	Correlación negativa media
-0,25	Correlación negativa débil
-0,1	Correlación negativa muy débil
0	No existe correlación alguna entre variables
0,1	Correlación positiva muy débil
0,25	Correlación positiva débil
0,5	Correlación positiva media
0,75	Correlación positiva considerable
0,9	Correlación positiva muy fuerte
1	Correlación positiva perfecta

Características del coeficiente r de Pearson:

Nos indica si dos variables están correlacionadas o no, $y = f(x)$, el coeficiente r de Pearson indica la fuerza de la aparente relación, el coeficiente r de Pearson nos indica si la aparente relación es positiva o negativa, el signo del coeficiente r de Pearson nos indica la naturaleza de la correlación entre las variables, el valor del coeficiente r de Pearson denota la fuerza o intensidad la correlación entre las variables, Si el signo de la correlación es positivo, significa que la relación es directa, si el signo de la correlación es negativo, significa una relación inversa o indirecta (Función decreciente significando que el incremento en una variable está asociado con una disminución de la otra variable), El valor del coeficiente r Pearson está entre (-1) y (+1), el valor del coeficiente r Pearson denota la fuerza de la asociación (Fiallos, 2021).

5. Metodología

5.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón y provincia de Loja, en la microcuenca Mónica, la misma que se encuentra ubicada al sur de la ciudad, cuenta con una superficie aproximada de 921 ha, su cobertura vegetal es de tipo natural que ocupa un total de 597.4 ha que representan el 68 % del total del área de la cuenca (ver Figura 1). El resto de la microcuenca posee tipos de cobertura antrópicos dedicados a la ganadería (Arteaga et al., 2014). La precipitación anual es de 1737,0 mm y un rango altitudinal que va de 2300 - 3400 m s.n.m.

Tabla 1. Parámetros morfométricos básicos y de forma, relieve y drenaje:

Parámetros morfométricos	Unidad	Microcuenca Mónica
Parámetros básicos		
Parámetros básicos y de forma:		
Área	km ²	9,22
Perímetro	Km	12,605
Forma (Gravelius)	---	1,17 oval redonda
Parámetros de Relieve:		
Rango altitudinal	m.s.n.m	2320 – 3400
Índice hipsométrico		0,5 (Aplanada, Madura)
Parámetros de drenaje:		
Longitud del cauce principal	Km	4,72
Longitud de los cauces	Km	10,08
Pendiente media del cauce	%	48,15
Pendiente media de la cuenca	%	36,72

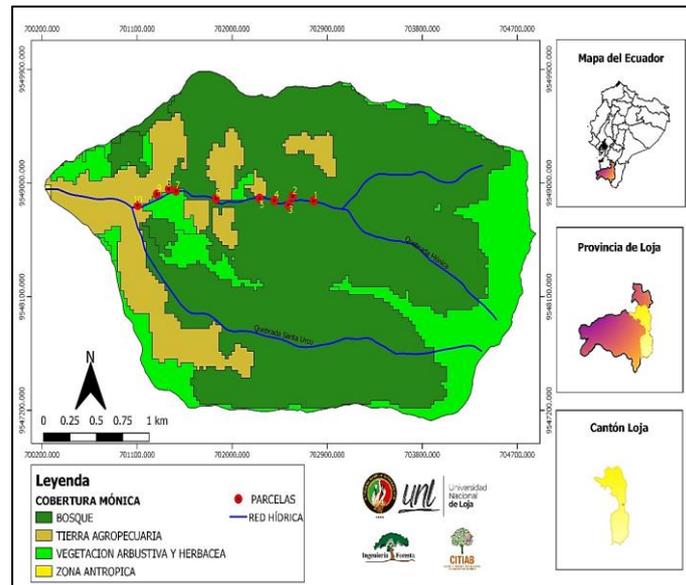


Figura 1. Mapa de ubicación y el tipo de cobertura vegetal de la microcuenca Mónica.

5.2 Metodología para la determinación de la estructura y la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

Se instalaron diez parcelas a lo largo de la microcuenca, con una distancia aproximada de 100 m entre ellas, garantizando que la información recopilada sea independiente, la instalación se realizó en los márgenes de la ribera considerando la similitud de condiciones (vegetación, pendiente, etc), cada una de estas parcelas tuvieron medidas de 25 m x 5 m (125 m²) (Figura 2 Anexo 1).

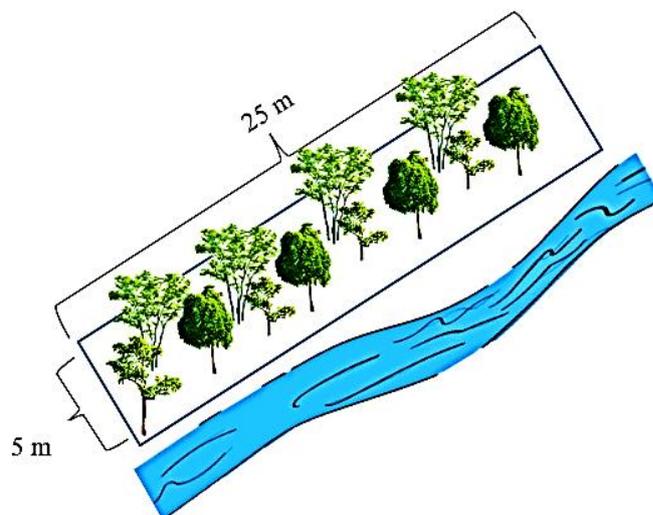


Figura 2. Diseño de los transectos para evaluar la estructura y composición florística.

Para la colección de los datos se realizó un inventario y plaqueo del estrato arbóreo, las placas fueron de aluminio y se les colocó un código único para cada individuo de cada transecto de la microcuenca a 1,50 m desde el suelo, los DAPs que se registraron fueron mayor o igual a 5 cm ya que la vegetación ripiara se encuentra influenciada por la

dinámica del agua y la vegetación circundante, según (Camacho-Rico et al., 2006; Lite et al., 2005) la vegetación ribereña está determinada por factores ambientales como: las inundaciones periódicas o caída de árboles y los cambios climáticos altitudinales que influyen en el crecimiento en altura como en el diámetro. Los datos recolectados durante el trabajo de campo se organizaron y presentaron en la siguiente tabla. Tabla 1.

Tabla 2. Hoja de campo para la colecta de datos del estrato arbóreo.

Nº	Nombre común	Nombre científico	DAP (cm)	Ht (m)	Observaciones

5.2.1 Metodología para el análisis de datos para la estructura y composición florística

Cada una de las especies que no fue posible reconocer en campo, fueron colectadas y llevadas hasta el Herbario Reinaldo Espinosa perteneciente a la Universidad Nacional de Loja para su debida identificación. A partir de los datos colectados se calculó el área basal perteneciente a las variables de la estructura del bosque.

