Pontificia Universidad Católica del Ecuador | SEDE ESMERALDAS

# ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**TESIS DE GRADO**

# CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL BOSQUE DE RIBERA DE LOS RÍOS TEAONE, ATACAMES, SÚA Y ESTERO SÁLIMA, PROVINCIA ESMERALDAS, ECUADOR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL


**AUTORA**

KENY CAROLINE MARTÍNEZ MERA

**ASESORA**

MGT. LUCÍA VERNAZA QUIÑÓNEZ



ESMERALDAS – JUNIO, 2018

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente tribunal de Graduación

Lector 1

Lector 2

PhD. Jorge Velazco Vargas
Coordinador de la Escuela de Gestión Ambiental

Mgt. Lucía Vernaza Quiñónez
Directora de Tesis

Esmeraldas,…..de……..del 2018

# AUTORÍA

Yo, **KENY CAROLINE MARTÍNEZ MERA**, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCESE.

Keny Caroline Martínez Mera
C.I. 085020836-4

# DEDICATORIA

¡Todo esfuerzo trae su recompensa!, dedico este proyecto de investigación a:

Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida y darme la fortaleza para afrontar todas las dificultades presentadas a lo largo del camino.

Mis padres por ser mi apoyo incondicional, apoyarme en cada paso que doy, alentarme a seguir adelante y enseñarme a nunca desistir hasta conseguir mis metas.

Mi mamia (abuelita materna) Celsa Lomas por ser mi ejemplo a seguir y mi más grande inspiración para superarme día a día. Que, aunque ya no esté a mi lado, me guía y protege desde el cielo.

# AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación no hubiese sido posible sin el apoyo de:

Dios por dotarme de sabiduría y comprensión, e iluminarme para alcanzar una de mis más importantes metas.

Mis padres porque sin ellos no hubiese sido posible llegar a esta etapa de mi vida.

Mi novio Johan Gil por sus palabras de aliento y consuelo en momentos de desesperación y por su colaboración en la realización de este proyecto de investigación.

Mi asesora Lucía Vernaza por su paciencia y apoyo durante todo el proceso de elaboración de este proyecto de investigación.

Mis lectores Jon Molinero y Freddy Quiroz por brindarme su apoyo e impartirme sus conocimientos para el correcto desarrollo de este proyecto de investigación.

Mis profesoras de Titulación I y II, Olga Carnicer y Sonia Mateos por sus consejos, persistencia y presión para la elaboración de esta tesis.

Mi profesor Galo Barros por toda la colaboración brindada durante el proceso de desarrollo de este tema de investigación.

PUCESE por permitirme estudiar en esta prestigiosa universidad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera supieron guiarme y alentarme para no desfallecer y cumplir mis metas.

A quienes agradezco infinitamente por todo el apoyo brindado.

# ÍNDICE

**AUTORÍA** ..... **iii**
**DEDICATORIA** ..... **iv**
**AGRADECIMIENTOS** ..... **v**
**INTRODUCCIÓN** ..... **1**
Presentación del tema de investigación ..... 1
Planteamiento del problema ..... 2
Justificación ..... 2
Objetivos ..... 3
Objetivo General ..... 3
Objetivos específicos ..... 4
**CAPITULO I: MARCO TEÓRICO** ..... **5**
Bases teórico-científicas ..... 5
Zona Ribereña ..... 5
Funciones de la vegetación riparia ..... 6
Importancia de los bosques riparios ..... 7
Consecuencias del impacto a la vegetación riparia ..... 8
QBR ..... 11
Herbario Digital ..... 13
Antecedentes ..... 13
Caracterización de bosques riparios ..... 13
QBR ..... 14
Marco Legal ..... 15
**CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS** ..... **17**
Área de estudio ..... 17
Ecosistemas ..... 19
Cobertura Vegetal ..... 20

Estaciones de muestreo ..... 21
Caracterización de vegetación riparia ..... 23
Adaptación del Índice QBR ..... 24
Valoración del Índice QBR ..... 24
Grado de cobertura vegetal. ..... 27
Estructura de la cubierta. ..... 27
Calidad de la cubierta vegetal. ..... 27
Grado de naturalidad del cauce ..... 27
**CAPITULO III: RESULTADOS ..... 29**
Caracterización de la vegetación riparia ..... 29
Índice QBR ..... 36
**CAPITULO IV: DISCUSIÓN ..... 39**
**CAPITULO V: CONCLUSIONES ..... 43**
**CAPITULO VI: RECOMENDACIONES ..... 44**
**BIBLIOGRAFÍA ..... 45**
**ANEXOS ..... 51**

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1:** Diagrama de las funciones y servicios del ecosistema ripario (Arcos, 2005). .....7
**Figura 2:** Ecosistemas de la zona de estudio, Esmeraldas, Ecuador (MAE, 2013). .....19
**Figura 3:** Cobertura vegetal de la zona de estudio, Esmeraldas, Ecuador, realizado en el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.1 (QGIS Development Group, 2016). .....20
**Figura 4:** Zona de estudio, Esmeraldas, Ecuador, realizado en el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.1 (QGIS Development Group, 2016). .....22
**Figura 5:** Área de aplicación del Índice QBR (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.). .....26
**Figura 6:** Niveles de calidad de la vegetación de ribera según el Índice QBR (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.). .....26
**Figura 7:** Porcentaje de especies por clase botánica obtenidas en los ríos de estudio: Teaone, Súa, Atacames, Sálima.. .....29
**Figura 8:** Valores del índice QBR-And obtenidos en los ríos de estudio: Teaone, Súa, Atacames, Sálima. .....37

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1**
Coordenadas de los puntos de muestreo .....21
**Tabla 2**
Formas de vida identificadas en la caracterización de vegetación riparia en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima .....30
**Tabla 3**
Clasificación de la vegetación riparia identificada en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima, con su respectiva forma de vida y origen .....31
**Tabla 4**
Origen de las especies identificadas en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima .....35

**Tabla 5**

Origen de las especies identificadas como introducidas al Ecuador. .....35

**Tabla 6**

Porcentaje de calidad de la vegetación riparia obtenido mediante el índice QBR-And en los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima .....38

# RESUMEN

La vegetación riparia es un factor de gran importancia para el mantenimiento y regulación de los sistemas fluviales. Estas zonas bien conservadas ofrecen una infinidad de beneficios tanto al ecosistema terrestre como acuático y, por ende, también a la humanidad. Sin embargo, en la actualidad las zonas ribereñas están siendo gravemente alteradas por diversas acciones antrópicas como la agricultura, ganadería, crecimiento urbano, construcciones como puentes y represas, etc.

Este estudio fue realizado en los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima, pertenecientes a la provincia Esmeraldas, Ecuador. A lo largo de cada río se determinaron varios puntos de muestreo, donde se caracterizó la vegetación ribereña predominante en la parte alta y baja de las cuencas, se realizó un herbario digital de vegetación riparia y se adaptó el índice QBR a las características de las zonas de estudio, con el fin de determinar la calidad ecológica de los bosques ribereños de los ríos en cuestión. En los muestreos realizados se colectaron un total 317 especímenes, pertenecientes a 48 familias y 80 especies de vegetación riparia. Las familias con mayor riqueza de especies encontradas fueron Convolvulaceae, Asteraceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Boraginaceae, Mimosaceae y Moraceae y las familias más abundantes fueron Apocynaceae, Flacourtiaceae, Piperaceae, Musaceae y Poaceae. La forma de vida predominante fue de especies herbáceas con un 71,25 %. El 26,25 % de los individuos identificados correspondieron a especies introducidas al Ecuador y el 71,25 % a especies nativas del continente americano. Para mayor facilidad de identificación y conocimiento acerca de las especies riparias encontradas en las riberas de estudio, en el herbario digital se describieron todas las especies identificadas con su respectiva clasificación taxonómica, área de distribución y zona de origen. Mediante el QBR adaptado a las zonas de estudio, se determinó que el 38,8 % de las estaciones de muestreo se encontraron con un nivel calidad de vegetación riparia bueno, porcentaje similar obtenido para la calidad moderada y el 22,2 % obtuvo una calidad deficiente. Además, se concluyó que principalmente las partes altas de las cuencas de estudio se encuentran en mejor estado de conservación con respecto a las partes bajas, razón atribuida a que en estas últimas se desarrollan mayores acciones antrópicas como expansión de la frontera agrícola, ganadería, entre otras.

## ABSTRACT

The riparian vegetation is a factor of great importance for the maintenance and regulation of the fluvial systems. These well-preserved areas offer an infinity of benefits to both the terrestrial and aquatic ecosystems and, therefore, also to humanity. However, at present the riverine areas are being severely altered by various anthropic actions such as agriculture, livestock, urban growth, constructions such as bridges and dams, etc.

This study was conducted in the rivers Teaone, Atacames, Súa and Sálima estuary, belonging to the Esmeraldas province, Ecuador. Along each river several sampling points were determined, where the riparian vegetation predominant in the upper and lower part of the basins was characterized, a digital herbarium of riparian vegetation was made and the QBR index was adapted to the characteristics of the zones of study, with the objective of determine the ecological quality of the riparian forests of the rivers in question. In the samplings carried out, a total of 317 specimens were collected, belonging to 48 families and 80 species of riparian vegetation. The families with the highest species richness were Convolvulaceae, Asteraceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Boraginaceae, Mimosaceae and Moraceae and the most abundant families were Apocynaceae, Flacourtiaceae, Piperaceae, Musaceae and Poaceae. The predominant form of life was of herbaceous species with 71.25%. 26.25% of the individuals identified corresponded to species introduced to Ecuador and 71.25% to native species of the American continent. For greater ease of identification and knowledge about the riparian species found on the study banks, all identified species were described in the digital herbarium, with their respective taxonomic classification, distribution area and area of origin. By means of the QBR adapted to the study areas, it was determined that 38.8% of the sampling stations were found with a good level of riparian vegetation, similar percentage gotten for the moderate quality and 22.2% got a quality deficient. In addition, it was concluded that mainly the upper parts of the study rivers are in a better state of conservation with respect to the lower parts, reason attributed to the fact that in the latter, greater anthropic actions are being developed such as expansion of the agricultural frontier, livestock and others.

# INTRODUCCIÓN

## Presentación del tema de investigación

Los ecosistemas fluviales son de suma importancia debido a que abastecen de agua potable a las comunidades tanto urbanas, como rurales, entre otros beneficios ambientales directos (Acosta, Ríos, Rieradevall y Prat, 2009). Sin embargo, estos ecosistemas son susceptibles de contaminación, principalmente por actividades antrópicas, debido a que las zonas colindantes al cauce presentan alto potencial agrícola por la buena calidad de sus suelos, ocasionando que los pobladores desarrollen actividades como agricultura y ganadería, destruyendo total o parcialmente el bosque ripario. Además, la introducción de especies en estas zonas provoca grandes impactos al recurso hídrico afectando las funciones ecológicas de los cuerpos de agua (Guijarro, 2015).

La vegetación de ribera es un factor determinante en la estructura y composición de los sistemas fluviales ya que posee la capacidad de incidir sobre la calidad ambiental de éstos, llegando a controlar la temperatura del agua (Suárez, et al., 2002), y su aporte de materia orgánica y nutrientes, constituyen la mayor contribución energética a los ríos (Mancilla, Valdovinos, Azocar, Jorquera y Figueroa, 2009). Asimismo, esta vegetación ribereña es de importancia ecológica, económica y social puesto a que sirve de hábitat para la fauna silvestre, presentando una gran riqueza y biodiversidad faunística y florística, e influenciando en la calidad y cantidad de agua en los ríos (Villarreal, Carranza, Estrada y Rodríguez, 2006). Adquiriendo también, la posibilidad de diversificación del paisaje mediante la incorporación de diferentes elementos biológicos y geográficos, al mismo tiempo que posee una función de filtro y depurador de las aguas de los ríos (Suárez, et al., 2002). Motivos por los cuales, los bosques de galería comprenden uno de los aspectos relevantes a considerar en el momento de determinar la calidad ecológica de los ecosistemas acuáticos, caso que ha sido considerado por la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea en el 2000, la cual propuso la integración del índice de calidad ecológica de la vegetación de ribera QBR como uno de los índices principales para describir el estado actual de los ecosistemas acuáticos (Suárez, et al., 2002).

El QBR (Índice de Calidad de Bosques de Ribera) desarrollado para ríos del mediterráneo por Munné, et al. (1998), presenta la ventaja de er un índice de fácil aplicación y adaptación

a las diferentes zonas de estudio (Posada y Arroyave, 2015). Estudios en el Ecuador realizaron modificaciones a este índice, para ríos alto-andinos por Acosta, et al. (2009), formándose el QBR-And (Índice de Calidad de Bosques de ribera Andinos), el cual consiste en el análisis del grado de cobertura de la zona de ribera, la estructura y calidad de la cubierta vegetal riparia y el grado de naturalidad del sistema fluvial, tomando en cuenta a la vegetación andina predominante, dividida en zonas de ribera rocosa, de páramos y punas y compuesta por árboles y/o arbustos y para cuencas de la región austral del país por Acosta, et al. (2014), el cual se basa en los mismos apartados que el QBR-And y se divide en dos formaciones vegetales: bosques dominados por especies arbóreas-arbustivas QBR-B y páramos QBR-P. En base a las formaciones de estos dos índices, QBR-And de zonas compuestas por árboles y arbustos y QBR-B, se estableció la modificación del índice con la que se tranajó en este estudio.

Cabe recalcar que a pesar de estas modificaciones del índice QBR, en Ecuador no existen muchas investigaciones que determinen la calidad ecológica de la vegetación riparia, puesto que la mayoría de los estudios utilizan los factores físico-químicos y la fauna acuática como indicadores de la calidad de los sistemas fluviales. Ahora bien, en la provincia de Esmeraldas la cual es una zona de gran diversidad, no se han realizado estudios que determinen la calidad ecológica de los bosques de ribera mediante la aplicación de índices que permitan corroborar la información obtenida mediante protocolos de evaluación. Resultando de gran importancia el desarrollo de esta investigación, la cual marcará un punto de inicio de la aplicación de índices de evaluación de la calidad ecológica de bosques de ribera en la provincia de Esmeraldas.

