



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:
ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR DE CALIDAD DEL AGUA
EN EL RÍO CARRIZAL**

**AUTORES:
CHAVEZ LOOR JONATHAN RAFAEL
LITARDO DEMERA OSCAR FABRICIO**

**TUTOR:
QF PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc.**

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

CHAVEZ LOOR JONATHAN RAFAEL y LITARDO DEMERA OSCAR FABRICIO declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

.....
JONATHAN R. CHAVEZ LOOR

.....
OSCAR F. LITARDO DEMERA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

QF PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc, certifica haber tutelado el proyecto **ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR DE CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO CARRIZAL**, que ha sido desarrollada por **CHAVEZ LOOR JONATHAN RAFAEL Y LITARDO DEMERA OSCAR FABRICIO**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
QF PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR DE CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO CARRIZAL**, que ha sido propuesto, desarrollado por **JONATHAN RAFAEL CHAVEZ LOOR Y OSCAR FABRICIO LITARDO DEMERA**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. LAURA G. MENDOZA CEDEÑO, M. Sc.

MIEMBRO

.....
ING. JOSÉ M. CALDERÓN PINCAY, M. Sc.

MIEMBRO

.....
ING. FRANCISCO J. VELÁSQUEZ INTRIAGO, M. Sc.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiar y bendecir nuestros pasos, a nuestros padres: Alexandra; Pedro y Maribel, que nos apoyaron en todo momento siendo los principales promotores de alcanzar nuestras metas.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López la cual nos ha acogido y nos dio la oportunidad de crecer como profesionales, también a los docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Al Q.F. Patricio Noles y a los miembros del tribunal quienes impartieron conocimientos para el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios por darme fuerzas y mantenerme con buena salud, para así poder lograr uno de mis objetivos que es ser un profesional.

A mi madre Alexandra y mis abuelos Francisco y Ana, porque ellos siempre estuvieron brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos: Guillermo, Wendy y Ashley por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

.....

JONATHAN R. CHAVEZ LOOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación de grado:

A Dios, quien sustentó y alimentó mis fuerzas diariamente para hoy llegar a ser el profesional que soy.

A mi madre Maribel Demera, quien me brindó su apoyo incondicional y día a día luchó para ayudarme a cumplir mis metas, por su confianza y perseverancia, por creer siempre en mí, convirtiéndose en el motor fundamental de los éxitos que hoy he alcanzado.

A mi padre Pedro Litardo, quien se convirtió en el Ángel que guía mis pasos, y a quien le dedico de manera especial este trabajo que se con plena seguridad llenaría de orgullo y felicidad verme convertido en un profesional.

A mi esposa Sonia e hija Ivanna, quienes me brindaron su apoyo y se convirtieron en fuente de mi inspiración para poder alcanzar este logro del cual ellas son parte, ya que, gracias a su apoyo incondicional, amor y comprensión tuve las fuerzas para no flaquear en los momentos duros de mi carrera.

A mis hermanos Junior y Rony, quienes siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y alentándome a culminar mis estudios.

A mis amigos, compañeros y docentes con quienes compartí esta gran experiencia de convertirnos en profesionales.

.....

OSCAR F. LITARDO DEMERA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
PALABRAS CLAVES	xii
ABSTRACT	xiii
KEYWORDS.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.4. IDEA A DEFENDER	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. ICTIOFAUNA	4
2.2. CLASIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA	4
2.2.1. PLACODERMOS	4
2.2.2. CONDROICTIOS	4
2.2.3. OSTEOICTIOS.....	5
2.3. DIVERSIDAD DE ICTIOFAUNA EN LAS ZONAS HIDROGRÁFICAS DEL Ecuador.....	5
2.3.1. MEDICIÓN DE LONGITUD DE ICTIOFAUNA.....	6
2.3.2. ICTIOFAUNA COMO INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL.....	6
2.3.3. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES PARA MUESTREO DE ICTIOFAUNA	6
2.3.4. COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LA ICTIOFAUNA	7
2.4. CALIDAD DE AGUA	8

2.5.	CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA	8
2.5.1.	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR	9
2.5.2.	HERRAMIENTAS PARA MONITOREO.....	9
2.6.	ÍNDICES COMUNES PARA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE ICTIOFAUNA	10
2.6.1.	ÍNDICE DE SHANNON	12
2.6.2.	ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA	13
2.7.	INDICADOR BIOLÓGICO O BIOINDICADORES	14
2.7.1.	BIOINDICADORES ACUÁTICOS	15
2.8.	RÍO CARRIZAL.....	16
2.9.	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE ICTIOFAUNA EN EL RÍO CARRIZAL.....	16
2.9.1.	GUANCHICHE (<i>Hoplias microlepis</i>)	16
2.9.2.	DICA (<i>Pseudocurimata boulengeri</i>)	17
2.9.3.	PEZ GATO (<i>Isorineloricaria spinosissima</i>).....	17
2.9.4.	VIEJA COLORADA (<i>Cichlasoma festae</i>).....	18
2.9.5.	VIEJA AZUL (<i>Andinoacara rivulatus</i>).....	18
2.9.6.	BONGO (<i>Moenkhausia sp.</i>)	19
2.9.7.	BARBUDO (<i>Rhamdia quelen</i>).....	19
2.9.8.	DAMA DE MONTAÑA (<i>Brycon atrocaudatus</i>)	19
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		21
3.1.	UBICACIÓN	21
3.2.	DURACIÓN	21
3.3.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	22
3.4.	VARIABLES EN ESTUDIO	22
3.4.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	22
3.4.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	22
3.5.	PROCEDIMIENTO.....	22
3.5.1.	FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	22
3.5.2.	FASE II. DETERMINACIÓN LA DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA.....	23
3.5.3.	FASE III. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
4.1.	FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.....	26
4.2.	FASE II. DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA	29
4.3.	FASE III. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		39