Parámetros estructurales:

Con los datos obtenidos se calculó la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) dominancia relativa (DmR) e índice valor importancia (IVI). Se usaron las fórmulas propuestas por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), Pielou (1975)

$$\text{Densidad absoluta (D) \#ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{total del área muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa (DR)\%} = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{Número de parcelas en las que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa (DmR)\%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}}$$

$$\text{Índice Valor de Importancia (IVI)\%} = \frac{DR+DmR+FR}{3}$$

5.2.2 Metodología para la determinación de la cobertura del dosel

Para determinar la cobertura y apertura del dosel se utilizó un densiómetro esférico cóncavo, subdividido en 24 cuadrantes. Se siguió la metodología propuesta por Jaramillo Sánchez y Muñoz Chamba, (2009) que establecen realizar las mediciones: a una altura aproximada de 1,30 m desde el suelo. Las mediciones se realizaron tanto en el centro de la parcela y el centro del cauce Figura 3, luego se asumió cuatro puntos iguales por cada cuadrado de la cuadrícula del densiómetro. Sistemáticamente se asignó un punto por cada subdivisión de cada cuadrante, los cuadros descubiertos correspondieron a la apertura del dosel. Se realizaron cuatro lecturas por posición, en dirección al norte, sur, este y oeste, estos valores se registraron y promediaron para obtener un solo valor. Finalmente, para obtener el porcentaje de apertura del dosel se promediaron las cuatro lecturas y se multiplicaron por la constante 1,04.

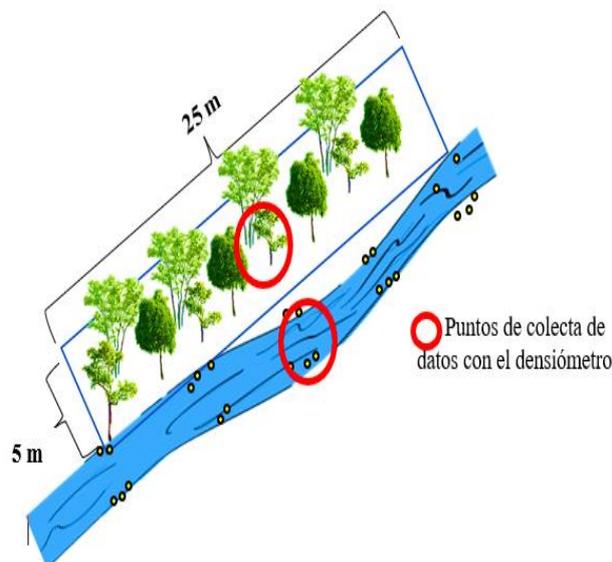


Figura 3. Uso del densiómetro dentro de la parcela y en el cauce del río.

5.3 Metodología para la identificación de la diversidad de comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

Para la colecta del perifiton se definieron cinco puntos en dirección al transecto a 5 m de distancia, donde se seleccionaron cinco rocas pequeñas que se encontraron a la orilla y expuestas a la luz solar (Figura 3, Anexo 2). Con ayuda de una jeringa de 20 ml, el cepillo plástico y agua propia del cauce se procedió a cepillar suavemente las rocas para evitar daños en los organismos (perifiton), esto se lo realizó hasta colectar los 100

ml de muestra en cada una de las parcelas. Posteriormente cada una de las muestras fueron codificadas y guardadas en el couler para su traslado.

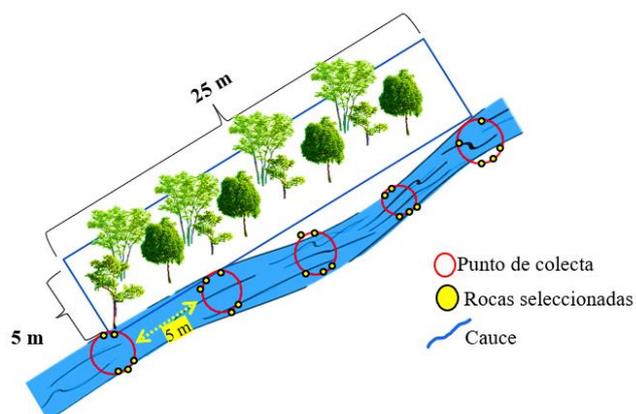


Figura 4. Método de colecta de comunidades de perifiton.

Para la conservación de las muestras, se adicionó 1 ml de Lugol (Lemly y Dimmick, 1982), con una concentración de 0,99 %, posteriormente las muestras fueron forradas con papel aluminio para su conservación, manteniéndose en un lugar fresco y sin ser expuestas a luz solar.

Estas muestras se trasladaron al laboratorio en el couler procurando mantener la cadena de frío hasta ser colocados en el refrigerador a 2 °C.

5.3.1 Tratamiento de muestras para las comunidades de perifiton

El tratamiento de las muestras se realizó en el laboratorio del área biológica de la Universidad Técnica Particular de Loja (ECOSSLab), donde se usó el microscopio de marca Axiolabs 5 y la cámara axiocam 208 color utilizando el programa Labscope.

Para la observación de las comunidades de perifiton se siguió la metodología propuesta por Guzman y Leiva (2017), donde se necesitó una pipeta de 10 ml y 10 tubos tipo falcon de 50 ml. El procedimiento consistió en agitar vigorosamente el frasco de la muestra de perifiton hasta lograr su homogenización, luego se extrajo una alícuota de 10 ml de las cinco muestras de cada parcela. Una vez que se obtuvieron las 10 muestras unificadas, se procedió a agitarlas y con ayuda de una jeringa se midió 0,5 ml, que fueron colocadas en el portaobjetos. Al portaobjetos se lo dividió en 30 campos de visión Figura 4, realizando un conteo de cada espécimen encontrados en estas cámaras.

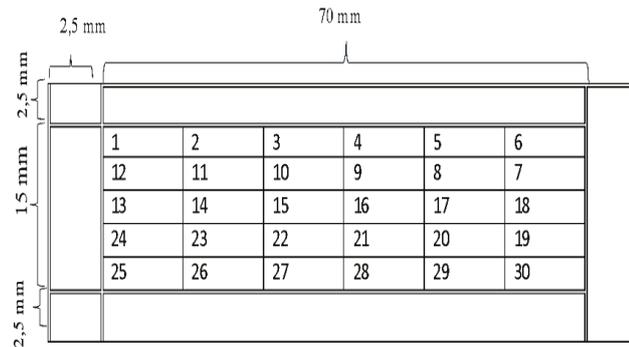


Figura 5. División del portaobjetos en cámaras de visión.

El conteo fue registrado en una base de datos Anexo 5, donde se ubicaron cada uno de los especímenes y las veces que fueron identificadas en las cámaras de visión obteniendo una sumatoria total de cada individuo.

5.4 Metodología para la identificación de índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

Se emplearon diferentes índices de biodiversidad, como Shannon- Wiener, Margalef, Equitatividad de Pielou y Similitud de Sorensen, para evaluar los indicadores ecológicos tanto para vegetación como para perifiton. El software utilizado para calcularlos índices de diversidad fue Past 3.17.