## Planteamiento del problema

¿Cuál es la calidad ecológica del bosque de ribera de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima, pertenecientes a la provincia Esmeraldas, Ecuador?

## Justificación

Según Pringle et al. (2000) citado por (Acosta, et al., 2009, p. 36), en Latinoamérica existe una constante degradación de los ecosistemas fluviales por el incremento de la

contaminación y aprovechamiento de las aguas de los ríos y más aún en Sudamérica donde se realizan actividades mineras, una de las principales fuentes de contaminación de las cuencas del Ecuador y otros países. Los ríos del Ecuador, y de Esmeraldas en concreto como es el caso del río Teaone se ven degradados principalmente por actividades como descargas de aguas residuales, la intensiva deforestación de la vegetación riparia, la agricultura la cual provoca impactos como la desviación del cauce con fines riego, la ganadería, la destrucción de la zona riparia por la construcción de estructuras que impidan las inundaciones, entre otros (Ortiz, 2015). Al igual que los ríos Atacames, Súa y el estero Sálima los cuales se ven gravemente afectados por la descarga de aguas residuales, agroquímicos y desechos sólidos, la tala indiscriminada, deforestación, expansión de la frontera agrícola, degradación y cambio de uso agrícola (GADM Atacames, 2014; GADP-Tonsupa, 2015: GADP- Súa, 2015).

A pesar de esto, la falta de estudios en el país y, sobre todo, en Esmeraldas es relevante. No existe un análisis de la vegetación de ribera, a pesar de su gran importancia y contribución para la determinación del estado y regulación de los ecosistemas acuáticos debido a que es un factor significativo que interviene en la temperatura del agua y sirve de filtro de estos ecosistemas (Suárez, et al., 2002). Además, en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE) se han ejecutado proyectos enfocados principalmente en la investigación de organismos acuáticos y la geomorfología fluvial, mas no en la vegetación de ribera. Y considerando que este es un estudio el cual va más acorde a la carrera de Gestión Ambiental, puesto que es un punto de partida para la generación y aplicación de estrategias de conservación que regulen las actividades sobre este tipo de ecosistemas riparios y sus cuencas aledañas, con el fin de mejorar la calidad del agua de los ríos.

## Objetivos

## Objetivo General

Determinar la calidad ecológica del bosque de ribera de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima. provincia Esmeraldas, Ecuador.

## Objetivos específicos

- Caracterizar la vegetación de ribera predominante en la parte alta y baja de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima.
- Elaborar un herbario digital de vegetación riparia de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima.
- Evaluar la calidad ecológica del bosque de ribera de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima mediante la adaptación del índice QBR.

# CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

## Bases teórico-científicas

## Zona Ribereña

La zona riparia comprende la franja de transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, caracterizada por una elevada biodiversidad animal y vegetal, la cual se encuentra fuertemente influenciada por la cantidad de agua, intensidad de luz y estructura del suelo (Granados Sánchez, Hernández García y López Ríos, 2006), siendo ecosistemas que presentan mejores condiciones que los ecosistemas terrestres adyacentes, como poseer mejor calidad de suelos y ser más fértiles y productivos. Asimismo, estas importantes zonas riparias comprenden la última línea de defensa para la protección y conservación de los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua de los sistemas fluviales (Arcos, 2005). Además, son significativos corredores de biodiversidad, que favorecen el movimiento de especies entre parches de vegetación (Arcos, 2005) permitiendo la recolonización de fragmentos de hábitat en procesos de restauración y el mantenimiento de poblaciones silvestres en paisajes fragmentados (Alvarado, 2004).

El límite de las zonas ribereñas y tierras adyacentes a estas generalmente es gradual y no tiene una dimensión absoluta. Sin embargo, las zonas de ribera difieren de las zonas altas contiguas debido a que poseen suelos con elevados niveles de humedad, son susceptibles a inundaciones y contienen o albergan una combinación de biodiversidad excepcional (Klapproth y Johnson, 2009). Estas zonas de ribera se encuentran entre los ecosistemas ecológicos más complejos e importantes de la biosfera, ya que entre muchas de sus funciones mantienen la vitalidad y variabilidad paisajística y a los cuerpos de agua dentro de sus cuencas hidrográficas (Arcos, 2005). Además, según estudios las zonas de ribera permiten reducir la cantidad de sedimentos, contaminantes y nutrientes que ingresen al sistema hídrico. Empero, estas funciones pueden variar de una zona a otra, dependiendo de la hidrología, la vegetación ribereña y el suelo (Klapproth y Johnson, 2009).

## Funciones de la vegetación riparia

La vegetación riparia también conocida como vegetación o bosque de ribera, bosque ripario o bosque de galería es aquella que se encuentra en las zonas de ribera adyacentes a los sistemas fluviales, es decir aquella vegetación que crece a lo largo de ríos o cuerpos de agua.

La cual de acuerdo con Arcos (2005) presentan dos funciones dentro de las microcuencas: La primera relacionada con la función hidrológica, debido a que la vegetación en las zonas ribereñas permiten protección del cuerpo de agua, la regulación de los caudales y la estabilización de los taludes de las riberas y la segunda es la función ecológica, la cual se encuentra relacionada con los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, debido a que esta importante vegetación permite la protección y producción de biodiversidad. Entendiendo que los bosques riparios cumplen funciones tanto ambientales, como sociales y económicas (Posada y Arroyave, 2015), puesto que proporcionan innumerables beneficios para la fauna silvestre terrestre y acuática asociada y para la humanidad.

La vegetación de ribera es un área valiosa para el mantenimiento de la biodiversidad debido a que presenta funciones como: abastecedoras de alimento para la fauna asociada, reguladoras de la temperatura del agua (puesto que sirven de sombra), estabilizadoras de las orillas de las cuencas disminuyendo la erosión, mejoramiento de la calidad hídrica y conservación del suelo manteniendo su fertilidad (Sirombra y Mesa, 2010; Posada y Arroyave, 2015). También, presentan un poder tampón, es decir, poseen la capacidad de absorber, almacenar y filtrar elementos, nutrientes y contaminantes como nitrógeno y fósforo trasladados por la escorrentía, desde las zonas agrícolas hasta los sistemas fluviales (Granados Sánchez, et al., 2006). Además, el sistema radicular de esta vegetación contribuye al incremento de la rugosidad de la superficie del suelo, mejorando el proceso de infiltración (ya que disminuye la velocidad de la corriente) y reteniendo sedimentos y contaminantes (Mendoza, Quevedo, Bravo, Flores, De La Isla De Bauer, Gavi y Zamora, 2014; Klapproth y Johnson, 2009). Sin embargo, el abastecimiento de estos servicios ambientales que nos proporciona la vegetación ribereña depende tanto de la cobertura vegetal de la zona de ribera como de la anchura de la misma (Posada y Arroyave, 2015).

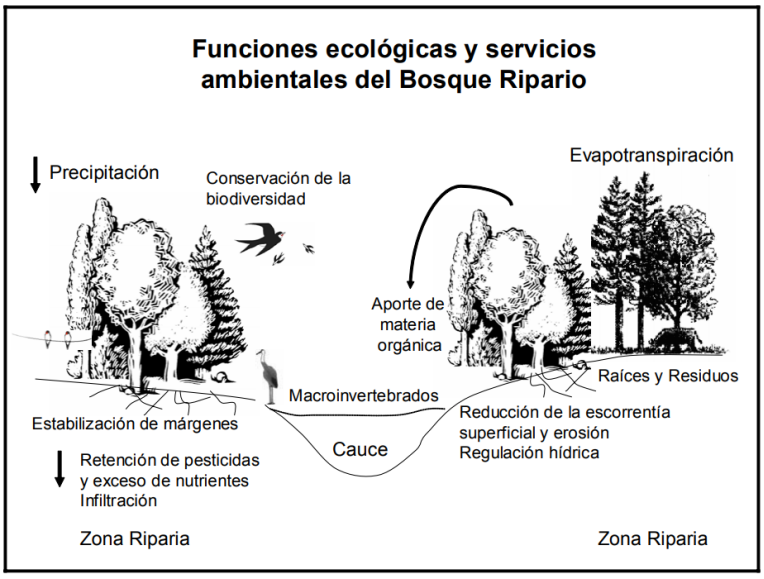



***Figura 1:*** *Diagrama de las funciones y servicios del ecosistema ripario (Arcos, 2005).*

## Importancia de los bosques riparios

Investigaciones de Rosales (2000) citado por Díaz P, Rueda, Acosta, Martínez y Castellanos, (2010, p. 2), afirman que las zonas ribereñas presentan una gran importancia al proporcionar de hábitat para una elevada variedad de organismos, sirviéndoles también como zona de conexión entre hábitats y corredores de biodiversidad. Además, de que sustentan ecosistemas mucho más diversos en estructura y producción de biomasa tanto vegetal como animal en comparación con los ecosistemas terrestres contiguos.

Otras investigaciones indican que luego de pasar por un bosque de ribera, el 80% del nitrógeno trasladado por la escorrentía, se reduce. Por tanto, se considera que los bosques ribereños permiten restaurar la calidad del agua superficial de los sistemas fluviales (Mendoza, et al., 2014). En este sentido, se considera que una franja de vegetación ribereña de 16 m de longitud, retiene el 50 % del nitrógeno y 95 % del fósforo trasladado por la escorrentía a los cursos de agua (Granados, et al., 2006). Asimismo, la materia orgánica como madera de árboles que transcurre por los cuerpos de agua, disminuye el flujo de la corriente y crea hábitats para diversas especies, los cuales llegan a convertirse en zonas de desove, guardería y refugio, permitiendo conservar y aumentar la productividad de los

sistemas fluviales. Además, los bosques ribereños contribuyen en la captura de dióxido de carbono, aportando en la reducción de los gases de efecto invernadero (Mendoza, et al., 2014).

Por tanto, si llegase a disminuirse o eliminarse este importante recurso se produciría también un desbalance en los demás grupos biológicos existentes en los ecosistemas riparios y acuáticos debido a las conexiones existentes entre estos (Guerra, 2000). Motivo por el cual, investigadores consideran que los bosques de ribera deberían ser un componente integral a tomar en cuenta en el momento de aplicar estrategias de manejo de cuencas hidrográficas (Arcos, 2005). Teniendo en cuenta que investigaciones realizadas comparando cuencas hidrográficas con vegetación riparia y sin esta, concluyeron que la vegetación ribereña es un factor muy importante para mantener la calidad del agua de las cuencas (Granados, et al., 2006).

## Consecuencias del impacto a la vegetación riparia

Las riberas son ecosistemas que siempre se han encontrado en conflicto con el hombre, debido a que en ellas se desarrollan diversas actividades con diferente nivel de impacto (Suárez, et al., 2002). En la actualidad, la mayor parte de los bosques riparios están siendo alterados por acciones que se desprenden del inadecuado manejo territorial como la fragmentación ocasionada por cambios no planificados en el uso de la tierra, la expansión de la frontera agrícola, la ganadería, la regulación del caudal, la introducción de especies exóticas, el desarrollo urbano e industrial, la extracción desmedida del caudal, el represamiento de cuerpos de agua y la descarga de aguas residuales entre otros, lo cual ha conllevado a eliminar la heterogeneidad ambiental natural de los paisajes de ribera y ha resultado en impactos significativos en los procesos ecológicos de los ecosistemas fluviales y la biodiversidad (Kutschker, Brand y Miserendino, 2009; Mendoza, et al., 2014).

Las actividades intensivas desarrolladas en zonas de ribera pueden llegar a ocasionar serias consecuencias y pérdidas en el hábitat, en la calidad de agua y alteraciones en las corrientes de los ecosistemas acuáticos involucrados (Klapproth y Johnson, 2009). Además, de que el drenaje natural se ve interrumpido a medida que los suelos ribereños se compactan, aumentan las tasas de sedimentación y radiación solar y se alteran los canales de las

corrientes (Klapproth y Johnson, 2009). A continuación, se citan las actividades más comunes y que más impactan los ecosistemas fluviales y ribereños.

- La deforestación

Al eliminarse o talarse la vegetación riparia se producen diversos mosaicos compuestos por varios fragmentos de remanentes de bosques (Arcos, 2005) y ocurre como consecuencia el incremento de la corriente, de la temperatura del agua, el volumen del caudal y la pérdida de biodiversidad, lo cual además podría generar una disminución en la concentración de oxígeno en el agua y proliferación de especies u organismos propios de aguas con temperaturas más cálidas (Guerra, 2000). Además, se impide la retención de partículas en las zonas de ribera, alterando el balance sedimentario, lo cual podría impedir la emergencia de alevines, reducir zonas de desove y el número de presas disponibles (Arcos, 2005). Se debe tener también en cuenta que todas estas consecuencias se encuentran estrechamente vinculadas y que conllevan a la aparición de consecuencias secundarias a parte de las ambientales, como son problemas de carácter social, de salud y económico (Arcos, 2005). Es decir que la deforestación y eliminación de la vegetación de zonas ribereñas es uno de los principales problemas que amenaza a los sistemas fluviales de todo el mundo ya que ocasiona en rasgos generales la degradación de las cuencas hidrográficas y disminución de la calidad del agua (Klapproth y Johnson, 2009).

- La agricultura

La actividad agrícola en la actualidad ha aumento significativamente a nivel mundial y sus impactos en zonas de ribera pueden llegar a ser mucho más drásticos. Esta actividad ha sido catalogada como una de las mayores fuentes de contaminación de cuencas hidrográficos (Ceccon, 2003).

Entre los impactos que ocasiona la agricultura se encuentran la pérdida de biodiversidad debido al reemplazo de la vegetación existente por pastos o especies de cultivo y la erosión, debido a la remoción de grandes cantidades de suelo para la implementación de cultivos. Además, de la liberación de sedimentos y grandes cantidades de contaminantes como plaguicidas, fertilizantes y demás químicos que se utilizan en las plantaciones, los cuales son arrastrados por el agua hacia las corrientes ocasionando un aumento de nutrientes como nitrógeno y fósforo principalmente. Nutrientes que pueden conllevar a la pérdida de

hábitats, reducción de la vida acuática y la alteración de la calidad física, química y biológica del agua (Arcos, 2005).