5.1.	CONCLUSIONES	39
5.2.	RECOMENDACIONES.....	40
	BIBLIOGRAFÍA.....	41
	ANEXOS.....	52

CONTENIDO DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 2. 1. Puntos de muestreo en base a la profundidad y el área (ha).	7
Tabla 2.2. Niveles que indican la diversidad de especies a través del Índice de Shannon.	12
Tabla 2.3. Parámetros para el desarrollo de IBI, basado en ictiofauna.....	13
Tabla 2.4. Clase de integridad biótica, atributos y puntuaciones.	14
Tabla 4. 1. Aspectos predominantes en las estaciones de muestreo	27
Tabla 4.2. Especies de ictiofauna identificadas.....	30
Tabla 4.3. Medición y pesaje de la ictiofauna por estación de muestreo.....	32
Tabla 4. 4. Composición trófica de ictiofauna de río Carrizal.	34
Tabla 4. 5. Composición trófica según especie.	35
Tabla 4.6. Riqueza y abundancia de la ictiofauna del río Carrizal.	36
Tabla 4.7. Índice de integridad biótica aplicado a la ictiofauna.	37

GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Ictiofauna capturada de acuerdo a las estaciones de muestreo	29
Gráfico 4.2. Distribución de las especies identificadas.....	31

FIGURAS

Figura 4.1. Representación de las seis estaciones de muestreo.....	26
---	----

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en el río Carrizal en función de la presencia de ictiofauna. Se obtuvo como resultado el establecimiento de seis estaciones de muestreo (P_{01} ... P_{06}) las cuales son influenciadas por actividades recreacionales, urbanas, descargas líquidas procedentes de una bananera local, entre otras. Se identificó un total de 8 especies de ictiofauna; siendo la más y menos representativa (*Moenkhausia sp* (bongo) y *Hoplias microlepis* (guanchiche), respectivamente). El índice de Shannon Wiener calculado para las estaciones osciló entre 0,76 y 0,67 lo cual indica una diversidad baja. Las especies omnívoras se encontraron con mayor frecuencia; sobre todo en la estación de muestreo P_{03} (95%). Cinco estaciones (P_{01} , P_{02} , P_{04} , P_{05} y P_{06}) presentaron una pobre calidad de agua y la estación (P_{03}) presentó un IBI muy pobre; lo que permite aceptar la idea planteada.

PALABRAS CLAVES

Ictiofauna, calidad del agua, bioindicador, IBI.

ABSTRACT

The research aimed to assess the quality of water in the Carrizal River based on the presence of ichthyofauna. The result was the establishment of six sampling stations (P01... P06) which are influenced by recreational, urban activities, liquid discharges from a local banana, among others. A total of 8 species of ichthyofauna were identified; being the most and least representative (*Moenkhausia sp* (bongo) and *Hoplias microlepis* (guanchiche), respectively). The Shannon Wiener index calculated for the stations ranged between 0.76 and 0.67, indicating a low diversity. The omnivorous species were found more frequently; especially at the P03 sampling station (95%). Five stations (P01, P02, P04, P05 and P06) had poor water quality and the station (P03) presented a very poor IBI; which allows to accept the idea raised.

KEYWORDS

Ictiofauna, water quality, Bioindicator, IBI.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con el crecimiento y desarrollo de la sociedad, aumentan los niveles de impacto a las cuencas hidrográficas y como consiguiente la demanda del recurso hídrico, de manera que este recurso no es aprovechado de manera sustentable (Elosegi y Sabater, 2009). Existen factores condicionales que provocan efectos como la vulnerabilidad espacial y temporal de la oferta hídrica, deterioro de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua, también se suma a estos los conflictos interterritoriales e imposibilidad de manejo integral de las cuencas. Los factores más representativos son la densidad poblacional, actividades productivas y sistemas tecnológicos (Hahn *et al.*, 2009).

De acuerdo a Hernández (2015), desde los años noventa la contaminación de los ríos ha empeorado en América Latina, África y Asia. De esta forma, mientras en los países desarrollados la calidad del agua mejora con el paso de los años, la contaminación de ríos empeora en países en desarrollo.

Se considera que, por debajo de los dos mil metros de altitud, prácticamente todos los cauces de agua existentes en el Ecuador están contaminados por actividades de distinto origen, en las que hay que considerar también la contaminación originada en las actividades agrícolas por el uso de agro tóxicos y la resultante por la inexistencia de sistemas de remediación de las aguas servidas de los centros urbanos (Isch, 2011).