Índice de diversidad alfa de Shannon – Wiener: La diversidad de comunidades de perifiton que se colectaron tanto en el área conservada e intervenida de la microcuenca Mónica (Pandey et al. 2018), se utilizó las siguientes fórmulas:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$H' = - \sum p_i \times \ln p_i$$

Donde:

- H' = Índice de Shannon
- p_i = proporción de individuos del género i respecto al total de individuo
- n_i = 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 de descrita en la Tabla 2, tomado de Aguirre (2019):

Tabla 3. Interpretación del índice de Shannon.

Rango	Significado
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
>3,6	Diversidad alta

Índice de equitatividad de Pielou (J'): Se calculó la diversidad tanto para vegetación y perifiton según Magurran, (1988). Donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{m\acute{a}x}}$$

Donde:

H' : Índice de Shannon (diversidad observada)

$H'_{m\acute{a}x}$: Índice máximo de Shannon (diversidad esperada)

Tabla 4. Interpretación del índice de equitatividad de Pielou.

Rango	Significado
0	Ausencia de uniformidad
1	Igualmente, abundantes

Índice de similitud de Sorensen (Is): Se calculó la diversidad tanto para vegetación y perifiton según (Price y Jackson, 2004).

$$I_s = \frac{2a}{(2a + b + c)}$$

Donde:

a: número de especies presentes en ambos bosques.

b: número de especies presentes en el bosque A.

c: número de especies presentes en el bosque B.

Tabla 5. Interpretación del índice de similitud de Sorensen.

Rango	Significado
0 a 100%	Más cerca al 100%, más similitud

5.5 Análisis del vínculo entre la diversidad de la vegetación y la diversidad entre las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

Se realizó el análisis de correlación de Pearson entre la diversidad de la vegetación y la diversidad de las comunidades de perifiton. El análisis estadístico fue efectuado mediante el software estadístico Past 3.17, considerando los valores que van de +1 a -1.

Para la interpretación de los resultados se usó la siguiente escala descrita en la Tabla 6, tomado de Hernández Sampieri, et al. (2014)

Tabla 6. Valores de r y su significado.

Valor de r	Significado
-1	Correlación negativa perfecta
-0,9	Correlación negativa
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,5	Correlación negativa media
-0,25	Correlación negativa débil
-0,1	Correlación negativa muy débil
0	No existe correlación alguna entre variables
0,1	Correlación positiva muy débil
0,25	Correlación positiva débil
0,5	Correlación positiva media
0,75	Correlación positiva considerable
0,9	Correlación positiva muy fuerte
1	Correlación positiva perfecta

6. Resultados

6.1 Resultados para la determinación de la estructura y la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

6.1.1 Caracterización de la composición florística

La composición florística de la zona riparia de la microcuenca Mónica fue de 43 especies dentro de 30 géneros y 24 familias en las dos áreas, dando un total de 205 individuos del estrato arbóreo mayores o iguales a 5 cm de Dap con una cobertura del docel promedio de 91,8 % en el área conservada y del 56,3 % del área intervenida. La especie *Palicourea heterochroma* fue la más abundante en el área conservada con 11 individuos y *Alnus acuminata* la más abundante para el área intervenida con 53 individuos.

Las familias que predominan en términos de abundancia en ambas zonas son las siguientes: en la parte conservada predomina la familia Rubiaceae, mientras que en la parte intervenida predomina la familia Betulaceae Figura 5.

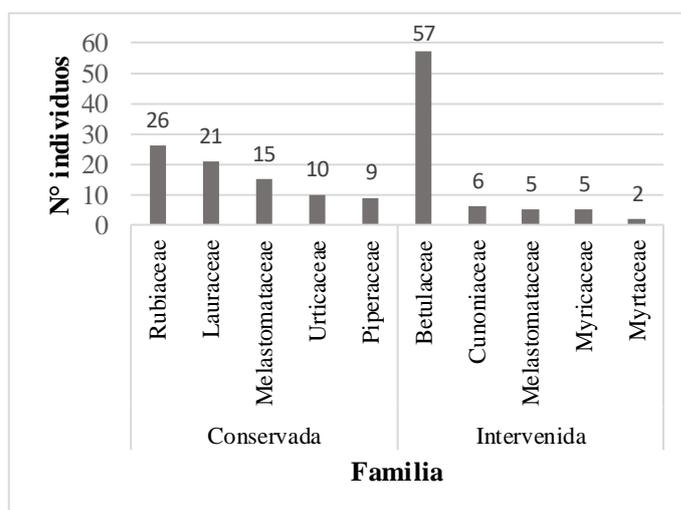


Figura 6. Abundancia según la familia de la microcuenca Mónica.

6.1.2 Caracterización estructural

Se realizó el monitoreo en un área de 1250 m², con los datos obtenidos se calculó el área basal total que fue de 3412,5 ± 0,05 m²/ m², siendo el área conservada la que posee mayor área basal con 2250 m²/ m² y el área intervenida con un 1150 m²/ m².

Los parámetros estructurales del estrato arbóreo muestran que las especies frecuentes, abundantes y ecológicamente importantes del área conservada son: *Nectandra*

membranaceae con un 15,88 %, seguida de *Palicourea heterochroma* con un 15,33 % y *Clethra revoluta* con 14,97 % (Tabla 7, Anexo 3).

Tabla 7. Parámetros estructurales de las diez especies principales del componente leñoso del área conservada de la microcuenca Mónica.

Nombre científico	D (ind/ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	Dmr (%)	IVI (%)
<i>Nectandra membranaceae</i>	144	6,92	1	1,59	7,365	15,88
<i>Palicourea heterochroma</i>	176	8,46	1	1,59	5,283	15,33
<i>Clethra revoluta</i>	48	2,31	2	3,17	9,490	14,97
<i>Phenax hirtus</i>	144	6,92	2	3,17	3,922	14,02
<i>Nectandra lineatifolia</i>	112	5,38	2	3,17	4,129	12,69
<i>Guarea</i> sp.	32	1,54	1	1,59	8,837	11,96
<i>Cyathea caracasana</i>	80	3,85	3	4,76	3,188	11,80
<i>Piper ecuadorese</i>	80	3,85	3	4,76	2,550	11,16
<i>Miconia theaezans</i>	80	3,85	3	4,76	2,308	10,92
<i>Meliosma</i> sp.	48	2,31	2	3,17	4,454	9,94

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Dominancia relativa (DmR); Índice de valor de importancia (IVI).

6.2 Resultados para la caracterización de la diversidad de las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

Para la parte de la caracterización de la diversidad de comunidades de perifiton de la zona riparia de la microcuenca se encontraron cuatro tipos de Phylum en el área conservada: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Euglenophyta, con un total de 17 géneros y 2195 individuos, los géneros con mayor número de individuos encontrados fueron: *Cocconeis*, *Psammothidium*, *Gomphonema*, *Hannaea*, *Nitzschia* (Tabla 8, Anexo 4).