- La ganadería

Esta actividad es especialmente notable por la extensión que ocupa alrededor del mundo, principalmente en las zonas tropicales, lo cual ejerce un enorme impacto sobre los ecosistemas acuáticos (Chará, Pedraza, Giraldo y Hincapié, 2006) y puede ser perjudicial principalmente cuando el ganado tiene acceso ilimitado al cuerpo de agua, ya que genera la erosión de los bancos de arena y conlleva por ende a la disminución de la profundidad del río y su ensanchamiento. Al disminuir la profundidad del canal se genera como consecuencia el aumento de la temperatura del agua (Klapproth y Johnson, 2009). Además, incrementa la escorrentía y reduce la infiltración, ocasionando la reducción de la regulación hídrica de los sistemas fluviales (Chará, Pedraza, Giraldo y Hincapié, 2006).
De igual manera, para la vegetación ribereña esta actividad produce también alteraciones, como la compactación y erosión del suelo de la zona de ribera, destrucción de las orillas y cambio en la morfología del cuerpo de agua, llegando así a perturbar el hábitat de especies como peces e insectos acuáticos y a la calidad fisicoquímica del agua de los sistemas fluviales asociados (Chará, Pedraza, Giraldo y Hincapié, 2006; Klapproth y Johnson, 2009). Asimismo, los desechos del ganado (estiércol y orina) al ser depositados en el cauce generan la proliferación de organismos patógenos y nutrientes (Klapproth y Johnson, 2009) y aumentan los niveles de nitrógeno y fósforo en el agua (Chará, Pedraza, Giraldo y Hincapié, 2006).

- Áreas urbanas

La construcción de áreas urbanas cercanas a sistemas fluviales es una importante fuente de contaminación, puesto que generalmente se impermeabilizan los suelos impidiendo la infiltración y ocasionando que el agua de lluvia se acumule en la superficie, llevando por ende al aumento del nivel de escorrentía. Al ocurrir esto, el agua de escorrentía que ingresa a los sistemas de drenajes toma mayores velocidades y llega con mayor volumen a las cuencas hidrográficas, provocando daños en las zonas de riberas como alteración a la vegetación riparia, erosión del suelo y expansión del cauce (Ceccon, 2003; Granados, et al., 2006; Klapproth y Johnson, 2009). Las corrientes dentro de estas áreas tienden a ser más

cálidas, producto de la pérdida de la vegetación riparia y al ingreso de agua más cálida en las mismas (Klapproth y Johnson, 2009). Además, la urbanización también contribuye al aumento de contaminantes que son transportados por medio de la escorrentía a los cuerpos de agua, puesto que durante el paso de las aguas por estas áreas se van arrastrando sedimentos y demás productos, como químicos, derivados de petróleo, metales, aceites, pesticidas, virus, bacterias y otros contaminantes (Ceccon, 2003; Granados, et al., 2006; Klapproth y Johnson, 2009).

- Construcción de obras hidráulicas

Los efectos ecológicos causados por estas construcciones conllevan a la alteración del nivel del agua, su composición química y las interacciones entre los ecosistemas terrestres y acuáticos (Arcos, 2005). Este tipo de obras construidas tanto para regular el nivel del agua como para el régimen de caudales, afecta a la vegetación riparia.

## QBR

Por todos los beneficios anteriormente citados, mantener los bosques de ribera resulta un aspecto clave para recobrar la calidad de los ecosistemas acuáticos. La determinación de la calidad ecológica de los ecosistemas ribereños requiere aproximaciones integrales. Actualmente, existen diversos métodos que permiten evaluar de forma rápida y sencilla las zonas riparias (Kutschker, Brand y Miserendino, 2009).

Uno de los métodos más difundidos y utilizados para la evaluación de la calidad de la vegetación ribereña es el Índice de Calidad Ecológica de Bosques de Ribera (QBR: Qualitat del Bosc de Ribera) desarrollado por Munné et al. (1998) para ríos mediterráneos de España. Basado en aspectos vinculados a la estructuración y calidad de las riberas, proporciona la ventaja de ser un índice de fácil y rápida aplicación, que contribuye a las métricas que se deben aplicar para evaluar los principales componentes que forman el ecosistema acuático (Rodríguez Téllez, et al., 2016). Además, se puede usar en conjunto con otros indicadores para determinar el estado ecológico de sistemas fluviales (Fernández, s.f.; Kutschker, Brand y Miserendino, 2009).

El objetivo del QBR es facilitar y simplificar investigaciones que resultan costosas y complejas puesto que conllevan a incrementar el número de variables para la medición de

biodiversidad y calidad (Fernández, s.f.). Los aspectos principales que evalúa este índice son (Munné, Solá y Prat, 1998; Munné, et al., 2003):

1. Grado de cobertura de la zona de ribera (porcentaje de la zona recubierta de vegetación). Considerando que a medida que disminuye la vegetación de ribera nativa y se pierde la conectividad con los ecosistemas terrestres contiguos, disminuye la calidad del ecosistema ribereño (Posada y Arroyave, 2015).
2. Estructura de la cubierta vegetal ribereña (porcentaje de la vegetación constituida por árboles o arbustos). Evaluado mediante el análisis de similitud entre la cubierta vegetal riparia presente y la que debería encontrarse de manera natural en la ribera (Posada y Arroyave, 2015), ya que lo que se procura con este apartado es evaluar la complejidad de la cobertura vegetal que puede ser causa de una mayor biodiversidad tanto vegetal como animal en la zona ribereña (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).
3. Calidad de la cubierta vegetal riparia (porcentaje de la vegetación autóctona). Haciendo referencia a la naturalidad y complejidad de la vegetación existente, puesto que la primera se relaciona con la vegetación nativa que debería estar presente en una zona de ribera sin perturbaciones y la segunda es la inclusión de aspectos como la continuidad de la vegetación natural a lo largo del cauce, la disposición en galerías, o la presencia de diferentes comunidades arbóreas y arbustivas (Posada y Arroyave, 2015) y el tipo geomorfológico de la zona (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).
4. Grado de naturalidad del sistema fluvial (modificaciones sobre el cauce). Puntuándose el grado de alteración tanto de las zonas de ribera como de las modificaciones realizadas en el lecho de la corriente (Posada y Arroyave, 2015).

El QBR es un índice mediante el cual se han obtenido buenos resultados en diversas investigaciones. Sin embargo, para su aplicación en diferentes lugares, se requieren ciertas modificaciones acordes a las características del sitio de estudio. Las modificaciones primordiales que se realizan a este índice son las relacionadas con los apartados 2 y 3, debido a que de acuerdo con las zonas donde se vayan a desarrollar los estudios resulta necesario la inclusión del estado de conservación de la cubierta vegetal, su diversidad y

comunidades del sotobosque o arbustivas. En menor medida se hacen cambios en el apartado 4 en base a alteraciones en un solo margen del cauce (Posada y Arroyave, 2015).

## Herbario Digital

El herbario es una de las herramientas más relevante para el estudio de la vegetación de un determinado lugar, ya que en él se recogen todos los datos de la misma y se ordenan según su clasificación taxonómica facilitando estudios científicos y permitiendo el reconocimiento de la diversidad florística de un sitio (Cerón, 2015). Por tanto, en este estudio se planteó la realización de un herbario digital, el cual consiste en la toma de fotografías de la vegetación presente en la ribera, una breve descripción de esta y su clasificación taxonómica, con el fin de proporcionar información sobre las especies ribereñas de Esmeraldas que puedan facilitar la ejecución de otras investigaciones en este sentido.

## Antecedentes

## Caracterización de bosques riparios

En Ecuador, no se han realizado estudios de caracterización de vegetación riparia de ríos costeros. Sin embargo, el estudio y caracterización de bosques ribereños ha sido realizado en diferentes países como Colombia por Cabrera-Amaya y Rivera-Díaz (2016) y Stevenson (2010), y en Venezuela por Díaz y Rosales (2006), Alvarado (2008), Díaz, Rueda, Acosta, Martínez y Castellanos (2010) y Alvarado (2004). Además, en Perú se han estudiado los bosques tropicales estacionalmente secos por Linares-Palomino (2006) y en Puerto Rico se han realizado estudios de vegetación de riberas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2016), donde se encontró una distribución combinada por especies nativas e introducidas considerada como característica de bosques secundarios de zonas subtropicales húmedas y muy húmedas.

Por otro lado, en Ecuador existe información acerca de la vegetación existente en los diferentes ecosistemas, como estudios de MAE (2013) donde se describe para cada

ecosistema su vegetación predominante, de Cerón (2015) quien determinó las formaciones vegetales del país y de Muriel (2008) quien describió la diversidad de ecosistemas del Ecuador y también se estudiaron los bosques secos en el país y su diversidad por Aguirre, Kvist y Sánchez (2006), describiendo que en la actualidad el bosque seco semideciduo ha sido gravemente alterado.

## QBR

El índice QBR ha sido ampliamente utilizado y aplicado con éxito en diversos ríos españoles (Suárez y Vidal-Abarca, 2000; Suárez, et al., 2002); mexicanos (Rodríguez Téllez, et al., 2012; 2016); venezolanos (García, et al., 2016); argentinos (Gualdoni, Duarte y Medeot, 2011); chilenos (Palma, Figueroa y Ruiz, 2009; Fernández, Rau y Arriagada, 2009; Carrasco, et al., 2014), entre otros.

Aunque, varios estudios también han demostrado la necesidad de realizar ciertas modificaciones al QBR para que pueda ser útil en otras zonas geográficas (Palma, Figueroa y Ruiz, 2009). Una de las modificaciones al índice fue realizada por Acosta, et al. (2009) para ríos altoandinos de Ecuador y Perú donde el principal cambio realizado fue en el apartado de la calidad de la cubierta vegetal, considerándose sólo el porcentaje de especies autóctonas e introducidas de la zona de ribera, independientemente del tipo geomorfológico. Esta modificación del índice ha sido aplicada en diversos ríos, tanto de Ecuador por De la Paz (2012), de Perú por Gamarra Torres, et al. (2014), un estudio en ríos de ambos países por Villamarín, et al. (2014) y en Venezuela por García Silva, et al. (2016).

Otras de las modificaciones al índice fueron realizadas por Kutschker, Brand y Miserendino (2009) para ríos andino-patagónicos de Argentina, por Sirombra y Mesa (2012) para ríos andinos subtropicales de Argentina, por Acosta, et al. (2014) para cuencas de la región austral del Ecuador, elaborada de acuerdo a la complejidad de la estructura de la vegetación, creándose el QBR-P para ecosistemas de páramos y QBR-B para zonas de ribera de bosques donde se incluyen al índice algunas de las actividades antrópicas que se desarrollan en estos ríos, alterando las riberas, y por Posada y Arroyave (2015) en Colombia de acuerdo a las condiciones de un río interandino tropical donde las reformas

que se hicieron fueron la consideración de que lo mejor es encontrar mayor vegetación de bosques secundarios y en menor cantidad de rastrojos altos, además de rastrojos bajos y guadua, independiente de la geomorfología de la zona.

## Marco Legal

Este estudio sobre la calidad ecológica de los bosques de ribera en el Ecuador, encuentra como bases legales principalmente la Constitución Política de la República del Ecuador, (2008) en su **Art. 3** donde se considera como principio fundamental la protección ambiental y el patrimonio natural y cultural del Estado; **Art. 14** donde "*se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay*"; **Art. 264**, donde se establecen las competencias excepcionales de los gobiernos municipales los cuales deben encargarse de la delimitación, preservación, regulación y control del uso de las riberas; **Art. 395** donde se instaura el principio In dubio pro natura, el cual establece que "*En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza*"; **Art. 396** acerca de los principios de prevención (en caso de certeza) y precaución (en caso de incertidumbre) de daños ambientales, donde se establece que el Estado será el encargado de aplicar medidas eficaces y oportunas que eviten cualquier impacto negativo sobre el ambiente; **Art. 406** donde se dictamina que "*el Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados, incluidos los bosques tropicales secos y húmedos, entre otros*"; y en su **Art. 414**, donde se acuerda que "*el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático mediante la limitación de la deforestación; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo*".

Además, de enmarcarse bajo los lineamientos de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (Codificación 17, Registro Oficial Suplemento 418, 2004) en su **Art. 1** donde se reconoce como patrimonio forestal del Estado los bosques naturales, la flora y fauna silvestres, entre otros; **Art. 6** donde "se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre.

Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial.

Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.

Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente.

Hallarse en áreas de investigación hidrológico – forestal.

Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional.

Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público".

Y en su Art. 7 donde se acuerda que "*el Ministerio del Ambiente será el encargado de determinar, las áreas de bosques y vegetación protectores y dictar las normas para su ordenamiento y manejo*".

# CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

## Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima pertenecientes a la provincia Esmeraldas (Figura 2).

El río Teaone es el principal Río afluente del Esmeraldas, cuya longitud es de 30 km aproximadamente desde su origen hasta su desembocadura, extensión de 504,89 km², amplitud media de 38 ±10 metros, y caudal de 7 m³/s aproximadamente (Guijarro, 2015). Su cuenca se encuentra ubicado en el cantón y provincia de Esmeraldas, abarcando las parroquias:

**Crnel. CarlosConcha Torres**

Situada al sureste del cantón Esmeraldas en la parte alta del Río Teaone a una distancia aproximada de 32 Km del centro de la ciudad de Esmeraldas, con una extensión de 286,74 $Km^2$, ubicada entre los 90-800 msnm. Comprendida dentro de la franja de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Mache-Chindul (Figura 3), la cual conserva uno de los últimos remanentes de bosque húmedo y seco tropical del país, considerada como zona hotspot. Su principal actividad es la agricultura (cacao, tagua, maíz, yuca, plátano, guineo, entre otras), además de la explotación descontrolada de madera y de menor influencia la producción ganadera, avícola y pesca. Esta parroquia no cuenta con sistema de alcantarillado siendo el principal problema para la captación de agua para consumo humano (GADP- Crnel. Carlos Concha Torres, 2015).