La contaminación se caracteriza por ser un proceso altamente selectivo, cuyo efecto específico consiste en eliminar las especies sensibles al agente contaminante y permitir la supervivencia de las más resistentes; teniendo como resultado la disminución de diversidad de la ictiofauna (Ibisi *et al.*, 2017). Ante lo descrito, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es la calidad del agua del río Carrizal mediante la diversidad de ictiofauna?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se enmarco de acuerdo a lo establecido en la Constitución del Ecuador, en el Art. 276, numeral 4 que indica temas sobre la recuperación y conservación de la naturaleza. En concordancia a lo expuesto, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2017) a través del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 (Toda una vida), Objetivo 3 “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”. Además, cabe destacar que la Agenda Zonal para Buen Vivir (2010) manifiesta que en la Provincia de Manabí se evidencian serios problemas de contaminación del recurso hídrico que se presentan ya que predominan las actividades productivas agropecuarias.

De acuerdo al Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE, 2016), el uso eficiente y la conservación del agua se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico; considerado un recurso finito y vulnerable, al tiempo que se han creado diferentes estrategias que incluyen actividades normativas, que se ajustan y responden a demandas internacionales, nacionales, departamentales y municipales. El agua es un bien ambiental indispensable; desatacando que la reserva vital de acceso de agua en los seres vivos la constituyen los ríos, abasteciendo a los hábitats de innumerables formas de vida. Por otro lado, son utilizados como sustento de agua potable y fuente de alimento (González, 2016).

Numerosos estudios indican que existe además una correlación marcada entre las características químicas del agua y las comunidades bióticas relacionadas a ellos (Alvial *et al.*, 2012; Alvarez *et al.*, 2013; Damanik *et al.*, 2016). La capacidad de soportar y mantener una integridad biótica se basa en una comunidad de organismos balanceados, compuesta por un conjunto de especies, diversidad y organización funcional comparable a la que es proporcional en un hábitat no contaminado (García *et al.*, 2017).

Los ensayos basados en el uso de ictiofauna como bioindicador para determinar la calidad del agua son confiables, relativamente baratos y fáciles

de realizar. Por ejemplo, la captura de ictiofauna puede realizarse con una red de arrastre de fabricación casera. Otro aspecto a destacar es que los métodos no son invasivos o no son destructivos, lo que ayuda a que el recurso no se afecte. Esto concuerda con Navarro (2015) quien recomienda que preferiblemente deben seleccionarse métodos no invasivos para facilitar el biomonitoreo ambiental en especies protegidas o en peligro de extinción.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua en el río Carrizal en función de la presencia de ictiofauna.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las estaciones de muestreo a lo largo de la línea del río Carrizal.
- Determinar la diversidad de la ictiofauna existente en el río Carrizal.
- Ponderar la calidad de agua del río Carrizal a través del índice de integridad biótica.

1.4. IDEA A DEFENDER

La ictiofauna como bioindicador, fija una calidad de agua pobre en el río Carrizal.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ICTIOFAUNA

Según Quezada *et al.* (2017) la ictiofauna se refiere a animales (peces) que no poseen patas, dotados de aletas que permiten su movimiento, respiran a través de branquias; viven la mayor parte de su vida en el agua y nadan libremente. Las especies de ictiofauna son de sangre fría, se distinguen por poseer vértebras, branquias y aletas (en lugar de miembros pentadáctilos), y dependen fundamentalmente del agua, que es el sitio en el que habitan. Su estudio comprende los aspectos puro y aplicado de la ciencia ictiológica. Las especies de ictiofauna son los vertebrados más abundantes, existen aproximadamente más 20,000 especies vivientes (Toledo, 2016).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA

Las especies de ictiofauna se clasifican en tres grandes grupos:

2.2.1. PLACODERMOS

A principios del Devónico (se extendió desde el final del periodo silúrico hasta el principio carbonífero) aparecieron las especies de ictiofauna con mandíbulas, aletas pares y con armadura ósea llamados placodermos. El desarrollo de las mandíbulas a partir de una parte de los arcos branquiales y la formación de las aletas representó un gran adelanto en la evolución de las especies de ictiofauna, ya que propiciaron el cambio en su nutrición de filtradores de partículas orgánicas a depredadores (Vázquez y Vázquez, 2014).

2.2.2. CONDRIOCTIOS

Sobre especies de ictiofauna asociadas a la categoría condriictios se conoce poco porque generalmente son especies de aguas profundas (<100 m) y es más complejo el desarrollo de estudios, asociando a mayor costo operativo, económico, operacional y técnico. Es este grupo se ha reportado un total

aproximado de 1144 especies; representado la mayor parte por el 46% para aquellas que habitan en aguas profundas.

Las especies de condriictios se caracterizan por tener esqueleto cartilaginoso, piel recubierta por escamas placoideas, poseer de cinco a siete pares de branquias separadas por laminillas branquiales, aleta caudal con un lóbulo mayor que el otro y la boca provista de muchas series de dientes, duros y puntiagudos, que son reemplazados por los anteriores cuando estos se caen por el uso (Mancini, 2002).

2.2.3. OSTEOICTIOS

Las especies de ictiofauna que poseen un esqueleto interno conformado por huesos se conocen como ictiofauna ósea u osteíctios (Gil, 2016).