Tabla 8. Número de individuos por género encontrados en la zona conservada de la microcuenca Mónica.

Phyllum	Género	Abundancia
Bacillariophyta	<i>Cocconeis</i>	287
	<i>Gomphonema</i>	599
	<i>Hannaea</i>	237
	<i>Navicula</i>	233
	<i>Nitzschia</i>	231
	<i>Pinnularia</i>	154
	<i>Psammothidium</i>	273
Chlorophyta	<i>Cosmarium</i>	20
	<i>Staurastrum</i>	22
Cyanobacteria	<i>Gomphonema</i>	40
Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i>	99

En la parte intervenida de la microcuenca se encontraron dos Phyllum: Bacillariophyta y Chlorophyta con un total de 13 géneros y 522 individuos, los géneros con mayor número de individuos fueron: *Cocconeis*, *Navícula sp1*, *Gomphonema sp3* y *Psammothidium*, Tabla 9.

Tabla 9. Número de individuos por género encontrados en la zona intervenida de la microcuenca Mónica.

Phyllum	Género	Abundancia
Bacillariophyta	<i>Cocconeis</i>	114
	<i>Gomphonema</i>	159
	<i>Hannaea</i>	21
	<i>Navicula</i>	75
	<i>Nitzschia</i>	45
	<i>Pinnularia</i>	17
Chlorophyta	<i>Psammothidium</i>	65
	<i>Cosmarium</i>	15
	<i>Staurastrum</i>	11

6.3 Índices de biodiversidad para la evaluación de indicadores ecológicos en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

De acuerdo con la tabla 8 el índice de Shannon-Wiener sobre la diversidad florística del área conservada y del área intervenida se registró un promedio de 2,65 y 0,6 respectivamente, representando una diversidad media y baja; el índice de Pielou Indicó valores de 0,91 para el área conservada y que según su interpretación es equitativo, mientras que para el área intervenida indicó un valor de 0,51 y según su interpretación es

desigual. Para el índice de similitud de Sorensen se registró una similitud de las dos áreas del 10%.

Tabla 10. Índices de biodiversidad de la composición florística en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica.

	Shannon		Pielou		Sorensen
Conservada	2,65	Diversidad media	0,91	Equitatividad	10 %
Intervenida	0,6	Diversidad baja	0,51	Desigual	

En la tabla 9 se presentan los índices de biodiversidad para las comunidades de perifiton donde se muestra que el índice de Shannon para el área conservada es de 17 y según su interpretación tiene una diversidad media, para el área intervenida se obtuvo un valor de 1,9 y que según su interpretación es una diversidad baja; el índice de Pielou para el área conservada indica un valor de 0,97 y que según su interpretación es equitativo, para el área intervenida se obtuvo un valor de 0,73 con su interpretación de desigual; el índice de Sorensen reflejó un porcentaje de 36,7 con su interpretación de baja similitud.

Tabla 11. Índices de biodiversidad de las comunidades de perifiton de ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica.

	Shannon		Pielou		Sorensen
Conservada	2,17	Diversidad media	0,97	Equitatividad	36,7 %
Intervenida	1,9	Diversidad baja	0,73	Desigual	

6.4 Vínculos entre la diversidad de la vegetación y la diversidad entre las comunidades de perifiton en ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica

En la Figura 9 se observa que existe un valor de r (coeficiente de Pearson) de 0,685 lo que indica que existe un valor significativo entre las dos variables (diversidad de flora y diversidad de las comunidades de perifiton) mencionando así que a mayor diversidad de flora mayor es el número de las comunidades de perifiton.

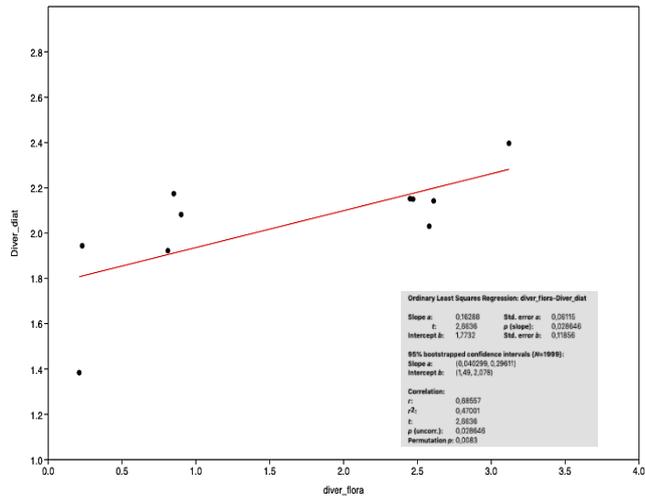


Figura 7. Correlación de Pearson entre diversidad de flora y diversidad de las comunidades de perifiton.

7. Discusión

La microcuenca Mónica, ubicada en los límites del Parque Nacional Podocarpus con un 48,76 % dentro del mismo y el 56 % restante forma parte de la zona de amortiguamiento (Gonzaga, 2019), siendo así importante para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de la zona. Según esta investigación se pudo evidenciar que las actividades antrópicas en los márgenes del cauce afectan considerablemente el estado de conservación de la vegetación, tanto en la composición, la riqueza y la diversidad.

Otro de los parámetros importantes y que influyen en el estado de conservación de la microcuenca, es la forma de la microcuenca, ya que según el Coeficiente de compacidad propuesto por Gravelius compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, en la microcuenca Mónica con un coeficiente de 1,17 (Oval redonda), queriendo decir que tiene una forma más ancha que alargada lo cual seguramente tendrá alguna influencia sobre la composición y estructura de las zonas riparias (Verdugo Cardenas, 2017), así mismo presenta tenencia a las crecidas (Moreno, 2023) y según Vanegas, (2016) menciona que estas tienden a tener problemas de inundación y escurrimientos rápidos. Por tal motivo la microcuenca presenta daños significativos en las riberas de la quebrada.

La microcuenca Mónica está compuesta por un tipo de bosque montano y en el cual se obtuvieron un total de 48 especies, donde las familias con mayor número de individuos fueron Betulaceae, Rubiaceae y Lauraceae, al igual que el trabajo realizado (Vistín y Espinoza, 2021) en un mismo tipo de bosque donde mencionan que una de las familias más abundantes fue la familia Lauraceae, a diferencia de Suatunce et al., (2009) que en su estudio encontraron las familias más abundantes Moraceae, Caricaceae y Cecropiaceae, tomando en cuenta que comparten los mismos rangos altitudinales y las mismas características ambientales.

Dentro de las especies encontradas están *Eugenia valvata*, *Hedyosmum purpurasc* y *Meriania maguirei* registradas en el libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (Valencia et al., 2000). En un estudio realizado por Lozano et al., (2004) la especie *Meriania maguirei* se encontraba en un estado de conservación vulnerable, sin embargo, según los registros más recientes publicados en el mismo actualmente se

encuentra en peligro (León-Yáñez et al., 2019), indicando así la importancia de conservar el área.