**Tabiazo**

Ubicada en el cantón Esmeraldas en la zona media de la cuenca del Río Teaone, situado entre los 365 msnm, posee una extensión de 138,37 $Km^2$. Al encontrarse circundante a la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Mache-Chindul, posee Bosques Protectores que tienen una prioridad de conservación alta (Figura 3), puesto que al ser una zona poblada están siendo perturbados. Su principal actividad es la producción agrícola tanto de cultivos permanentes (cacao, plátano, banano, naranja, mandarina, limón criollo, entre otros) y de ciclo corto (maíz, yuca, pimiento, tomate, sandía, melón, maracuyá,

frejoles, etc), además de la ganadería. El 21% de las viviendas recibe agua potable y el 79% restante utilizan agua de los ríos, de lluvia, pozos, etc., para su consumo y el sistema de alcantarillado sólo beneficia al 14% de la población de la parroquia (GADP- Tabiazo, 2015).

**Vuelta Larga**

Ubicada en la parte baja del Río Teaone cerca de la zona urbana del cantón a una altura de 100-150 msnm, posee una superficie de 77.220 $Km^2$, sólo el 39% de la población cuenta con agua potable y el 2,76% con sistema de alcantarillado (GADP- Vuelta Larga, 2015).
Considerada como zona residencial-comercial, en la cual, al no existir un sistema de tratamiento de aguas residuales, las aguas provenientes de actividades domésticas son vertidas directamente al río (Ortiz, 2015).

El río Atacames se encuentra ubicado en el cantón Atacames, posee una longitud de 41 Km y presenta un nivel de afectación alto debido a la contaminación por aguas residuales, agroquímicos y desechos sólidos, al igual que la flora a causa de la tala indiscriminada, deforestación, degradación y cambio de uso agrícola, encontrándose en una alta prioridad de conservación (GADM Atacames, 2014).

El río Súa se encuentra ubicado en la parroquia Súa entre los 20-240 msnm, a 5 Km en dirección sur del cantón Atacames y 35 Km de la ciudad de Esmeraldas, posee una extensión de 28,28 Km, una longitud de 28205,85 m y constituye el 45,38 % de la red hídrica de la parroquia, cuyas aguas desembocan en el océano pacífico. Este río se ve gravemente afectado por las descargas de aguas residuales debido a que la parroquia no cuenta con sistema de alcantarillado y a la contaminación por desechos orgánicos, sólidos y pesticidas. De igual manera, la flora se encuentra afectada por la deforestación y creación de monocultivos de especies introducidas como teca, eucalipto y palma africana (GADP-Súa, 2015).

El estero Sálima se encuentra ubicado en la parroquia Tonsupa dentro del sistema hidrográfico del río Atacames, cantón Atacames. En esta parroquia los bosques protectores

poseen un nivel de afectación alto (Figura 3) debido principalmente a la tala e incremento de la frontera agrícola, al igual que los esteros se ven afectados por la descarga de aguas residuales (GADP- Tonsupa, 2015).

## Ecosistemas

De acuerdo al sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental realizada por el MAE (2013), la provincia de Esmeraldas corresponde a la provincia Chocó y el área de este estudio se encuentra comprendida por los ecosistemas (Figura 2):

- Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo (BmTc01)
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial (BsTc01)
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial (BeTc01)
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Chocó (BePc01)
- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Costera del Chocó (BsBc01)
- Manglar del Chocó Ecuatorial (BsTc04)

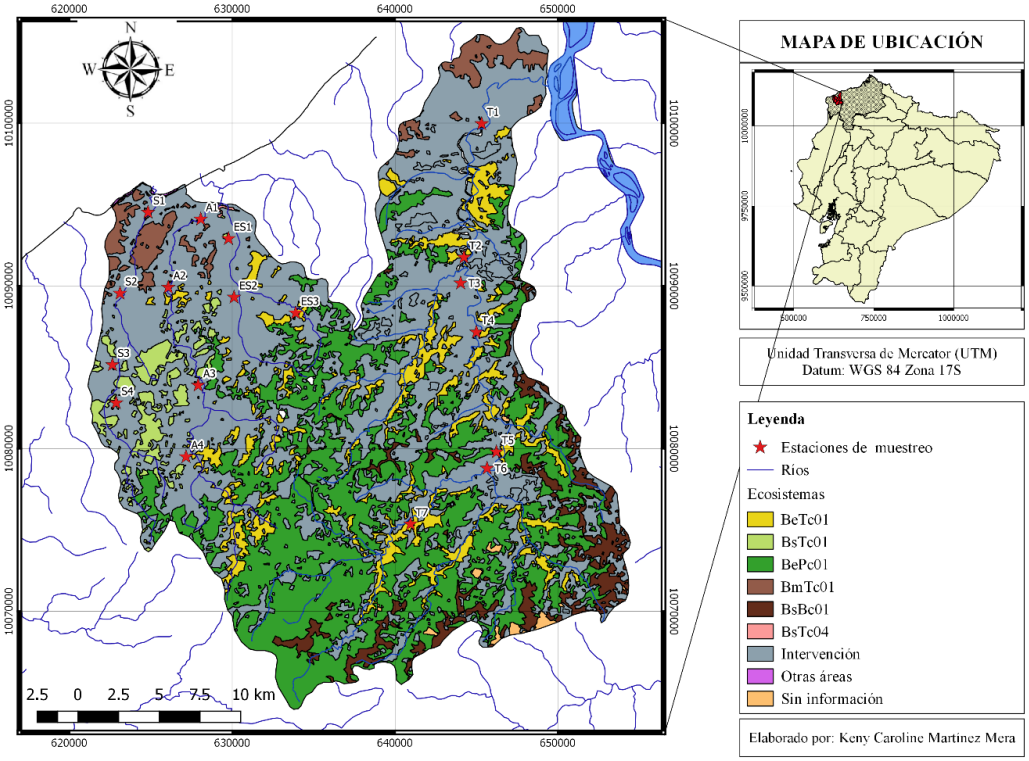



***Figura 2:*** *Ecosistemas de la zona de estudio, Esmeraldas, Ecu*

*ador (MAE, 2013).*

## Cobertura Vegetal

Según datos obtenidos del Sistema Nacional de Información (2014), el área de estudio se encuentra circundante a la Reserva Ecológica Mache-Chindul y posee una cobertura vegetal principalmente comprendida por pasto bosque, pasto cultivado y bosque húmedo. Además, en esta zona se encuentran bosques protectores, cercanos a los puntos de muestreo 3 y 4 del río Atacames, 2 y 3 del río Teaone y a las tres estaciones de muestreo del Estero Sálima (Figura 3).

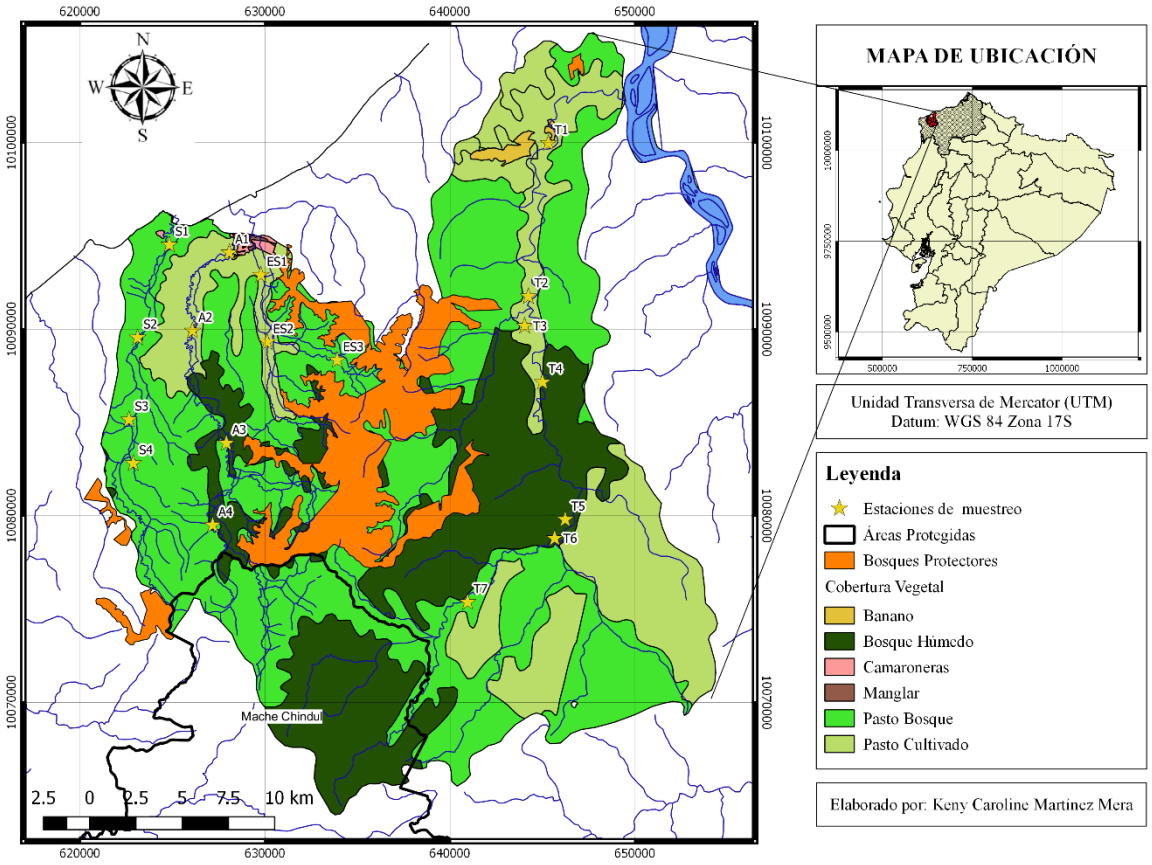



***Figura 3:*** *Cobertura vegetal de la zona de estudio, Esmeraldas, Ecuador, realizado en el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.1 (QGIS Development Group, 2016).*

## Estaciones de muestreo

A lo largo del cauce de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima se seleccionaron con la ayuda de un GPS Etrex Garmin y el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.1 (QGIS Development Group, 2016), los puntos de muestreo correspondientes (Tabla 1 y Figura 4) teniendo en cuenta la longitud de cada uno. En el río Teaone se establecieron 7 puntos de muestreo, el séptimo punto ubicado en la parte alta de la cuenca tomado como punto control por su cercanía a la REMACH y los demás puntos se establecieron en base al criterio de influencia de la actividad humana en la calidad de la vegetación de ribera de las parroquias consideradas parte de la cuenca. En los ríos Atacames y Súa se establecieron 4 puntos de muestreo respectivamente y en el estero Sálima se determinaron 3 puntos de muestreo.

**Tabla 1**

*Coordenadas de los puntos de muestreo.*

| Puntos de muestreo | X | Y | Descripción |
|---|---|---|---|
| Río Teaone | | | |
| T1 | 0645319 | 0099967 | Vuelta Larga |
| T2 | 0644232 | 0091756 | Tabiazo después |
| T3 | 0644029 | 0090173 | Tabiazo antes |
| T4 | 0644997 | 0087157 | Puente |
| T5 | 0646224 | 0079796 | Carlos Concha después |
| T6 | 0645653 | 0078790 | Carlos Concha antes |
| T7 | 0640947 | 0075365 | Control |
| Río Atacames | | | |
| A1 | 0628062 | 0094102 | |
| A2 | 0626070 | 0089912 | |
| A3 | 0627902 | 0083893 | |
| A4 | 0627160 | 0079498 | |
| Río Súa | | | |
| S1 | 0624824 | 0094522 | |
| S2 | 0623103 | 0089544 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| S3 | 0622639 | 0085150 | |
| S4 | 0622870 | 0082809 | |
| Estero Sálima | | | |
| ES1 | 0629770 | 0092905 | Puente Las Mareas |
| ES2 | 0630108 | 0089303 | Puente de Sálima |
| ES3 | 0633894 | 0088336 | Chapil |

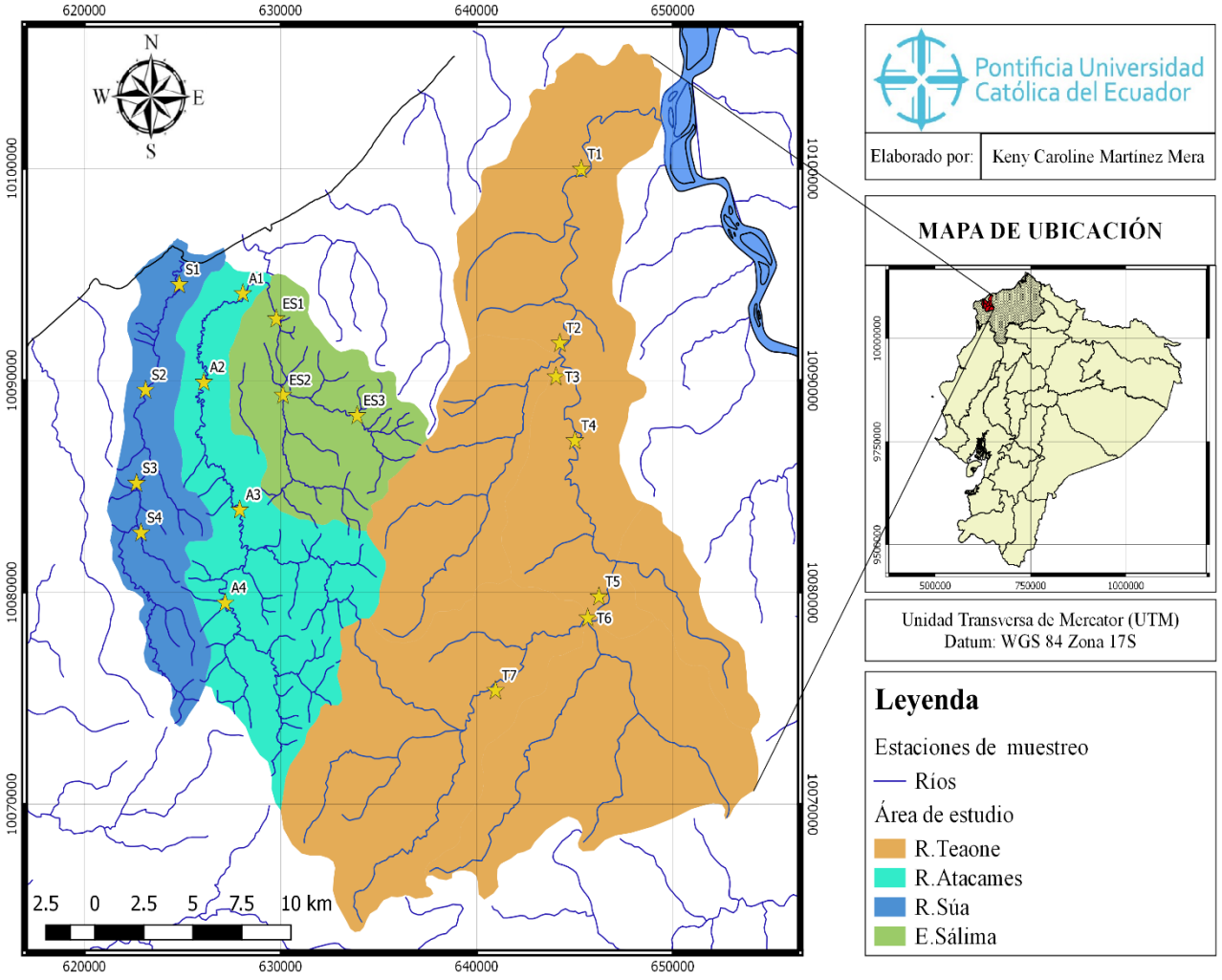



***Figura 4:*** *Zona de estudio, Esmeraldas, Ecuador, realizado en el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.1 (QGIS Development Group, 2016).*

## Caracterización de vegetación riparia

Las salidas de campo para la caracterización de la vegetación riparia se realizaron entre septiembre y octubre de 2017 y se llevaron a cabo en dos puntos de muestreo de cada río, uno en la parte alta y otro en la parte baja, abarcando el tramo de estudio necesario (100 metros lineales al cauce) para la valoración del índice.