2.3. DIVERSIDAD DE ICTIOFAUNA EN LAS ZONAS HIDROGRÁFICAS DEL ECUADOR

Las primeras revisiones para estimar la riqueza ictiológica del Ecuador continental iniciaron en el siglo XIX, con descripciones de capturas y registros puntuales, no obstante, la primera lista de ictiofauna del Ecuador fue escrita en 1968 por Ovchynnick, quien registró un total de 295 especies; aumentando el mismo autor a 306 especies en 1971 (Jiménez, *et al.*, 2015).

En la región costera se incluye la zona intermareal donde habitan 120 y 211 especies en las cinco zonas restantes. En la Zona Andina se ha registrado solamente la especie endémica *Grundulus quitoensis* y una especie introducida: la trucha arco iris (*Onchorynchus mykiss*). La región Oriental incluye la Alta Amazonía, con cuatro zonas y 125 especies. La Baja Amazonía se divide en dos zonas, con 680 especies. En Galápagos se registra un pez endémico (*Bythitidae: Ogilpia galapagosensis*), se conoce que cada veinte años se añaden entre 200 y 300 nuevos registros y de 50-60 especies nuevas para la ciencia (Barriga, 2011).

2.3.1. MEDICIÓN DE LONGITUD DE ICTIOFAUNA

La medida más utilizada es el largo total que va desde el extremo anterior de la boca (o cabeza) hasta la punta de la aleta caudal la cual se pliega hacia la línea central, esta medida es utilizada casi universalmente para la mayoría de las especies a excepción de atunes, salmónidos, júreles y pámpanos; en las cuales la medida utilizada es el “largo horquilla” el cual va desde el extremo anterior de la boca hasta el centro del ángulo que forman los lóbulos caudales. También existe otra medida que se utiliza rara vez es el “largo estándar”, el cual consiste en medir desde el extremo de la boca hasta el último hueso de la columna (Orellana, 2011).

2.3.2. ICTIOFAUNA COMO INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL

Existen varios grupos de organismos que han sido incluidos como indicadores de calidad ambiental en ecosistemas acuáticos. Sin embargo, las comunidades de ictiofauna han surgido como indicadores para los programas de monitoreo biológicos por varias razones debido a que son organismos relativamente fáciles de capturar e identificar (Velasquez y Vega, 2004).

2.3.3. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES PARA MUESTREO DE ICTIOFAUNA

Los protocolos de muestreo y análisis, en lagos y embalses se eligen diferentes estaciones de muestreo (localización de una red de captura), según sus características hidromorfológicas y de hábitat). El número de estaciones de muestreo en la masa de agua depende del área en hectáreas, profundidad, heterogeneidad del hábitat, y de los objetivos del estudio.

Tabla 2. 1. Puntos de muestreo en base a la profundidad y el área (ha).

PROF. (M)	<20	21 - 50	51 - 100	101 – 250	251-1000	1001 - 5000
0 – 5,9	8	8	16	16	24	24
6 – 11,9	8	16	24	24	32	32
12 – 19,9	16	16	24	32	40	40
20 – 34,9	16	24	32	40	48	56
35 – 49,9	16	32	32	40	48	56
50 – 74,9	16		40	40	56	64
>75					56	64

Fuente: Burgos y Pazmiño (2017)

2.3.4. COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LA ICTIOFAUNA

De acuerdo a Karr (1981) citado por Velásquez y Vega (2004), las muestras de individuos omnívoros con menos del 20% son consideradas buenas, a diferencia de aquellos lugares con más de 45% están ampliamente degradados. Las poblaciones viables y saludables de especies carnívoras indican una comunidad saludable y diversificada; cuándo la calidad del agua declina, las poblaciones de esas especies disminuyen o desaparecen. Una proporción mayor de 5% de estos individuos indica ecosistemas saludables; mientras que muestras con menos de 1% de estos organismos indican condiciones de mala salud del ecosistema.

2.3.4.1. CARNÍVOROS Y DETRITÍVOROS

En la categoría carnívoros se encuentran las especies de ictiofauna que más del 50% del contenido del estómago son presas animales las especies de ictiofauna carnívoras influyen y están influenciados por el comportamiento y la abundancia de sus especies de presas de ictiofauna e invertebrados (Barros, 2016).

Las especies de ictiofauna detritívoras son importantes en el medio ya que su dieta se basa en la alimentación de nutrientes, como materia orgánica en descomposición lo que permite que sean un contribuyente importante en los ciclos biogeoquímicos, también regulan la resiliencia del ecosistema (Huertas, Acevedo y Cataño, 2018).

2.3.4.2. HERBÍVOROS Y OMNÍVOROS

Las especies de ictiofauna herbívoras se caracterizan por una dieta alta en contenido vegetal y algas, mientras que los omnívoros se basan en una dieta mixta que conlleva a la reducción de alimentos vegetativos y se inclina por alimentos cárnicos, pero su base herbívora destaca. Las altas temperaturas y la alta producción primaria durante todo el año en las aguas cálidas pueden romper la restricción digestiva conocida de la zona templada, creando un cambio en la composición de la dieta de las especies de ictiofauna. El consumo reducido de alimentos vegetales conduce al dominio de los omnívoros (Pereira *et al.*, 2016).