La microcuenca Mónica de acuerdo al índice de Shannon-Wiener cuenta con una diversidad de 2,65 (media) en el área conservada y 0,6 (baja) en el área intervenida, así mismo el área intervenida mostró un bajo porcentaje de cobertura vegetal del 56,3 %, indicando un alto deterioro, se pudo evidenciar que las actividades antrópicas son las principales causas que han llevado a la degradación de la microcuenca, coincidiendo con Baeza, (2014) que menciona en su estudio que la expansión de los usos de suelo antrópicos se ha transformado en la mayor causa de degradación en las coberturas de los ecosistemas a nivel mundial.

Así mismo en el área intervenida de la microcuenca se identificó una especie arbórea característica que es *Alnus acuminata*, la cual predomina el área y que según lo reportado por Aguirre et al., (2017) en su estudio donde menciona el alto grado de importancia de la especie para los procesos de restauración, así mismo la dominancia de esta especie está atribuida a que es “pionera” ya que existen las condiciones favorables de luz que le permiten desarrollarse tanto en altura como en diámetro (Paucar, 2011).

Por otro lado, las comunidades de perifiton son importantes por ser contribuyentes a la fijación de carbono y al ciclo de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, es definido como una comunidad compleja de microbiota adherida a un sustrato (Wetzel 1983), al ser altamente importante para un ecosistema y según el estudio realizado se puede constatar que es un indicador del estado de conservación de un área.

La diversidad de las comunidades de perifiton de acuerdo al índice de Shannon-Wiener en el área conservada de la microcuenca tuvo un valor promedio de 2,17 y que según su interpretación es una diversidad moderada, al igual que el estudio realizado por Yaguana y Cartuche, (2022) que encontraron en la zona conservada del río Malacatos un valor moderado de 2,21. Por otro lado el área intervenida obtuvo un valor bajo de 1,9 que indica una baja diversidad de comunidades de perifiton.

En la parte conservada se pudieron diferenciar cuatro tipos de phylum a diferencia de la parte intervenida que fueron solamente tres, el phylum que dominó tanto en abundancia como en riqueza en toda el área fue el Bacillariophyta coincidiendo con el estudio de Mosquera- Murillo y Martínez -Cuesta, (2022), según Ramírez y Plata (2008) los miembros de la división Bacillariophyta suelen ser comunes y abundantes en

ecosistemas lóticos por su capacidad de ocupar con rapidez los sustratos y a la presencia de estructuras especializadas que les permiten fijarse al sustrato con mayor facilidad, así mismo presentan una excepcional plasticidad ecológica y fácil adaptación a diversos ambientes (Becerra et al., 2019).

En el área conservada de la microcuenca sobresalió el género *Cocconeis* con un mayor número de individuos, según Biggs y Kilroy, (2000) mencionan que este género es considerado como cosmopolita y se encuentra presente en condiciones de aguas limpias a moderadamente enriquecidas, también se encontró el género *Trachelomonas*, que conforman un grupo muy numeroso y heterogeneo que incluye una gran diversidad de formas y estructuras, y tamaños muy variables (Yacubson y Ramon, 1982). Según Solórzano et al., (2011) en su estudio mencionan que la mayoría de las especies del género *Trachelomonas* se encuentran durante la estación seca, cuando las concentraciones de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y temperatura son las más altas.

Por otro lado el género *Navicula* se encuentra entre los géneros más abundantes del área intervenida según González, (2012) menciona que este género tiene afinidad a aguas salobres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno, que los hace ser tolerantes a medios contaminados, al igual que Tinoco, (2022) que en su estudio encontró que este género se lo encuentra en un medio contaminado, interpretando así que el área intervenida de la microcuenca Mónica tiene un alto grado de contaminación.

Según el estudio realizado se pudo evidenciar una relación entre la cobertura vegetal y las comunidades de perifiton, según Lozano-Peña et al., (2019) mencionan que la cobertura arbórea no solo puede homogenizar el tipo de fuentes de carbono, sino también mayor abundancia de sustratos que pueden promover un aumento en la diversidad de perifiton, la vegetación riparia es primordial para el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos al aportar materia orgánica. La distribución de los organismos perifíticos dependen significativamente de las características físicas del sustrato y de la dinámica del entorno, de manera que factores como la geología, la topografía y los usos del suelo en las áreas de influencia directa de los cuerpos de agua tienden a ser factores en la ecología de estos organismos (Stevenson, 1997; Potapova y Donald, 200)

8. Conclusiones

De acuerdo al índice de Shannon, la composición florística del área conservada de la microcuenca Mónica presentó un valor de 2,65 lo que indica una diversidad media de especies, en contraste, al área intervenida con un valor de 0,6 lo que refleja una baja diversidad de especies.

El índice de valor de importancia (IVI) muestra que las especies *Nectandra membranaceae* y *Palicourea heterochroma* son dominantes y ecológicamente importantes en la microcuenca con valores de 15,88 % y 15,33 % respectivamente. Al ser especies nativas su rol en el ecosistema es fundamental.

La diversidad de las comunidades de perifiton según el índice de Shannon es de 2,17 en el área conservada y 1,9 en el área intervenida, indicando una diversidad media y media baja respectivamente, se encontró el género *Cocconeis* en el área conservada indicando una buena calidad de agua, mientras que en el área intervenida se encontró un alto número de individuos del género *Navicula*, los cuales se presentan en aguas con un nivel alto de contaminación.

9. Recomendaciones

Realizar un análisis más exhaustivo sobre los diferentes tipos de indicadores que puedan evaluarse en el área de estudio.

Implementar estrategias de conservación para disminuir las actividades antrópicas que han causado el deterioro de esta microcuenca, dirigida a los habitantes de la misma.

Promover la protección de especies nativas como *Nectandra membranaceae* y *Palicourea heterochroma* ya que son especies nativas dominantes en la microcuenca y tienen un alto valor ecológico en el área de estudio.