En cada punto de muestreo se determinaron las comunidades vegetales predominantes (Villarreal, y otros, 2004) y se utilizó el método de cuadrantes (Mostacedo y Fredericksen, 2000) de 2 x 2 m para la vegetación herbácea y arbustiva, y de 7 x 12 m para la vegetación arbórea, los cuales fueron colocados paralelos al cauce. La cantidad de cuadrantes colocados estuvo condicionada por la presencia de vegetación.

La recolección de especies para el herbario digital se realizó siguiendo las normas propuestas por Cerón (2015), eligiendo aquellas plantas que se encuentren en buenas condiciones, tomando en cuenta todas las partes de la misma: raíz, tallo, hojas y flor o fruto en caso de tratarse de plantas fértiles. Se colectaron especímenes de cada especie, los cuales primero fueron fotografiados para el herbario digital y posteriormente se prensaron para su secado e identificación. Las muestras colectadas se colocaron en fundas de plástico y etiquetaron con cinta masking anotándose en una ficha la siguiente descripción: nombre del río, estación de muestreo correspondiente, número de especie recolectada y margen del río. En un cuaderno de campo se levantó información sobre características de las especies determinadas durante la recolección, su respectiva etiqueta, nombre común, forma del tallo, flores o frutos, olor, coloración, presencia de fluidos, entre otras que se establezcan, a fin de facilitar su identificación.

Luego del muestreo, los especímenes recolectados fueron colocados en papel periódico (marcados con la etiqueta correspondiente) y prensados entre dos tablas de plywood de 40 x 30 cm, amarradas fuertemente con una cuerda y se le colocaron fuertes pesos encima. Para cada punto de muestreo se obtuvo un paquete de plantas prensadas. Una vez secas todas las plantas, se realizó su identificación mediante libros de Cerón (2015), Oleas *et. al* (2016) y Palacios (2011). Para la realización del herbario digital se tomaron fotografías de las especies colectadas, sobre un tablero de dibujo A3, a cada especie se adicionó su respectiva

clasificación taxonómica y breve descripción y se presentó en formato digital como anexo de este proyecto de investigación.

## Adaptación del Índice QBR

El QBR para la zona de estudio fue modificado de acuerdo a las formaciones vegetales del QBR-And para zonas riparias compuestas por árboles y arbustos de gran variabilidad (Acosta, et al., 2009) y QBR-B (Acosta, et al., 2014).

Por tanto, el índice adaptado para esta investigación (Anexo 1) se basa en cuatro apartados de igual manera que en el QBR-And (Acosta, et al., 2009) y QBR-B (Acosta, et al., 2014), siendo estos:

1. Grado de cobertura de la zona de ribera (porcentaje de la zona recubierta de vegetación), en el cual no se realizaron modificaciones manteniendo los aspectos establecidos por (Acosta, et al., 2009; 2014).
2. Estructura de la cubierta vegetal ribereña (porcentaje de la vegetación constituida por árboles o arbustos). En este apartado se mantuvieron los aspectos considerados por (Acosta, et al., 2014), modificando únicamente la forma de evaluar, considerando como un todo ambos lados de las riberas.
3. Calidad de la cubierta vegetal riparia (porcentaje de la vegetación autóctona). Aquí se mantuvieron los aspectos considerados por (Acosta, et al., 2009) y se adicionaron aspectos como la presencia de cultivos, pastizales o actividad ganadera en la zona de ribera, presencia de construcciones en la zona de ribera como casas, industrias, etc. y otras actividades que modifiquen las riberas tales como camaroneras, entre otras, considerados por (Acosta, et al., 2014).
4. Grado de naturalidad del sistema fluvial (modificaciones sobre el cauce). En este apartado se mantuvieron los aspectos considerados por (Acosta, et al., 2009) y se adicionaron aspectos considerados por (Acosta, et al., 2014) como la presencia de lavanderías informales de ropa.

Siendo estas modificaciones consideradas de acuerdo a las actividades que se desarrollan en el área de estudio.

## Valoración del Índice QBR

Las salidas de campo para la valoración del índice se realizaron entre noviembre y diciembre de 2017, luego de la identificación de las especies riparias existentes en cada río.

La valoración de la vegetación de ribera se llevó a cabo mediante el estudio de un máximo de 100 metros lineales en cada punto de muestreo, considerando ambos lados del río según lo especificado por Acosta, et al. (2009), quienes mencionan que el tramo de estudio puede ser de menor extensión en ríos de menor tamaño o en aquellos que presenten condiciones de cambios que alteren bruscamente sus características.

Además, cada tramo de estudio abarcó el total del ancho del bosque ripario (Figura 4), diferenciándose e identificándose el canal bajo, orilla y ribera del río y facilitándose su determinación mediante los siguientes indicadores (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.):

- Para determinar el límite de la orilla y comienzo de la ribera, se deberá identificar el talud y especies vegetales existentes que generalmente son especies del tamaño de arbustos adaptados a inundaciones en la orilla, cuyo cambio por especies más rígidas indica el comienzo de la ribera.
- Para el límite exterior de la ribera, se deberá determinar la composición de la vegetación mediante el cambio de especies de ribera por especies de ecosistemas adyacentes, la presencia manchas residuales de vegetación riparia y el cambio en la pendiente (aumento).

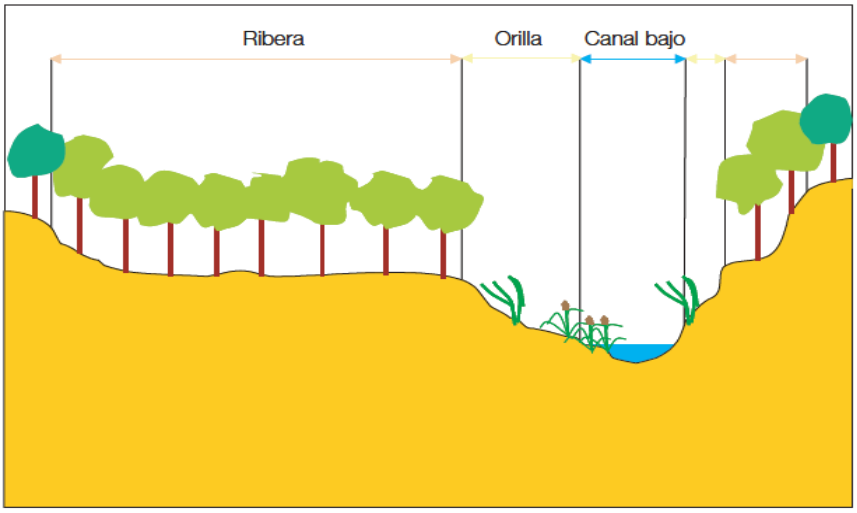


***Figura 5:*** *Área de aplicación del Índice QBR (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.)*

El índice de Calidad de Bosques de ribera QBR valora de 0-25 puntos, cada uno de los siguientes aspectos como: grado de cobertura y naturalidad de la cuenca, estructura y calidad de la vegetación. Teniendo en cuenta las características de ribera y de las especies que la conforman, así como de otros factores que decrecen o aumentan dicha puntuación (Acosta, et al., 2009; 2014) (Anexo 1).

Cada aspecto de análisis no debe obtener puntajes menores a cero o mayores a 25 puntos, empezándose la evaluación de cada apartado leyendo de arriba hacia abajo cada una de las especificaciones y escogiendo la más acorde a la realidad de la ribera. Siendo el puntaje final del apartado reformado por las características descritas bajo cada uno, sumando o restando el número de veces que se cumplan las condiciones especificadas, sin embargo, si esta puntuación al final es negativa se deberá redondear a cero y si es mayor a 25 se redondeará a este valor (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).

El cálculo de este índice se realizó mediante la suma de los puntajes conseguidos en cada uno de los apartados, obteniéndose valores que van de 0-100 puntos (Figura 6) a fin de determinar el nivel de calidad ecológica de la vegetación de ribera en cada punto de muestreo.

| Nivel de calidad | | Valor índice QBR | Coloración DMA 2000/60/CE |
|---|---|---|---|
| Muy bueno | *Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural* | ⩾ 95 | Azul |
| Bueno | *Bosque ligeramente perturbado* | 75-90 | Verde |
| Moderado | *Inicio de alteración importante* | 55-70 | Amarillo |
| Deficiente | *Alteración fuerte* | 30-50 | Naranja |
| Malo | *Degradación extrema* | ⩽ 25 | Rojo |

***Figura 6:*** *Niveles de calidad de la vegetación de ribera según el Índice QBR (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).*

## Grado de cobertura vegetal.

Para la determinación del grado de la cubierta vegetal, en cada punto de muestreo se contabilizaron las superficies con vegetación tomando en cuenta ambos lados del río y sin considerar las plantas de crecimiento anual.
Posteriormente se calculó el porcentaje total de cobertura de la vegetación riparia, el cual fue la suma de las superficies contabilizadas en cada punto, respecto a la superficie total de las riberas (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).

## Estructura de la cubierta.

Para evaluar la estructura de la calidad de ribera se determinó el porcentaje de recubrimiento por árboles y arbustos, únicamente sobre las superficies con cobertura vegetal identificadas en el primer apartado, correspondiente al grado de cobertura, teniendo en cuenta que el porcentaje de cubierta vegetal puede superar al 100% puesto que los estratos de vegetación arbórea y arbustiva pueden sobreponerse (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).

## Calidad de la cubierta vegetal.

La calidad de la cubierta vegetal se evaluó mediante el cálculo del porcentaje de cobertura vegetal correspondiente a especies autóctonas e introducidas, es decir, determinando qué porcentaje de la cubierta vegetal (100% de la vegetación existente) de la ribera corresponde a especies autóctonas y a especies introducidas (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.). La vegetación riparia de cada río fue estudiada previo a la salida de valoración del índice.

## Grado de naturalidad del cauce

El grado de naturalidad del cauce se valoró mediante la observación de modificaciones del cauce, como modificación de terrazas adyacentes al cauce, estructuras sólidas como muros o represas que interrumpan el flujo normal del río, etc. Sin tomar en cuenta los puentes o

pasos utilizados para acceder a los puntos de muestreo (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.).

# CAPITULO III: RESULTADOS

## Caracterización de la vegetación riparia

Se colectaron 317 especímenes, de los cuales se identificaron un total de 80 especies de vegetación riparia predominante en la parte alta y baja de los ríos de estudio, distribuidas en 3 clases, 48 familias y 75 géneros (Tabla 3), incluyendo las diferentes formas de vida sobresalientes presentes (árboles, arbustos y plantas herbáceas).

En el herbario de vegetación riparia (Anexo 2), se encuentran las 80 especies identificadas con su respectiva clasificación taxonómica, descripción, hábitat y distribución.

La clase Magnoliopsida fue la más abundante representando un 65,81% de las especies identificadas, mientras que Polypodiales sólo representó un 3,4% (Figura 7).