2.4. CALIDAD DE AGUA

Son las cualidades que presenta el agua, de manera tal, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos, esto incluye todos los factores que influyen en el uso benéfico del agua como lo son físicos, químicos y biológicos (Ramírez y Alberto, 2016).

El problema recae en la definición que se adopte del concepto calidad del agua, para el que existen distintas interpretaciones: se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. Desde un punto de vista ambiental, el MAE (2016) define a la calidad del agua como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica), o como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen.

2.5. CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA

Según el estado de la biota se puede establecer la calidad del agua, así también de acuerdo a su composición física química. Si se evalúa la calidad del

agua mediante uso de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias (Quispe, 2015).

2.5.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR

Este enfoque de múltiples bioindicadores utilizando ictiofauna nativa es adecuado para evaluar la calidad del agua en embalses. Sin embargo, el gradiente de contaminación inicialmente se confirma parcialmente por los bioindicadores evaluados. Con base en la alta incidencia y extensión de las alteraciones histopatológicas en el hígado de las especies de ictiofauna (*necrosis, centros de melanomacrófagos, infiltración de leucocitos y neoplasia*), y la variación en las actividades, así como los niveles de iones de cloruro; la calidad del agua a lo largo del río debería evaluarse mejor con respecto a los riesgos humanos. Por lo tanto, se debe establecer otro programa nuevo y continuo con exposición in situ asociada con el análisis químico para dilucidar la fuente de contaminantes y evaluar el riesgo para la biota y la población humana en las corrientes de agua (de Andrade Brito *et al.*, 2012).

2.5.2. HERRAMIENTAS PARA MONITOREO

Por su parte, Moreno *et al.* (2015) propuso sustituir el análisis químico mediante la medición de bioindicadores específicos. Cualquier estudio de laboratorio y de campo establece correlaciones entre parámetros distantes y el índice de salud de la ictiofauna (Montoya, 2016) o la fecundidad de la ictiofauna. Sin embargo, parece difícil establecer una relación clara entre las respuestas bioquímicas y las alteraciones de la población. En un estudio de campo, Masson *et al.* (2017) midieron un conjunto de bioindicadores bioquímicos y parámetros fisiológicos en ictiofauna *Gasterosteus aculeatus*,

pero también puntos finales de la comunidad de ictiofauna. En el río, la ictiofauna se vio claramente afectada por la contaminación del agua y el ensamblaje de los individuos de ictiofauna fue moderadamente perturbado y se caracterizó por una clara disminución del número de especies de ictiofauna jóvenes. En este contexto, podría ser posible describir un vínculo causal entre las respuestas de bioindicadores y las alteraciones de la comunidad de ictiofauna. Sin embargo, muchos factores ambientales pueden perturbar el ensamblaje de ictiofauna (Romano, 2016).

Los bioindicadores aparecen como herramientas complementarias a los enfoques químicos y ecológicos aplicados clásicamente en el monitoreo del medio ambiente acuático. Por lo tanto, estos parámetros pueden usarse en los programas de monitoreo. En este contexto, los bioindicadores pueden permitir identificar efectos biológicos tempranos (Vasseur y Cossu, 2003) o fuentes de contaminación (Galloway *et al.*, 2004), caracterizar la vía mecanicista entre la exposición y los efectos (Brown *et al.*, 2004) y ayudar a establecer una relación entre el estado químico y ecológico. Sin embargo, es económicamente difícil aplicar bioindicadores ampliamente para todos los regímenes de monitoreo requeridos. Por lo tanto, se puede proponer una aplicación racional de estas herramientas.

2.6. ÍNDICES COMUNES PARA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE ICTIOFAUNA

Para que las especies de ictiofauna puedan ser utilizadas como medida de la calidad del agua, se deben emplear índices que muestren el nivel de calidad ambiental. Uno de los primeros fue el índice de Shannon-Wiener que evalúa la diversidad de las especies de ictiofauna sometidas a la contaminación del agua durante la década de 1960, sin embargo, éste ha sido criticado debido a que no incluye aspectos importantes como la periodicidad y el tipo de muestreo, el nivel de la resolución taxonómica y porque responde de manera irregular a los cambios naturales del medio acuático (García *et al.*, 2017).

Otra manera sencilla de medir un conjunto de especies de ictiofauna es contando el número de taxa que contiene, es decir, su riqueza específica. De hecho, a pesar de sus límites, esta riqueza es un valioso indicador para la gestión ambiental y para el estudio de la biodiversidad (Walmsley, 2002).

Los índices multimétricos forman el enfoque más reciente para determinar la calidad ambiental de los ríos. La idea es integrar la información de los conjuntos de especies de ictiofauna y del medio en múltiples variables o métricas para determinar el nivel de perturbación de un ecosistema, comparando sitios degradados con sitios de referencia. Las métricas se eligen según algunos criterios, que pueden incluir aspectos estadísticos, se considera para que una métrica sea robusta, ésta debe ser representativa de la comunidad ecológica que está bajo estudio y debe proporcionar una respuesta que se pueda discriminar de la variación natural. Algunos ejemplos de métricas son: la riqueza específica total, porcentaje y número de especies tolerantes y sensibles, distancia que hay entre el sitio de muestreo y las fuentes del río, el porcentaje de superficie de la cuenca que corresponde a cultivos agrícolas o a ciudades, entre otras (García *et al.*, 2017).