10. Bibliografía

- Aguirre, Z. (2019). Guía de métodos para medir la Biodiversidad. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Reyes, B., Quizhpe, W., y Cabrera A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* 24 (2): 543-556. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- Arteaga, J., Ayala, G., Briseño, J., González, J., Granda, A., Luzuriaga, R., y Vásquez, C. (2014). Microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Loja. *Academia*, 12.
- Azim, ME , Verdegem, MCJ , van Dam, AA y Beveridge, MCM (2005). *Periphyton: ecología, explotación y gestión* . CABI.
- Camacho-Rico, F., Trejo, I. y Bonfil, C. (2006). Structure and composition of riparian vegetation canyon river Tembembe, Morelos, México. *Botanical Sciences*, 78, 17–31. <https://doi.org/10.17129/botsci.1718>
- Calizaya, J., Avendaño, M., y Delgado, I. (2012). Evaluación de la calidad de agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. *Peruana de Medicina*, 30 (1), 1. Recuperado de <http://www.rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/158/2377>
- Castellanos-Bolaños, J. F., E. J. Treviño-Garza, O. A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez. Pérez y A. Velázquez-Martínez. 2010. Diversidad arbórea y estructura espacial de bosques de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(2): 39-52. Doi:10.29298/rmcf.v1i2.636.
- Cornejo, A., Pérez, J., López-Rojo, N., Tonin, A. M., Rovira, D., Checa, B., ... Boyero, L. (2020). Agriculture impairs stream ecosystem functioning in a tropical catchment. *Science of the Total Environment*, 745, 140950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140950>
- Gonzaga, A. G. (2019). Gestión comunitaria para la conservación de la Microcuenca Mónica , Loja , Ecuador Community management for the conservation of the Mónica Micro-basin ,. *INNOVA Journal*, 4(3), 131-143.
- Granados, S., García, H., & Ríos, L. (2007). Riparian Zones Ecology. Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 12, 55-69.

- Guzman Valqui, B. K., & Leiva Tafur, D. (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>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta edición ed.)*. México D.F: McGrawHill. doi: 978-1-4562-2396-0
- Louman, B., D. Quiroz y M. Nilson. 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico Núm. 46*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- Montoya-Moreno, Y., y Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 16(3), 91-117.
- Morales Velasco, S., Salazar Sánchez, M. D. R., & Urrea Ledesma, J. D. (2016). Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados y perifiton del río Ejido, Popayán – Cauca. *Revista de Ciencias*, 20(2), 16. <https://doi.org/10.25100/rc.v20i2.4670>
- Moreira, J., y Condo, C. (2019). Indicadores ecológicos de hábitat en la región Amazónica-Ecuador. *Green World Journal*. <https://www.greenworldjournal.com/doi-009-jmc-2019>
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. In *Geographical Review* (Vol. 66, Issue 1, p. 114). <https://doi.org/10.2307/213332>
- Ochoa, S., Gonzalez, N., Pozo, C., Bruce, G., Rangel, L. J., Arriaga, S. L., Ponce, A., & Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de biología tropical*, 59(3), 1433-1451.
- Pandey, L. K., Lavoie, I., Morin, S., Park, J., Lyu, J., Choi, S., Lee, H., y Han, T. (2018). Riverwater quality assessment based on a multi-descriptor approach including chemistry, diatom assemblage structure, and non-taxonomical diatom metrics. *Ecological Indicators*, 84(March 2017), 140–151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.043>

- Posada, M. I. P. (2018). Análisis De Calidad Del Retiro Ribereño Para Diseño De Estrategias De Restauración Ecológica En El Río La Miel, Caldas, Colombia. *Revista EIA*, 117-128. <https://doi.org/10.24050/reia.v0i0.611>
- Potapova, M.G. y Donald, F.C. (2002). Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients. *Journal of Biogeography*.
- Price, N., y Jackson, S. R. (2004). Clinical audit of the use of tension-free vaginal tape as a surgical treatment for urinary stress incontinence, set against NICE guidelines. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 24(5), 534-538. <https://doi.org/10.1080/01443610410001722590>
- Ramírez, C. A. y Plata, D. Y. (2008). Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (páramo De Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. *Acta biol. Colomb.* 13 (1): 199-216.
- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6), 501-514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
- 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>
- Rusch V, y Fracassi N. (2017). Indicadores de Biodiversidad INFORME PREPARADO POR EL PROYECTO INTA PI 038 EVALUACIÓN, MONITOREO Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD EN SISTEMAS. 1-48.
- SEMARNAT. (2015). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo gestión. *Syria Studies*, 7(1), 37-72. https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Stevenson, R.J. (1997). Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal

heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society*.

Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yáñez & P. M. Jørgensen (eds.). 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito

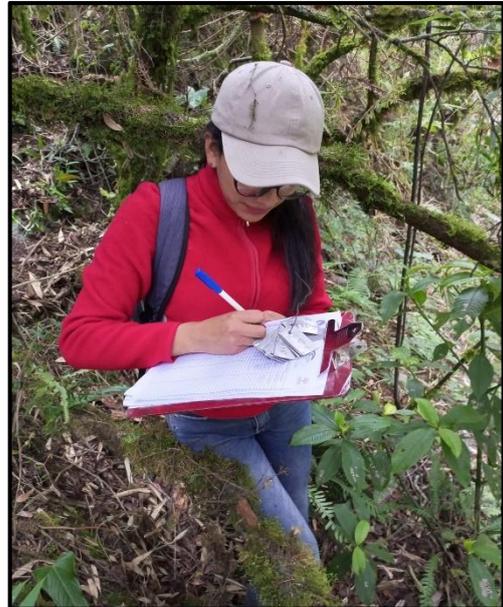
Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., y Ortiz, L. (2006). Cuencas hidrográficas (Vol. 1999, Número December

11. Anexos

Anexo 1. Instalación de los transectos y toma de datos de cada uno de los individuos encontrados en la microcuenca Mónica.



a) Instalación de los transectos

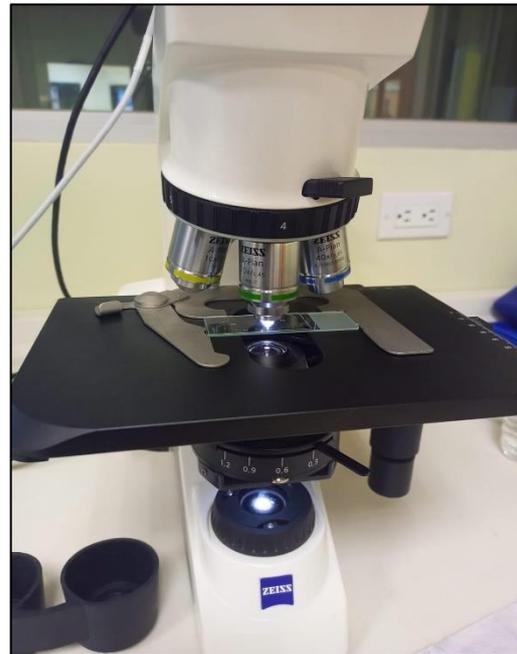


b) Plaqueo y toma de datos de los individuos

Anexo 2. Toma de muestras de perifiton y conteo de especímenes en el laboratorio



c) Toma de muestras de perifiton



d) Trabajo en laboratorio y conteo de los especímenes

Anexo 3. Parámetros estructurales de los individuos \geq a 5 cm DAP del estrato arbóreo del área conservada de la microcuenca Mónica