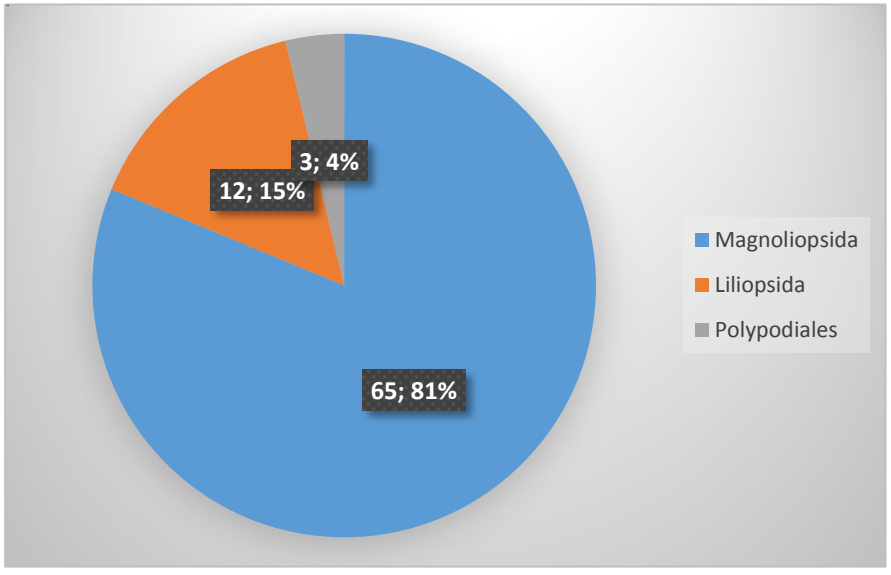



***Figura 7:*** *Porcentaje de especies por clase botánica obtenidas en los ríos de estudio: Teaone, Súa, Atacames, Sálima..*

Las familias con más de 2 especies identificadas fueron Amaranthaceae (3), Asteraceae (5), Boraginaceae (3), Convolvulaceae (6), Fabaceae (4), Mimosaceae (3) y Moraceae (3). Sin embargo, las familias con especies más abundantes presentes en todos los ríos de estudio fueron Apocynaceae, Flacourtiaceae, Piperaceae, Musaceae y Poaceae. Siendo estas especies *Asclepias curassavica* L., *Muntingia calabura* L., *Piper umbellatum* L., *Musa paradisiaca* L. y *Panicum máximum* Jacq. (Tabla 3). Si se considera a Leguminosae como una sola familia, se determina que es la de mayor riqueza encontrada en la zona de estudio, con 7 especies identificadas.

Las formas de vida de acuerdo al tamaño de las especies identificadas en las zonas altas y bajas de los ríos de estudio, se dividieron en árboles, arbustos y plantas herbáceas, encontrando en mayor proporción plantas herbáceas con un 71,25% del total de especies identificadas y en menor porcentaje a los arbustos con un 7,50% (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Formas de vida identificadas en la caracterización de vegetación riparia en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima.*

| Formas de vida | Especie | Porcentaje |
|---|---|---|
| Árboles | 17 | 21,25 |
| Arbustos | 6 | 7,50 |
| Herbáceas | 57 | 71,25 |
| **Total** | 80 | 100,00 |

**Tabla 3**

*Clasificación de la vegetación riparia identificada en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima, con su respectiva forma de vida y origen.*

| Clase | Familia | Género | Especie | Río | | | | Forma de vida | Origen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Teaone | Atacames | Súa | Sálima | | |
| **Magnoliopsida** | Acanthaceae | *Ruellia* | *Ruellia coerulea* | | | X | | H | NA |
| | Aizoaceae | *Trianthema* | *Trianthema portulacastrum* | X | | | | H | NA |
| | Amaranthaceae | *Achyranthes* | *Achyranthes aspera* | | | | X | H | NA |
| | | *Amarantus* | *Amarantus dubius* | X | | | | H | NA, NZR |
| | | | *Amarantus hybridus* | | | X | | H | NA |
| | Amaryllidaceae | *Crinum* | *Crinum americanum* | | | | X | H | IP, NZR |
| | Anacardiaceae | *Mangifera* | *Mangifera indica* | | X | X | X | A | IP, IZR |
| | | *Spondias* | *Spondias purpurea* | | | X | X | A | IP, IZR |
| | Apocynaceae | *Asclepias* | *Asclepias curassavica* | X | X | X | X | H | NA, NZR |
| | Asteraceae | *Eclipta* | *Eclipta prostrata* | | | X | | H | NA, NZR |
| | | *Parthenium* | *Parthenium hysterophorus* | X | | X | X | H | NA |
| | | *Sphagneticola* | *Sphagneticola trilobata* | X | | | | H | NA |
| | | *Tagetes* | *Tagetes erecta* | X | | | | H | NA |
| | | *Tilesia* | *Tilesia baccata* | X | | | | H | NA |
| | Bignoniaceae | *Tecoma* | *Tecoma castanifolia* | | | | X | a | NA |
| | Boraginaceae | *Cordia* | *Cordia alliodora* | | | X | X | A | NA |
| | | | *Cordia lutea* | | X | X | | a | NA |
| | | *Heliotropium* | *Heliotropium angiospermum* | | | | X | H | NA |
| | Campanulaceae | *Hippobroma* | *Hippobroma longiflora* | | X | X | X | H | IP, NZR |
| | Celastraceae | *Hippocratea* | *Hippocratea volubilis* | X | | | X | H | NA |
| | Commelinaceae | *Commelina* | *Commelina diffusa* | X | | | | H | NA |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Convolvulaceae | *Convolvulus* | *Convolvulus siculus* | X | | | | H | IP, NZR |
| | *Dichondra* | *Dichondra micrantha* | X | | | | H | NA, NZR |
| | *Ipomoea* | *Ipomoea batatas* | X | | | | H | NA |
| | | *Ipomoea ochracea* | X | | | | H | IP, NZR |
| | *Merremia* | *Merremia macrocalyx* | X | | | | H | NA |
| | *Turbina* | *Turbina abutiloides* | | X | | X | H | NA |
| Cucurbitaceae | *Momordica* | *Momordica charantia* | X | | X | X | H | IP, NZR |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia* | *Euphorbia cyathophora* | X | | | | H | NA |
| | *Ricinus* | *Ricinus communis* | X | | X | X | a | IP, NZR |
| Fabaceae | *Centrosema* | *Centrosema molle* | | X | | | H | NA |
| | *Inga* | *Inga edulis* | | X | X | | A | NA, NZR |
| | *Phaseolus* | *Phaseolus vulgaris* | X | X | X | | H | NA |
| | *Zygia* | *Zygia longifolia* | X | X | X | | A | NA, NZR |
| Flacourtiaceae | *Muntingia* | *Muntingia calabura* | X | X | X | X | A | NA |
| Lamiaceae | *Hyptis* | *Hyptis capitata* | X | X | X | | H | NA |
| | *Ocimum* | *Ocimum basilicum* | | | | X | H | IP, IZR |
| Lauraceae | *Persea* | *Persea americana* | X | X | | X | A | NA, IZR |
| Malpighiaceae | *Hiraea* | *Hiraea sp* | | | X | | H | NA |
| Malvaceae | *Malvastrum* | *Malvastrum coromandelianum* | | | | X | H | NA |
| | *Theobroma* | *Theobroma cacao* | | X | X | X | A | NA, IZR |
| Mimosaceae | *Albizia* | *Albizia multiflora* | | X | | | A | NA, IZR |
| | *Mimosa* | *Mimosa pigra* | X | X | | X | a | NA |
| | *Pseudosamanea* | *Pseudosamanea guachapele* | X | | | | A | NA, NZR |
| Moraceae | *Artocarpus* | *Artocarpus altilis* | X | | X | | A | IP, IZR |
| | *Maclura* | *Maclura tinctoria* | X | | X | | A | NA |
| | *Morus* | *Morus alba* | | X | | | A | IP, IZR |
| Myrtaceae | *Psidium* | *Psidium guajava* | | | | X | A | NA, IZR |
| Onagraceae | *Ludwigia* | *Ludwigia peploides* | X | | | | H | NA |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Passifloraceae | *Passiflora* | *Passiflora edulis* | | X | | | H | NA, IZR |
| | Petiveriaceae | *Petiveria* | *Petiveria alliacea* | | | X | | H | NA |
| | Piperaceae | *Peperomia* | *Peperomia pellucida* | | | | X | H | NA |
| | | *Piper* | *Piper umbellatum* | X | X | X | X | H | NA, NZR |
| | Plantaginaceae | *Scoparia* | *Scoparia dulcis* | X | | | X | H | NA |
| | Polygonaceae | *Polygonum* | *Polygonum acuminatum* | X | | | | H | NA |
| | Rubiaceae | *Geophila* | *Geophila macropoda* | | | X | | H | NA |
| | | *Mitracarpus* | *Mitracarpus hirtus* | X | | | | H | NA |
| | Rutaceae | *Citrus* | *Citrus limon* | | | X | | A | IP, IZR |
| | | | *Citrus paradisi* | | X | X | | A | IP, IZR |
| | Solanaceae | *Solanum* | *Solanum chrysotrichum* | | | X | X | a | NA, NZR |
| | Sterculiaceae | *Guazuma* | *Guazuma ulmiflora* | | X | | X | A | NA |
| | Turneraceae | *Turnera* | *Turnera diffusa* | X | | | | a | NA |
| | Urticaceae | *Laportea* | *Laportea aestuans* | X | | X | | H | IP, NZR |
| | Verbenaceae | *Priva* | *Priva lappulacea* | | | | X | H | NA |
| | | *Verbena* | *Verbena litoralis* | | | X | | H | NA, NZR |
| **Liliopsida** | Araceae | *Xanthosoma* | *Xanthosoma sagittifolium* | | X | X | | H | NA |
| | Cyclanthaceae | *Carludovica* | *Carludovica palmata* | | X | X | | H | NA |
| | Cyperaceae | *Cyperus* | *Cyperus luzulae* | | X | X | | H | NA, NZR |
| | | | *Cyperus odoratus* | X | X | | | H | D, AD,NZR |
| | Heliconiaceae | *Heliconia* | *Heliconia latispatha* | | | X | | H | NA, NZR |
| | Marantaceae | *Thalia* | *Thalia geniculata* | | X | X | | H | NA, NZR |
| | Musaceae | *Musa* | *Musa paradisiaca* | X | X | X | X | H | IP, IZR |
| | Poaceae | *Brachiaria* | *Brachiaria humidicola* | | X | X | | H | IP, IZR |
| | | *Cynodon* | *Cynodon dactylon* | X | | | X | H | IP, IZR |
| | | *Panicum* | *Panicum maximum Jacq.* | X | X | X | | H | IP, IZR |
| | | *Pennisetum* | *Pennisetum purpureum* | | X | X | X | H | IP, IZR |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zingiberaceae | *Hedychium* | *Hedychium coronarium* | | | X | H | IP, NZR |
| **Polypodiales** | Davalliaceae | *Nephrolepis* | *Nephrolepis pendula* | | X | | H | NA |
| | Dennstaedtiaceae | *Pteridium* | *Pteridium aquilinum* | X | X | X | H | D, AD, IZR |
| | Tectariaceae | *Tectaria* | *Tectaria polymorpha* | | X | | H | IP, NZR |

Forma de vida: A: Árbol; a: Arbusto; H: Planta herbácea; Origen: NA: Nativa del continente americano; IP: Introducida al país; NZR: Nativa de zonas de ribera; IZR: Introducida de zonas de ribera; D: Desconocido; AD: Amplia Distribución.

Producto de la investigación bibliográfica para la realización del herbario digital se encontró que, de acuerdo al origen de las especies identificadas, el 71,25 % de estas corresponden a especies nativas del continente americano, el 26,25 % a especies introducidas al país y el 2,50 % a especies con un origen desconocido debido a su amplia distribución (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Origen de las especies identificadas en la zona alta y baja de los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima.*

| Origen | Especies | Porcentaje |
|---|---|---|
| Nativa del continente americano | 57 | 71,25 |
| Introducida al Ecuador | 21 | 26,25 |
| Desconocido con amplia distribución | 2 | 2,50 |
| **Total** | 80 | 100,00 |

Además, de acuerdo a la literatura revisada se determinó que del 26,25 % de las especies identificadas como introducidas al Ecuador, el 15 % corresponden a especies introducidas al ecosistema de ribera y el 11,25 % a especies nativas de estas zonas (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Origen de las especies identificadas como introducidas al Ecuador.*

| Origen | Porcentaje |
|---|---|
| Introducida a zonas de ribera | 15,00 |
| Nativa se zonas de ribera | 11,25 |
| **Total de especies introducidas al Ecuador identificadas** | 26,25 |

## Índice QBR

Los valores del índice QBR demuestran que principalmente las partes altas de las cuencas de estudio son aquellas mejor conservadas, obteniendo valores mayores con respecto a las partes bajas (Figura 8). Siendo el punto control ubicado en la parte alta del río Teaone el que obtuvo 85 puntos, mayor puntaje alcanzado, demostrando tener un nivel de calidad bueno donde el bosque de ribera se encuentra ligeramente perturbado. Seguido por el punto 4 del río Súa con 80 puntos y los puntos 3 y 4 del río Atacames, los cuales obtuvieron un valor del índice de 80 y 75 puntos respectivamente, obteniendo de igual manera una calidad buena con ligeros índices de alteración de la vegetación.

En contraste, el menor puntaje obtenido fue 35 puntos, perteneciente al punto 1 del río Teaone y Atacames, demostrándose un nivel de calidad deficiente y un bosque ribereño alterado fuertemente. Por otro lado, en el estero Sálima se determinó un nivel de calidad del bosque deficiente a moderado, cuyo mayor puntaje obtenido fue en la parte alta de la microcuenca (60 puntos), el cual, a pesar de ser el valor más alto de este estero, fue el más bajo en comparación con las partes altas de los demás ríos de estudio.

En cuanto a la cobertura vegetal de la zona de ribera el 33,3 % de las estaciones contó con una cubierta vegetal > 80 %, mientras que el 66,6 % se encontró con un rango entre 50 - 80 % de cubierta vegetal. Respecto a la estructura de la cubierta vegetal el 16,66 % de las estaciones se encontró con un recubrimiento de árboles > 75 % y de arbustos > 50 %, el 11,1 % con un recubrimiento de árboles < 50 % y de arbustos entre < 25 %, mientras que el 72,22 % contó con un recubrimiento de árboles alrededor del 50 % y de arbustos entre 25 - 50 %.

Según la calidad de la cubierta vegetal el 55,5 % de los puntos de muestreo contaron con un máximo de 25 % de especies arbóreas introducidas y el 44,4 % contó con un rango entre 26 - 50 % de especies de árboles introducidos. De estos porcentajes, el 66,6 % contó con especies arbustivas autóctonas > 51 % y el 33,3 % con especies de arbustos autóctonos > 75 %. Cabe recalcar, que los cultivos que principalmente se encontraron y afectaron la

calificación de este apartado fueron de especies frutales como plátano, cacao y palma africana y maderables como balsa y teca.

En cuanto al grado de naturalidad del canal fluvial, el 83,3 % de las estaciones de muestreo no mostró alteraciones, mientras que el 16,6 % mostró algún tipo de alteración. El aspecto que más influyó en la disminución del puntaje de este apartado fue la presencia de basura en el tramo de muestreo.