Otras características ecológicas y biológicas, tales como la preferencia de substrato, la preferencia de velocidad del flujo, estrategias reproductivas o porcentaje de organismos enfermos, pueden también incluirse en índices multimétricos (Dolédec *et al.*, 1999). El índice de integridad biótica (IBI) es un índice multimétrico para ictiofauna concebido en los Estados Unidos por Karr *et al.* (1981). El IBI fue desarrollado originalmente para los estados del medio oeste, pero se ha adaptado a otras regiones (Lyons *et al.*, 2001) y otros países, como Bélgica (Kestemont *et al.*, 2000), entre otros. El IBI puede cambiar dependiendo de la variabilidad natural y de la región fisiográfica (Smogor y Angermeier, 2001), la localización del muestreo en la cuenca y el tipo de río bajo estudio (Seegert, 2000). De acuerdo a Iliopoulou *et al.* (2003) las críticas que han recibido los índices multimétricos incluyen:

- Incapacidad para registrar los efectos de nuevas perturbaciones.

- Su escala en categorías obscurece la magnitud de los impactos ambientales y no miden de manera cuantitativa las alteraciones del ecosistema.
- Se presentan como valores absolutos sin tener en cuenta la incertidumbre estadística.

2.6.1. ÍNDICE DE SHANNON

El índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Se define como una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006). Además, es utilizado para examinar la estructura de las comunidades de ictiofauna, como uno de los índices biológicos mayormente aceptados a nivel mundial debido a que refleja la uniformidad de la distribución de las taxa, su dimensionalidad, y su relativa independencia del tamaño de la muestra (Cedeño y Quinteros, 2016).

$$H = - \sum p_i \ln p_i \quad [2.1]$$

Donde:

H = índice de equidad.

P_i = Abundancia relativa.

En la tabla 2.2 se resume los niveles que indican la diversidad de especies a través del Índice de Shannon.

Tabla 2.2. Niveles que indican la diversidad de especies a través del Índice de Shannon.

Categorías	Niveles
Baja	<2
Media	2-3
Alta	>3

2.6.2. ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA

Uno de los índices más empleados para evaluar el estado de salud de los ambientes acuáticos y que contempla los atributos ecológicos de los ensamblajes de ictiofauna es el denominado índice de integridad biótica (IBI). Este índice es de gran importancia porque se encarga de medir la capacidad de un sistema acuático para la comunidad de organismos adaptada, integrada y equilibrada, teniendo una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable a la del hábitat natural de la región (Masson *et al.*, 2017).

$$IBI = \sum VRA [2.2]$$

Donde:

IBI= índice de integridad biótica.

$\sum VRA$ = Sumatoria de los parámetros de respuesta ambiental.

Tabla 2.3. Parámetros para el desarrollo de IBI, basado en ictiofauna.

Categorías	5	3	1
Composición y riqueza de especies			
a) Número de especies	>9,00	5,00-8,00	<4,00
b) Índice de diversidad (Shannon Wiener)	>2,19	2,18-1,39	<1,38
Composición trófica			
c) Proporción de omnívoros	<20,00	20,00-45,00	>45,00
d) Proporción de detritívoros	>2,00	1,00	0,00
e) Proporción de herbívoros	>3,00	1,00-2,00%	0,00
f) Proporción de carnívoros tope	>3,00	1,00-2%	0,00
Abundancia y condición de la ictiofauna			
g) Número de individuos	>280,00	279,00-140,00	<140,00
h) Proporción de ictiofauna con anomalías	0,00	1,00-2,00	3,00

Fuente: Karr (1981).

Tabla 2.4. Clase de integridad biótica, atributos y puntuaciones.

Clases de Integridad	Atributos
Excelente (52-55)	Comparable a las mejores condiciones naturales, sin influencia del hombre; todas las especies nativas esperadas para el hábitat o tamaño del cuerpo de agua presentes, incluyendo las formas intolerantes; estructura trófica balanceada.
Buena (42-47)	Riqueza de especies un tanto por debajo de lo esperado, debido especialmente a la pérdida de las formas intolerantes; algunas especies con distribución de la abundancia o de tamaño inferior al óptimo; la estructura trófica muestra algunos signos de estrés.
Regular (32-38)	Signos de deterioro adicional, incluye pocas especies, intolerantes; estructura trófica más alterada (p. ej., aumento en la frecuencia de omnívoros); las mayores clases de edad de carnívoros tope pueden ser raras.
Pobre (21-28)	Dominada por omnívoros, especies tolerantes a la contaminación y de hábitat generalistas, pocos carnívoros tope; tasas de crecimiento y factores de condición comúnmente disminuidos; presencia de formas hídricas e ictiofauna con enfermedades.
Muy pobre (<20)	Pocas especies de ictiofauna presentes, la mayoría introducidos o formas muy tolerantes; los híbridos son comunes; parásitos y enfermedades frecuentes, los daños en las aletas y otras anomalías (tumores) son comunes.
Ausencia de ictiofauna (0)	La ictiofauna está ausente en repetidos muestreos.

Fuente: Karr (1981).

2.7. INDICADOR BIOLÓGICO O BIOINDICADORES

Un indicador biológico es considerado como aquel aspecto cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habitan, en especial si aquellos fenómenos constituyen un problema de manejo de recurso hídrico (Giacometti, 2019).