Nombre científico	G m²	D/hs	DR (%)	FA	FR(%)	Dmr(%)	IVI(%)
<i>Aniba sp.</i>	0,007	32,000	1,538	1,000	1,587	0,402	3,528
<i>Brunellia inermis</i>	0,068	32,000	1,538	1,000	1,587	3,786	6,912
<i>Cavendishia bracteata</i>	0,027	48,000	2,308	1,000	1,587	1,525	5,420
<i>Cecropia telenitida</i>	0,021	16,000	0,769	1,000	1,587	1,143	3,500
<i>Clethra revoluta</i>	0,171	48,000	2,308	2,000	3,175	9,490	14,973
<i>Clusia alata</i>	0,011	16,000	0,769	1,000	1,587	0,627	2,984
<i>Critoniopsis pycnantha</i>	0,012	32,000	1,538	1,000	1,587	0,657	3,783
<i>Cyathea caracasana</i>	0,057	80,000	3,846	3,000	4,762	3,188	11,796
<i>Eugenia florida</i>	0,016	16,000	0,769	1,000	1,587	0,878	3,235
<i>Eugenia valvata</i>	0,006	16,000	0,769	1,000	1,587	0,307	2,664
<i>Geissanthus vanderwerfii</i>	0,006	16,000	0,769	1,000	1,587	0,353	2,709
<i>Guarea sp.</i>	0,159	32,000	1,538	1,000	1,587	8,837	11,963
<i>Hedyosmum purpurascens</i>	0,028	32,000	1,538	1,000	1,587	1,540	4,666
<i>Hedyosmum sprucei</i>	0,030	80,000	3,846	2,000	3,175	1,641	8,662
<i>Meliosma sp.</i>	0,080	48,000	2,308	2,000	3,175	4,454	9,936
<i>Meriania maguirei</i>	0,007	16,000	0,769	1,000	1,587	0,393	2,750
<i>Meriania sp.</i>	0,009	16,000	0,769	1,000	1,587	0,508	2,865
<i>Meriania tomentosa</i>	0,069	48,000	2,308	2,000	3,175	3,832	9,314
<i>Miconia obscura</i>	0,016	48,000	2,308	2,000	3,175	0,866	6,348
<i>Miconia theaezans</i>	0,042	80,000	3,846	3,000	4,762	2,308	10,916
<i>Miconia tinifolia</i>	0,041	16,000	0,769	1,000	1,587	2,285	4,641
<i>Mollinedia sp.</i>	0,023	16,000	0,769	1,000	1,587	1,274	3,630
<i>Morella pubescens</i>	0,045	32,000	1,538	1,000	1,587	2,499	5,625
<i>Myrsine andina</i>	0,075	80,000	3,846	1,000	1,587	4,174	9,608

Nombre científico	G m²	D/hs	DR (%)	FA	FR(%)	Dmr(%)	IVI(%)
<i>Nectandra laurel</i>	0,039	32,000	1,538	2,000	3,175	2,179	6,892
<i>Nectandra lineatifolia</i>	0,074	112,000	5,385	2,000	3,175	4,129	12,688
<i>Nectandra membranaceae</i>	0,133	144,000	6,923	1,000	1,587	7,365	15,876
<i>Nectandra reticulata</i>	0,002	16,000	0,769	1,000	1,587	0,132	2,488
<i>Palicourea amethystina</i>	0,026	96,000	4,615	2,000	3,175	1,417	9,207
<i>Palicourea angustifolia</i>	0,010	32,000	1,538	2,000	3,175	0,536	5,249
<i>Palicourea heterochroma</i>	0,095	176,000	8,462	1,000	1,587	5,283	15,332
<i>Palicourea luteonivea</i>	0,010	32,000	1,538	1,000	1,587	0,580	3,706
<i>Palicourea lyristipula</i>	0,068	80,000	3,846	1,000	1,587	3,754	9,188
<i>Phenax hirtus</i>	0,071	144,000	6,923	2,000	3,175	3,922	14,020
<i>Piper ecuadorese</i>	0,046	80,000	3,846	3,000	4,762	2,550	11,158
<i>Piper pubinervulum</i>	0,017	64,000	3,077	2,000	3,175	0,930	7,182
<i>Ruagea hirsuta</i>	0,008	16,000	0,769	1,000	1,587	0,436	2,792
<i>Saurauia bullosa</i>	0,030	48,000	2,308	3,000	4,762	1,665	8,735
<i>Schefflera sp.</i>	0,010	32,000	1,538	2,000	3,175	0,556	5,270
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	0,028	16,000	0,769	1,000	1,587	1,540	3,896
<i>Turpinia occidentalis</i>	0,083	32,000	1,538	1,000	1,587	4,611	7,737
<i>Weinmannia latifolia</i>	0,007	16,000	0,769	1,000	1,587	0,397	2,754
<i>Weinmannia rollottii</i>	0,019	16,000	0,769	1,000	1,587	1,047	3,403

Anexo 4. Phylum, género y abundancia de las comunidades de perifiton el área conservada de la microcuenca Mónica

Phylum	Género	Abundancia
Bacillariophyta		47
Bacillariophyta		33
Bacillariophyta		80
Bacillariophyta	Hannaea	42
Bacillariophyta	Gomphonema	60
Cyanobacteria		93
Bacillariophyta	Gomphonema	40
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta	Psammothidium	72
Bacillariophyta	Cocconeis	93
Bacillariophyta		37
Bacillariophyta		43
Bacillariophyta		48
Bacillariophyta	Nitzschia	55
Bacillariophyta		45
Bacillariophyta		37
Cyanobacteria		90
Bacillariophyta		38
Euglenophyta	Trachelomonas	99
Bacillariophyta	Hannaea	58
Bacillariophyta	Navicula	70
Bacillariophyta		40
Bacillariophyta	Psammothidium	78
Bacillariophyta	Gomphonema	65
Bacillariophyta	Gomphonema	40
Bacillariophyta		37
Bacillariophyta		56
Bacillariophyta		40
Bacillariophyta		42
Bacillariophyta		39
Bacillariophyta		41
Cyanobacteria		32
Bacillariophyta	Nitzschia	45
Bacillariophyta		38
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta	Navicula	55
Bacillariophyta	Cocconeis	58
Bacillariophyta	Psammothidium	50
Bacillariophyta	Nitzschia	34
Bacillariophyta		42

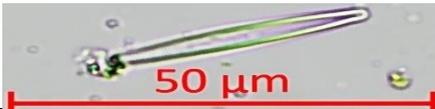
Phyllum	Género	Abundancia
Bacillariophyta		23
Bacillariophyta		17
Bacillariophyta		27
Chlorophyta		21
Chlorophyta		18
Chlorophyta	Staurastrum	22
Chlorophyta		22
Bacillariophyta	Gomphonema	30
Bacillariophyta		19
Bacillariophyta	Gomphonema	31
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta	Hannaea	39
Bacillariophyta		29
Bacillariophyta		30
Cyanobacteria		61
Cyanobacteria		38
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta	Cocconeis	70
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta	Pinnularia	63
Bacillariophyta		29
Bacillariophyta	Hannaea	30
Bacillariophyta		25
Bacillariophyta		27
Chlorophyta		26
Cyanobacteria		131
Chlorophyta		26
Bacillariophyta	Psammothidium	29
Bacillariophyta	Nitzschia	46
Bacillariophyta		24
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta		21
Bacillariophyta		37
Bacillariophyta		21
Bacillariophyta		29
Bacillariophyta		31
Bacillariophyta		34
Bacillariophyta	Gomphonema	44
Cyanobacteria		95
Bacillariophyta	Hannaea	50
Bacillariophyta		18
Bacillariophyta	Cocconeis	66
Bacillariophyta		41