En general, se puede considerar que la calidad de la vegetación de ribera en las estaciones de estudio fue buena a moderada, debido a que el 38,88 % de calidad fue buena, de igual manera que para la calidad moderada el porcentaje obtenido fue de 38,88 %, mientras que el 22,22 % fue deficiente. No se obtuvieron estaciones de muestreo con calidad muy buena, ni mala (Tabla 5).

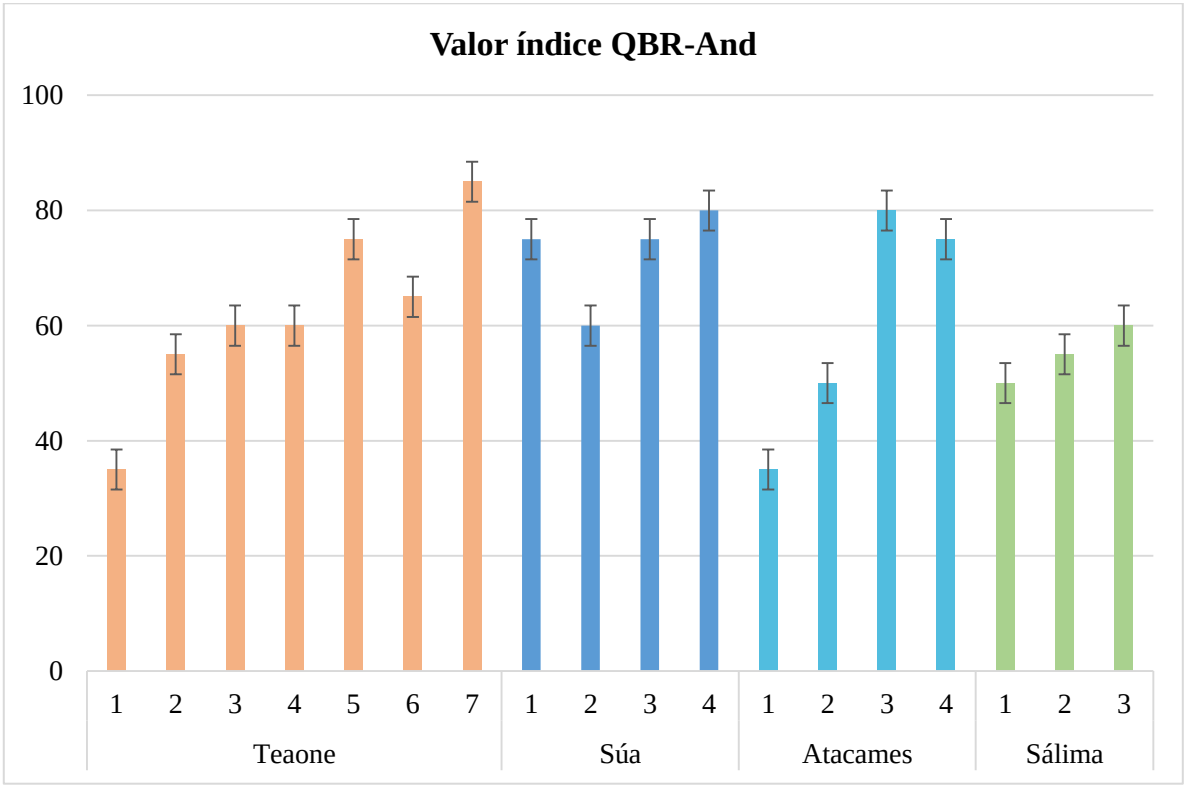



**Figura 8:** Valores del índice QBR-And obtenidos en los ríos de estudio: Teaone, Súa, Atacames, Sálima.

**Tabla 6**

*Porcentaje de calidad de la vegetación riparia obtenido mediante el índice QBR-And en los ríos Atacames, Súa, Teaone y estero Sálima.*

| Valor del Índice | Nivel de Calidad | Porcentaje |
|---|---|---|
| ≥ 95 | Muy Bueno | 0,0 % |
| 75-90 | Bueno | 38,88 % |
| 55-70 | Moderado | 38,88 % |
| 30-50 | Deficiente | 22,22 % |
| ≤ 25 | Malo | 0,0 % |

# CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Los bosques ribereños son ecosistemas de gran biodiversidad que desempeñan un papel muy importante para el ecosistema terrestre y acuático, debido a que cumplen funciones tanto hidrológicas como la protección del sistema fuvial, permitiendo el mantenimiento de la calidad del agua (Granados, et al., 2006) y ecológicas como la protección y producción de biodiversidad (Arcos, 2005). Por tal motivo, surge la relevancia de determinar la calidad ecológica de estos importantes ecosistemas riparios, los cuales en la actualidad están siendo gravemente alterados por diversas acciones como expansión de la frontera agrícola, ganadería, deforestación, introducción de especies, desarrollo urbano e industrial, entre otras (Kutschker, Brand y Miserendino, 2009), las cuales pueden ocasionar serias consecuencias y pérdidas en el hábitat, deterioro de la calidad de agua y alteraciones en las corrientes (Klapproth y Johnson, 2009).

Uno de los objetivos planteados en este estudio fue caracterizar la vegetación riparia existente en la zona alta y baja de los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima. Empero, la principal dificultad encontrada para alcanzar dicho objetivo fue la falta de información sobre vegetación ribereña en ríos costeros del país. Sin embargo, MAE (2013) determinó la vegetación predominante en los ecosistemas del Ecuador, por tanto, la vegetación encontrada en los ecosistemas correspondientes a la zona de estudio concuerda con las familias identificadas, como: Fabaceae, Malvaceae, Lauraceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Boraginaceae, Polygonaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae. Las familias Myristicaceae, Sapotaceae, Sapindaceae, Meliaceae, Melastomataceae, no fueron identificadas, motivo atribuido a que las comunidades mayormente predominantes en las zonas de estudio fueron de especies arbustivas y herbáceas. Por otro lado, las familias Rubiaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae Fabaceae, Myrtaceae, Moraceae, Lauraceae y Poaceae identificadas en la zona de estudio, concuerdan con las familias de mayor riqueza encontradas en estudios de composición florística de bosques ribereños de tierras bajas en Venezuela (Alvarado, 2008; Díaz y Rosales, 2006; Díaz, Rueda, Acosta, Martínez y Castellanos, 2010; Alvarado, 2004; Avendaño y Castillo, 2006) y en Colombia (Cabrera-Amaya y Rivera-Díaz 2016; Correa-Gómez y Stevenson, 2010). En este sentido, las familias Fabaceae, Asteraceae y Poaceae

encontradas entre las de mayor riqueza y abundancia en este estudio, son consideradas las más abundantes por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2016) en el inventario de plantas acuáticas y de ribera de Puerto Rico. Además, al considerar la Leguminosae como una sola familia, se determina que corresponde a la familia de mayor riqueza, al igual que identificaron Díaz y Rosales (2006) en su estudio. Concordando también con Aguirre, Kvist y Sánchez (2006) quienes mencionaron que las Leguminosae dominan los bosques secos neotropicales, incluidos los del Ecuador y Linares-Palomino (2006) quien determinó que esta familia comprende el 25% de los bosques tropicales secos del Perú.

Según MAE (2013) y Cerón (2015) las especies *Albizia multiflora*, *Guazuma ulmiflora*, *Muntingia calabura*, *Pseudosamanea guachapele* y *Cordia allidora* identificadas en este estudio, son características de formaciones vegetales como: bosques deciduos de tierras bajas y bosques semideciduos de tierras bajas del Jama-Zapotillo perteneciente a los ecosistemas del área de estudio.

Existe también una clara relación, entre el porcentaje de las formas de vida identificadas (71,25% de especies herbáceas y 21,25% de especies arbóreas) y la vegetación característica de los ecosistemas de tierras bajas, la cual se encuentra representada por poseer una elevada diversidad de lianas, epífitas (MAE, 2012), trepadoras y un estrato herbáceo denso (Muriel, 2008). Concordando igualmente con Pike y Scatena (2010), quienes mencionan que, en las zonas de ribera con uso de suelo principalmente boscoso, la vegetación tiende a ser representada por plantas herbáceas (Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2016).

En cuanto al origen de las especies encontradas, se concuerda con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2016) quien determinó en su estudio, que la combinación de especies nativas e introducidas en las riberas es característica de bosques secundarios de ecosistemas subtropicales muy húmedos y húmedos, considerando que parte de la zona de estudio corresponde a este tipo de bosques.

Otro objetivo planteado en esta investigación fue determinar la calidad ecológica del bosque de ribera de los ríos en cuestión mediante la adaptación del QBR a la zona de estudio. Este índice representa una herramienta sencilla, fácil de utilizar y de rápida aplicación, a la hora de evaluar la calidad de la vegetación ribereña (Suárez y Vidal-Abraca, 2000; Rodríguez Téllez, et al., 2016), ya que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable (Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR), s.f.), permitiendo la simplificación de investigaciones complejas (Fernández, s.f.) y su adaptación a las condiciones de las diferentes zonas de estudio (Posada y Arroyave, 2015).

Los resultados de la aplicación del QBR adaptado a la zona de estudio, demostraron que las partes altas de las cuencas presentan un mejor estado ecológico, respecto a las partes bajas de las mismas (Gamarra Torres, et al., 2014; Palma, Figueroa y Ruiz, 2009; Kutschker, Brand y Miserendino, 2009; García Silva, et al., 2016), razón que puede atribuirse a que en las partes altas generalmente existe mayor pendiente, limitando un poco el desarrollo de otros usos de suelo (Posada y Arroyave, 2015) y por el contrario, que en las partes bajas existe una mayor presión antropogénica, como la explotación agrícola y ganadera (Suárez y Vidal-Abarca, 2000; Suárez, et al., 2002; Fernández, Rau y Arriagada, 2009; Sirombra y Mesa, 2012; Villamarín, et al., 2014; Carrasco, et al., 2014),

La mayor puntuación del QBR, obtenida en el punto control establecido en el Río Teaone, se otorga a que este punto de muestreo se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Mache-Chindul, la cual posee los últimos remanentes de bosque húmedo y seco tropical del país (GADP- Crnel. Carlos Concha Torres, 2015). De igual manera, el resultado de calidad bueno, obtenido en el río Súa (punto 3) y Atacames (puntos 3 y 4), se puede atribuir a la presencia de bosques protectores cercanos a estas estaciones de muestreo (Sistema Nacional de Información, 2014). Sin embargo, en el estero Sálima a pesar de encontrarse bosques protectores cercanos a los puntos de muestreo (Sistema Nacional de Información, 2014), se obtuvo un nivel de calidad deficiente a moderado, atribuido a que estos bosques protectores se encuentran con un alto nivel de afectación (GADP- Tonsupa, 2015). Por el contrario, el menor puntaje del QBR se obtuvo en el punto

1 de los ríos Teaone y Atacames (35 puntos), otorgándose principalmente a las alteraciones en el uso del suelo de estas estaciones de muestreo, como la presencia de camaroneras y plantaciones de banano de acuerdo a la capa de cobertura vegetal obtenida del Sistema Nacional de Información (2014) y construcciones de puentes en ambas zonas. Además, ambos puntos son utilizados por la comunidad para lavar ropa y cuentan con una significante cantidad de basura en sus cauces y zona de ribera.

Los apartados de las riberas más modificados en el área de estudio fueron la calidad de la cubierta vegetal, principalmente alterado por la presencia de cultivos como plátano, cacao, palma africana, balsa y teca, y el grado de naturalidad del canal fluvial influenciado primordialmente por la presencia de basura en el tramo de muestreo, concordando con Acosta, et al. (2009) quienes mencionan que entre las principales alteraciones de las riberas de bosque se encuentran la introducción de especies al ecosistema ripario y la presencia de basura, y con lo mencionado en los planes de ordenamiento territorial de las zonas de estudio, donde se describe la falta de sistema de alcantarillado y la contaminación por desechos sólidos, orgánicos y pesticidas (GADP- Crnel. Carlos Concha Torres, 2015; GADP- Tabiazo, 2015; GADP- Vuelta Larga, 2015; GADM Atacames, 2014; GADP- Súa, 2015; GADP- Tonsupa, 2015).

Finalmente, se puede considerar que el QBR resultó ser un índice de gran utilidad, cuya adaptación a las características del área permitió evaluar la calidad ecológica de la vegetación ribereña de los ríos en cuestión, obteniendo generalmente un nivel de calidad bueno a moderado, es decir, bosques ligeramente perturbados con inicios de alteraciones importantes. Por tanto, resulta necesario reforzar estudios que determinen la calidad de la vegetación riparia e investiguen las comunidades vegetales existentes en las riberas de ríos costeros, a fin de proponer estrategias de conservación y recuperación de estos importantes ecosistemas. Siendo, este estudio una primera aproximación en cuanto a la determinación de la calidad ecológica de bosques ribereños de zonas costeras, la cual debe ser corroborada con su aplicación en diferentes ríos costeros con el fin de validar la veracidad de la adaptación del QBR para estas zonas.

# CAPITULO V: CONCLUSIONES

Se colectaron un total 317 especímenes, pertenecientes a 48 familias y 80 especies de vegetación riparia. Las familias con mayor riqueza de especies identificadas fueron Convolvulaceae, Asteraceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Boraginaceae, Mimosaceae y Moraceae y las más abundantes fueron Apocynaceae, Flacourtiaceae, Piperaceae, Musaceae y Poaceae.

En el herbario de vegetación riparia se describieron todas las especies identificadas en la zona de estudio, con su respectiva clasificación taxonómica, área de distribución y zona de origen para su mayor conocimiento y facilidad de identificación. Las formas de vida predominantes fueron de especies herbáceas con 71,25 % y de acuerdo al origen de las especies, el 26,25 % correspondió a especies introducidas al Ecuador y el 71,25 % a especies nativas del continente americano.