Los bioindicadores se pueden considerar como herramientas complementarias para el análisis físico-químico y ecológico utilizado habitualmente para el monitoreo de campo (Sanchez *et al.*, 2008). Fue desarrollado por primera vez en biología humana para proporcionar un diagnóstico temprano de patologías. Luego se utilizaron en ecotoxicología para coevaluar los efectos de la contaminación en los organismos silvestres. En este contexto, un bioindicador se definió como "una variación bioquímica, celular, fisiológica o de comportamiento que puede medirse en muestras de tejido o fluido corporal o al nivel de organismos completos que proporciona evidencia de exposición y/o efectos de uno o más contaminación química y/o radiaciones. Para

completar esta definición, Garcés *et al.* (2017) propusieron varios criterios para evaluar la fuerza y la debilidad de los bioindicadores.

- La respuesta del bioindicador debe ser sensible a la exposición y/o efectos xenobióticos para servir como parámetro de alerta temprana. Además, los perfiles de respuesta temporal de los bioindicadores después de la exposición a productos químicos también deben conocerse para una mejor comprensión de los resultados (Wu *et al.*, 2005).
- Los efectos de los factores de confusión en los datos de referencia y las respuestas de bioindicadores deben estar bien establecidos para distinguir entre la variabilidad natural y el estrés inducido por la contaminación. Para este propósito, se debe saber que la biología y la fisiología de los organismos seleccionados minimizan las fuentes de variación (por ejemplo, edad, género, estado reproductivo).
- Deben definirse los mecanismos que respaldan las relaciones entre las respuestas biológicas utilizadas como bioindicadores y la exposición a contaminantes, así como las relaciones entre las respuestas de bioindicadores y el impacto en los organismos (Huggett, 2018).

2.7.1. BIOINDICADORES ACUÁTICOS

Varios bioindicadores llamados bioindicadores centrales están bien descritos en la literatura científica (Giacometti, 2019) y algunos de ellos pueden utilizarse para evaluar la calidad del medio ambiente acuático. Sin embargo, debido a la gran cantidad de contaminantes encontrados en el medio ambiente acuático y los diversos efectos de estos contaminantes, ningún bioindicador puede determinar inequívocamente la degradación ambiental. Por lo tanto, la aplicación de un conjunto de bioindicadores basados en mediciones de parámetros complementarios parece ser una forma valiosa de diferenciar los sitios limpios y contaminados o para describir con precisión los efectos de la contaminación en los organismos (Sanchez *et al.*, 2007).

2.8. RÍO CARRIZAL

Forma parte del sistema hidrográfico Chone que abarca jurisdicciones territoriales de los cantones: Chone, Tosagua, Bolívar y Junín. Convirtiéndose en el recurso hídrico más importante del cantón Bolívar (Mendoza *et al.*, 2019). Se caracteriza por las cadenas de montañas de la cordillera Costanera del Pacífico ecuatoriano, con una altura media que oscila entre los 400 y 600 m.s.n.m. También presenta una plataforma con tendencia ondulada, que oscila entre 10-26 m.s.n.m, que es alimentado desde el extremo oriental por el río es el Carrizal que a su vez recibe desde el este a los ríos Barro y Julián (represados en el embalse La Esperanza) y al Sur, aguas abajo, los ríos Trueno y Mosca, hacia el Norte con el río Canuto. Finalmente, el río Carrizal desemboca en el río Chone, al oeste del humedal La Segua (Sistema Nacional de Información, 2017).

2.9. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE ICTIOFAUNA EN EL RÍO CARRIZAL

2.9.1. GUANCHICHE (*Hoplias microlepis*)

De acuerdo a de las Mercedes *et al.* (2015) *Hoplias microlepis* tiene cuerpo cilíndrico; ligeramente comprimido. Cabeza fuertemente osificada; boca terminal; dientes cónicos mandibulares insertos en el cráneo e intestino corto. Sus escamas son duras y lisas al tacto. Coloración del cuerpo marrón oscuro con manchas oscuras y claras diseminadas en el cuerpo, el vientre es blanco. Las aletas caudal y dorsal con manchas oscuras. Esta especie se alimenta de restos de otras especies, catalogándola como carnívora. Se ha distribuido ampliamente en ambientes de aguas estrictamente lenticas como lagos y embalses (Cucalón y Bajaña, 2015).

2.9.2. DICA (*Pseudocurimata boulengeri*)

De acuerdo a Lamouroux *et al.* (2017) la taxonomía de *Pseudocurimata boulengeri* tiene cuerpo moderadamente alargado, algo comprimido. Aleta dorsal termina en punta; aleta adiposa presente; aleta caudal ahorquillada.

Cabeza en punta; la mandíbula superior supera ligeramente a la inferior, boca algo subterminal. La diferencia entre *P. boulengeri* y *P. troschellii* es porque la primera tiene 50-57 escamas en la línea lateral, mientras la segunda tiene de 42-47 escamas en la línea lateral. El cuerpo de color plateado brillante en vida, el dorso es un poco más oscuro, al igual que las aletas (Revelo y Laaz, 2012).

Alimentación: Herbívora.

Ecología: Vive en ríos de gran caudal, junto con otros Characiformes, suele succionar detritos del fondo.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos.