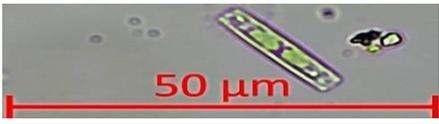
Phyllum	Género	Abundancia
Bacillariophyta		35
Bacillariophyta	Pinnularia	63
Bacillariophyta		59
Bacillariophyta		41
Bacillariophyta	Pinnularia	28
Bacillariophyta		29
Bacillariophyta		35
Bacillariophyta	Gomphonema	26
Bacillariophyta		27
Bacillariophyta		21
Chlorophyta		17
Chlorophyta	Cosmarium	20
Bacillariophyta	Psammothidium	44
Bacillariophyta		27
Bacillariophyta		27
Bacillariophyta	Nitzschia	51
Cyanobacteria		61
Cyanobacteria		133
Bacillariophyta	Gomphonema	41

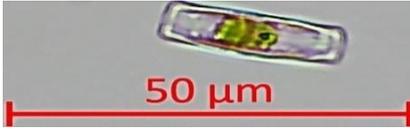
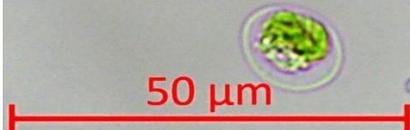
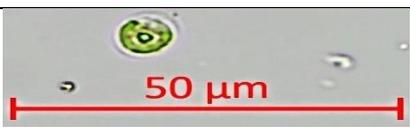
Anexo 5. Copilado de los resultados tanto de flora como de diatomeas

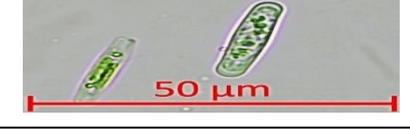
Área de estudio	Repeticiones	Diatomeas			Flora					
		abundancia diat	diversidad diat	equitatividad diat	Area basal (m2)	Shannon flora	% Cob_Out	% Cnopy_Op_Out	abundancia flora	equitatividad flora
Área conservada	p1	485	2,150	0,98	0,30	2,47	75,8	24,2	22	0,94
	p2	494	2,030	0,98	0,29	2,58	62,8	37,2	18	0,98
	p3	350	2,152	0,98	0,30	2,45	69,3	30,7	26	0,9
	p4	379	2,142	0,98	0,59	2,61	68,5	31,5	25	0,86
	p5	487	2,396	0,96	0,33	3,12	65,7	34,3	39	0,89
Área intervenida	p6	83	1,384	0,77	0,17	0,21	49,4	50,6	19	0,3
	p7	110	2,082	0,95	0,14	0,90	60,3	39,7	21	0,83
	p8	122	2,174	0,980	0,07	0,85	42,6	57,4	11	0,83
	p9	102	1,944	0,93	0,42	0,23	44,7	55,3	14	0
	p10	105	1,922	0,92	0,12	0,81	39,0	61,0	10	0,82

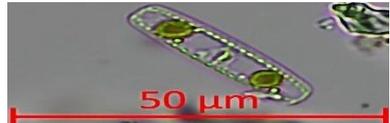
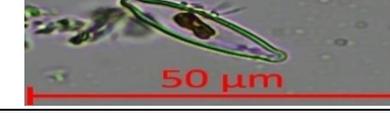
Anexo 7. Identificación de especímenes de las comunidades de perifiton

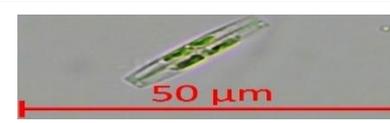
Picture	Phylo	Genus	Ajustes
	Bacillariophyta	Hannaea	Sp1
	Bacillariophyta	Navicula	Sp1
	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	Psammothidium	
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp1
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp2

	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	???	
	Bacillariophyta	?	

	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	Cocconeis	
	Bacillariophyta	Navícula	
	Bacillariophyta	Nitzschia	
	Euglenophyta	Trachelomonas	
	Bacillariophyta		

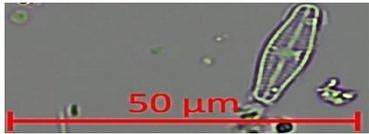
	Chlorophyta		
	Chlorophyta		
	Bacillariophyta		
	Chlorophyta	Staurastrum	
	Chlorophyta		
	Bacillariophyta ??		

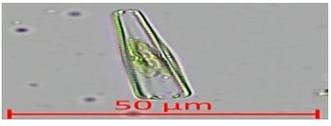
	???		
	Bacillariophyta		
	Bacillariophyta	Hannea	Sp2
	Bacillariophyta	?	
	Bacillariophyta	Pinnularia	Sp1
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp3

	Bacillariophyta		
	Bacillariophyta	Pinnularia	Sp2
			
	Bacillariophyta		
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp4

	Chlorophyta		
---	-------------	--	--

	Chlorophyta	Cosmarium	
	Bacillariophyta	??	
	Bacillariophyta	Navicula	Sp1
	Bacillariophyta	??	

	Chlorophyta		
	Chlorophyta		
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp5
	Bacillariophyta		Nitzschia

	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp6
	Bacillariophyta	Gomphonema	Sp7

Anexo 8. Certificado de traducción de Resumen.

Jimmi Fabricio Celi Díaz

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENCION IDIOMA INGLES

Registro Profesional SENESCYT N°: 1008-20216-1695863

MAGISTER EN PEDAGOGIA DE LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS

MENCION ENSEÑANZA DE INGLES

Registro Profesional SENESCYT N°: 1031-2023-2775112

A petición verbal de la persona interesada. -

CERTIFICO

Que, se ha procedido a realizar la traducción del texto **RESUMEN**, del tema de investigación: **"Evaluación de indicadores ecológicos asociados a ecosistemas riparios de la microcuenca Mónica de la Hoya de Loja"**, perteneciente a: **ENITH ALEXANDRA PATIÑO GUAMÁN**, con número de cédula: **1105930844**; texto que consta de 372 palabras en español y 237 palabras en idioma inglés, el cual está traducido en su integridad, manteniendo el mismo mensaje de su original en español.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Loja, 6 de abril de 2025



JIMMI FABRICIO CELI
DIAZ

Jimmi Fabricio Celi Díaz

C.I: 1104797715

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION
MENCION IDIOMA INGLES**