La adaptación del índice QBR a las zonas de estudio, obtuvo como resultado que el 38,8 % de las estaciones de muestreo poseen un nivel calidad de vegetación riparia bueno, igual porcentaje obtenido para la calidad moderada y el 22,2 % obtuvo una calidad deficiente. Determinándose que las partes altas de las cuencas de estudio se encuentran en mejor estado de conservación con respecto a las partes bajas, debido a que en estas últimas se desarrollan mayores acciones antrópicas como agricultura, ganadería, entre otras.

# CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

En Ecuador no se han realizado estudios que identifiquen la vegetación ribereña de zonas costeras, a pesar de ser este un aspecto importante para el mantenimiento y regulación de la calidad de sistemas fluviales. Por tanto, resulta necesario que se realicen investigaciones de este tipo, que permitan conocer y estudiar la vegetación de estos importantes ecosistemas riparios.

Se recomienda realizar estudios que determinen la calidad ecológica de bosques de ribera de zonas costeras mediante la adaptación del índice QBR realizada en esta investigación, con el fin de probar su veracidad para estos ecosistemas y conocer el estado en que se encuentra la vegetación riparia de nuestro país. Teniendo en cuenta, que el QBR es un índice de fácil aplicación y adaptación a las diferentes condiciones de las zonas de estudio, el cual no requiere de grandes inversiones para su aplicación.

También considerando que el QBR es un índice económico de utilizar, se recomienda aplicarlo en conjunto con otros índices como IHF e IVI, los cuales han obtenido buenas correlaciones al ser aplicados juntos y permiten obtener una mejor comprensión de la zona de ribera, permitiendo realizar conclusiones más precisas del estado de la zona.

Al conocer la calidad ecológica de los ecosistemas riparios, es necesario realizar estudios que generen propuestas de recuperación y conservación de estas zonas que se encuentren bajo fuertes presiones antrópicas. Comprendiendo que la vegetación ribereña es de gran importancia para la protección de los cuerpos de agua, los cuales son fuente de sustento para las poblaciones situadas a lo largo de los mismos.

# BIBLIOGRAFÍA


Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M. y Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica, 28*(1), 35-64.

Acosta, R., Hampel, H., González, H., Mosquera, P., Sotomayor, G. y Galarza, X. (2014). Protocolo de Evaluación de la Integridad Ecológica de los Ríos de la Región Austral del Ecuador. ETAPA EP, SENAGUA - DHS. Universidad de Cuenca. Programa PROMETEO de la SENESCYT.

Aguirre, Z., Kvist, L. y Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 162-187.

Alvarado, H. (2004). Caracterización de los atributos ecológicos de dos bosques ribereños de la Cuenca Alta del Río Tocuyo, Estado Lara, con fines de proponer pautas para su manejo. Tarabana.

Alvarado, H. (2008). Aspectos estructurales y florísticos de cuatro bosques Ribereños de la Cuenca del Río Aroa, Estado Yaracuy, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica., 31*(1).

Arcos, I. (2005). Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. *(Tesis de grado previo a la obtención del Título de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas)*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Avendaño, N. y Castillo, A. (2006). Catálogo de especies arbustivas de los bosques ribereños en el área Cuao-Sipapo-Orinoco medio, Municipio Autana, Estado Amazonas. *Acta Botánica Venezuelica, 29*(2), 235-256.

Cabrera-Amaya, D. y Rivera-Díaz, O. (2016). Composición florística y estructura de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto, Casanare, Colombia. *Caldasia, 38*(1), 53-85.

Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J. y Vargas Chacoff, L. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del

sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana Bot., 71*(1), 1-9.

Ceccon, E. (2003). Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. *Ciencias, 72.*

Chará, J., Pedraza, G., Giraldo, L. y Hincapié, D. (2006). Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas*, (45).

Cerón, C. (2015). *Bases para el estudio de la flora ecuatoriana.* Quito: Editorial Universitaria.

Congreso Nacional. (2004). Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Ciudad Alfaro: Asamblea Constituyente.

De la Paz, M. C. (2012). Evaluación de la calidad de agua e integridad ecológica de ríos altoandinos manejados por el FONAG. *(Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Licenciada en Biología)*. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

Correa-Gómez, D. y Stevenson, P. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia*, *14*(1), 31-48.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2016). Inventario de plantas acuáticas y de ribera asociadas al río Toro Negro tributario del río Grande de Manatí, San Juan, Puerto Rico.

Díaz, W. y Rosales, J. (2006). Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de Várzeas Orinoquenses en el bajo río Orinoco, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica., 29*(1).

Díaz P, W. A., Rueda, J., Acosta, O., Martínez, O. y Castellanos, H. (2010). Composición florística del bosque ribereño del río San José, Reserva Forestal de Imataca, estado Bolívar, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica, 33*(1), 1-21.

Fernández, R. (s.f.). Aplicación del índice QBR para evaluación del impacto ambiental de la nueva traza del canal Yerba Buena. Provincia de Tucumán. República Argentina. *Ciencias de la Tierra.*

Fernández, L., Rau, J. y Arriagada, A. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41°28' S; 72°59' O) utilizando el índice QBR. *Gayana Bot., 66*(2), 269-278.

GADM Atacames. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Atacames 2014-2019. Cantón Atacames, Esmeraldas, Ecuador.

GADP- Crnel. Carlos Concha Torres. (2015). Diagnóstico PDOT del GADPR- Carlos Concha 2015-2019. Parroquia Rural Crnel. Carlos Concha Torres, Cantón y Provincia Esmeraldas, Ecuador.

GADP- Súa. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Súa 2015. Parroquia Rural Súa. Cantón Atacames, Esmeraldas, Ecuador.

GADP- Tabiazo. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural de Tabiazo 2015- 2024. Parroquia Rural Tabiazo, Cantón y Provincia Esmeraldas, Ecuador.

GADP- Tonsupa. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Tonsupa 2015. Parroquia Rural Tonsupa. Cantón Atacames, Esmeraldas, Ecuador.

GADP- Vuelta Larga. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado rural parroquial de vuelta larga, cantón y provincia de Esmeraldas. Parroquia Rural Vuelta Larga, Esmeraldas, Ecuador.

Gamarra Torres, O. A., Yalta Meza, J. R., Salas Lopez, R., Alvarado Chuquizuta, L. y Oliva Cruz, S. M. (2014). Evaluación de la calidad ecológica del agua en la microcuenca El Chido e intermicrocuenca Allpachaca -Lindapa, Amazonas, Perú. *Indes, 2*(2), 49-59.

García Silva, E., Barrios Gómez, M., Rodríguez Olarte, D. y Marrero, C. (2016). Integración de escalas, gradientes ambientales e índices en la evaluación del estado de conservación de los ríos en la costa oriental del lago de Maracaibo, Venezuela. *Interciencia, 41*(5), 305-311.

Granados Sánchez, D., Hernández García, M. Á. y López Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 12*(1), 55-69.

Gualdoni, C., Duarte, C. y Medeot, E. (2011). Estado ecológico de dos arroyos serranos del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral, 21*, 149-162.

Guerra, S. (2000). Evaluación de la vegetación riparia, insectos acuáticos y peces, influenciados por las variaciones en la calidad y cantidad de los caudales de la cuenca del río San Juan, Nuevo León, México. *(Tesis de grado previo a la obtención del Título de Maestría en Ciencias Forestales).* Universidad Autónoma de Nuevo León.

Guijarro, M. (2015). Caracterización de la calidad de agua del río Teaone utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. *(Tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera en Gestión Ambiental)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Esmeraldas, Ecuador.

Klapproth, J. y Johnson, J. (2009). Understanding the Science Behind Riparian Forest Buffers: Effects on Water Quality.

Kutschker, A., Brand, C. y Miserendino, M. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología Austral, 19*, 19-34.

Linares-Palomino, R. (2004). Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición florística. *Arnaldoa, 11*(1), 103-138.

Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P. y Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica, 19*(3), 193-203.

Mendoza, M., Quevedo, A., Bravo, A., Flores, H., De La Isla De Bauer, M., Gavi, F. y Zamora, B. (2014). Estado ecológico de ríos y vegetación ribereña en el contexto de la nueva ley general de aguas de México. *Rev. Int. Contam. Ambie., 30*(4), 429-436.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecologia Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. Obtenido de http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf

Munné, A., Solá, C. y Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua, 175*, 20-37.

Munné, A., Prat, N., C. Solá, C., Bonada, N. y Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams. QBR index. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst., 13*, 147-164.

Muriel, P. (2008). La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. En De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M.J. y Balslev, H. (eds.)., *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (págs. 28-38). Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito y Aarhus.

Oleas, N., Ríos-Touma, B., Peña, P. y Bustamante, M. (2016). *Plantas de las quebradas de Quito: Guía práctica de Identificación de la plantas de ribera.* Universidad Tecnológica Indoamérica, Secretaria del Ambiente del DMQ, Fondo Ambiental del DMQ y FONAG. Seri de Publicaciones Científicas. Universidad Tecnológica Indoaméricana, Publicación N° 2, 132pp.

Ortiz, M. (2015). Caracterización de diatomeas como herramienta para el estudio de la Calidad del Agua del río Teaone. *(Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Esmeraldas, Ecuador.

Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador* (1 ed.). Quito, Ecuador.

Palma, A., Figueroa, R. y Ruiz, V. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana, 73*(1), 57-63.

Posada, M. y Arroyave, M. (2015). Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río La Miel, Caldas, Colombia. *Revista EIA, 12*(23), 117-128.

Protocolo 7: Índice de calidad del bosque de ribera (QBR). (s.f.). En *Protocolo para la valoración de la calidad Hidromorfológica de los Ríos* (págs. 84-96).

Rodríguez Téllez, E., Domínguez Calleros, P., Pompa García, M., Quiroz Arratia, J. y Pérez López, M. (2012). Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana Bot., 69*(1), 147-151.

Rodríguez Téllez, E., García De Jalón, D., Pérez López, M. E., Torres Herrera, S. I., Ortiz Carrasco, R., Pompa García, M., . . . Vásquez Vásquez, L. (2016). Characterization of the ecological quality of the gallery forest of the river La Sauceda, Durango, México. *Hidrobiología, 26*(1), 35-40.

Sirombra, M. G. y Mesa, L. M. (2010). Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical, 58*(1), 499-510.

Sirombra, M. y Mesa, L. (2012). A method for assessing the ecological quality of riparian forests in subtropical Andean streams: QBRy index. *Ecological Indicators, 20,* 324–331.

Sistema Nacional de Información. (2014). Archivos de información geográfica.

Suárez, M. y Vidal-Abarca, M. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. Universidad de Murcia. España.

Suárez, M. L., Vidal, M. R., Sánchez, M. d., Alba, J., Álvarez, M., Avilés, J., . . . Vivas, S. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica, 21*(3-4), 135-148.

Villamarín, C., Prat, N. y Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research, 42*(5), 1072-1086. doi:10.3856/vol42-issue5-fulltext-12

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. 236. Bogotá, Colombia.

Villarreal, J., Carranza, M., Estrada, E. y Rodríguez, A. (2006). Flora riparia de los Ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana, 75,* 1-20.

# ANEXOS

**ANEXO 1:** Adaptación del Índice de calidad ecológica de bosques de ribera QBR de acuerdo a especificaciones de Acosta, et al., (2009; 2014).

| APARTADOS | PUNTUACIÓN |
|---|---|
| **1. Grado de cubierta de la zona de ribera** | |
| > 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | 15 |
| 50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | 10 |
| 10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | 5 |
| < 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | 0 |
| La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total | +10 |
| La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50% | +5 |
| La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25- 50% | -5 |
| La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es < 25% | -10 |
| **TOTAL** | |
| **2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera** | |
| Recubrimiento de árboles es > 75 % | 15 |
| Recubrimiento de árboles entre 50 -75 % | 10 |
| Recubrimiento de árboles es < 50 % | 5 |
| Sin árboles, arbustos por debajo del 10 % o sólo vegetación herbácea | 0 |
| Gradiente de estratificación evidente y conectado: Dosel de árboles, sotobosque arbustivo y vegetación herbácea | +10 |
| Concentración de arbustos es > 50 % | +10 |
| Concentración de arbustos es entre 25 -50 % | +5 |
| Concentración de arbustos es < 25 % | +2 |
| Presencia de epífitas | +5 |
| Árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad | -5 |
| Existe una distribución regular (linealidad) en los árboles | -10 |
| **TOTAL** | |

| 3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera | |
|---|---|
| Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos | 15 |
| Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidos | 10 |
| Entre 26 - 50% de los árboles de ribera son especies introducidas | 5 |
| Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas | 0 |
| >75% de los arbustos son de especies autóctonas | +10 |
| Entre 51-75% o más de los arbustos son de especies autóctonas | +5 |
| Entre 26-50% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas | -5 |
| <25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas | -10 |
| Presencia de cultivos, pastizales o actividad ganadera | -10 |
| Presencia de construcciones en la zona de ribera como casas, industrias, etc. | -10 |
| Presencia de otras actividades que modifiquen las riberas como camaroneras | -10 |
| **TOTAL** | |

| 4. Grado de naturalidad del canal fluvial | |
|---|---|
| El canal del río no ha sido modificado | 25 |
| Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal | 10 |
| Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río | 5 |
| Río totalmente canalizado | 0 |
| Construcción de infraestructuras transversales en el río (por ejemplo: presas) | -15 |
| Existencia de estructuras sólidas en el canal del río (por ejemplo: puntales de puentes) | -10 |
| Presencia de basura de forma puntual pero abundante | -5 |
| Existencia de un basurero permanente en el tramo de estudio | -10 |
| Presencia de lavanderías informales de ropa | -5 |
| **TOTAL** | |

| **PUNTUACIÓN FINAL DEL ÍNDICE** | |
|---|---|

**ANEXO 2:** Adjunto Herbario de especies riparias identificadas en los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima, provincia Esmeraldas, Ecuador.

**ANEXO 3:** Imágenes de las salidas de muestreo.



**Imagen 1**: Determinación de cuadrantes.



**Imagen 2**: Recolección de vegetación riparia.

**ANEXO 4:** Armado de prensas de la vegetación riparia recolectada en los ríos Teaone, Atacames, Súa y estero Sálima.



**Imagen 1**: Presnado de vegeteación ribereña recolectada.



**Imagen 2**: Prensas de vegetación riparia recolectada en los ríos de estudio.