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento.

Distribución: Cuenca del río Guayas.

2.9.3. PEZ GATO (*Isorineloricaria spinosissima*)

De acuerdo a Vélez (2016) la taxonomía de *Isorineloricaria spinosissima* tiene cuerpo comprimido dorso ventralmente; cubierto por placas óseas y espinas. Cabeza ancha y larga; superficie granulosa. Boca en posición inferior, en forma de ventosa con dos barbos poco desarrollados.

Dientes pequeños numerosos. Espina de la aleta dorsal y pectoral con bordes espinosos; espinas más gruesas en los machos sobre todo en las aletas pectorales; aleta caudal ahorquillada. Contiene manchas negras redondeadas en todo el cuerpo, inclusive en las aletas (Ray y Armbruster, 2016).

Alimentación: Herbívora.

Ecología: De hábitos bentónicos, se encuentra inserto a rocas y troncos de árboles en el lecho del río absorbiendo las algas que se encuentran adheridas.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos.

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento.

Distribución: Cuenca del río Guayas.

2.9.4. VIEJA COLORADA (*Cichlasoma festae*)

De acuerdo a González *et al.* (2016) el cuerpo de esta especie es comprimido lateralmente y la cabeza es predominante.

Boca terminal con pequeños dientes caninos. Aleta caudal de borde redondeado, una mancha oscura redondeada en el pedúnculo caudal a cada lado; las aletas caudal, anal y dorsal presentan una coloración rojiza. El color del cuerpo varía según el sexo, las hembras poseen bandas verticales negras, mientras que los machos no tienen estas bandas además los machos poseen tonalidades rojizas y verdosas en el cuerpo (Revelo y Laaz, 2012). Su alimentación es de tipo omnívora.

Ecología: Denominada “vieja de montaña” porque es común en ríos pre montanos, de fondo rocoso y aguas templadas.

Importancia: Alimenticia, ornamental.

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento, línea de mano.

Distribución: Vertiente Pacífica de Ecuador.

2.9.5. VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)

De acuerdo a Arévalo y Abraham (2016) destacan en esta especie que su cabeza es muy prominente, sobretodo en las especies machos. En la parte inferior de la cabeza presenta unos reflejos azul intenso a manera de rayas en ambos sexos, que se intensifican cuando están en etapa reproductiva. Boca terminal algo protractil; dientes cónicos (Revelo y Laaz, 2012). Esta especie se ha distribuido ampliamente en Sudamérica, sobre todo en países como Ecuador y Perú y su alimentación es de tipo Omnívora.

2.9.6. BONGO (*Moenkhausia sp.*)

Es una especie aguas profundo descrita desde el río Amazonas. El examen de varios especímenes reveló que presenta el lóbulo de la aleta caudal superior más oscuro que el lóbulo inferior. Además de las características relacionadas con la mancha humeral, esta especie se puede distinguir al presentar una delgada línea longitudinal en el cuerpo, formada por una pigmentación profunda en el tabique horizontal, desde la vertical hasta la base del primer rayo de la aleta dorsal no ramificado hacia el pedúnculo caudal (Oliveira y Marinho (2016).

De acuerdo a Reis (2018), los machos pueden llegar alcanzar los 10 cm de longitud total. Habitan en zonas de clima tropical entre 21°C - 25°C de temperatura. Se encuentran en Sudamérica: las Guayanas y cuenca del río Amazonas.

2.9.7. BARBUDO (*Rhamdia quelen*)

Es un pez bagre característico de Sudamérica, habita en agua dulce como lagos y ríos, generalmente en ambientes de aguas tranquilas o de baja velocidad. Esta especie tiene una gran importancia económica porque es ampliamente utilizada en estanques piscícolas. Se ha estudiado esta especie en varios aspectos, tales como su ecología, fisiología (Higuchi *et al.*, 2011) y su respuesta a la exposición a pesticidas, metales (Pereira *et al.*, 2016) y antiinflamatorios (Ghelfi *et al.*, 2016).

Por su parte, Ferreira *et al.* (2018) destacan como características generales de *Rhamdia quelen* a su cuerpo alargado y cabeza levemente achatada. Puede llegar a medir hasta 40 cm de longitud. Este pez se caracteriza por su alimentación que es de tipo omnívora.

2.9.8. DAMA DE MONTAÑA (*Brycon atrocaudatus*)

De acuerdo a Leon *et al.* (2019) en *Brycon* predomina que la mandíbula inferior es menos prominente que la superior. Línea lateral con 56-59 escamas,

presenta de una mancha negra grande en la mitad del pedúnculo caudal que se prolonga hasta los radios medios caudales; suele presentar una tonalidad amarillenta en el vientre. Todas las aletas presentan una tonalidad rojiza exceptuando la aleta adiposa que es amarillenta. En vida suelen presentar manchas púrpuras sobre el opérculo.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el río Carrizal, comprendiendo una longitud de 9 Km; Se consideró varios puntos de estudio que incluyó: áreas recreacionales, áreas influenciadas por el casco urbano del cantón, áreas de intersección hídrica, áreas no intervenidas y áreas influenciadas por la bananera Amanda Michelle. En la figura 3.1 se muestra una imagen satelital del lugar de estudio.

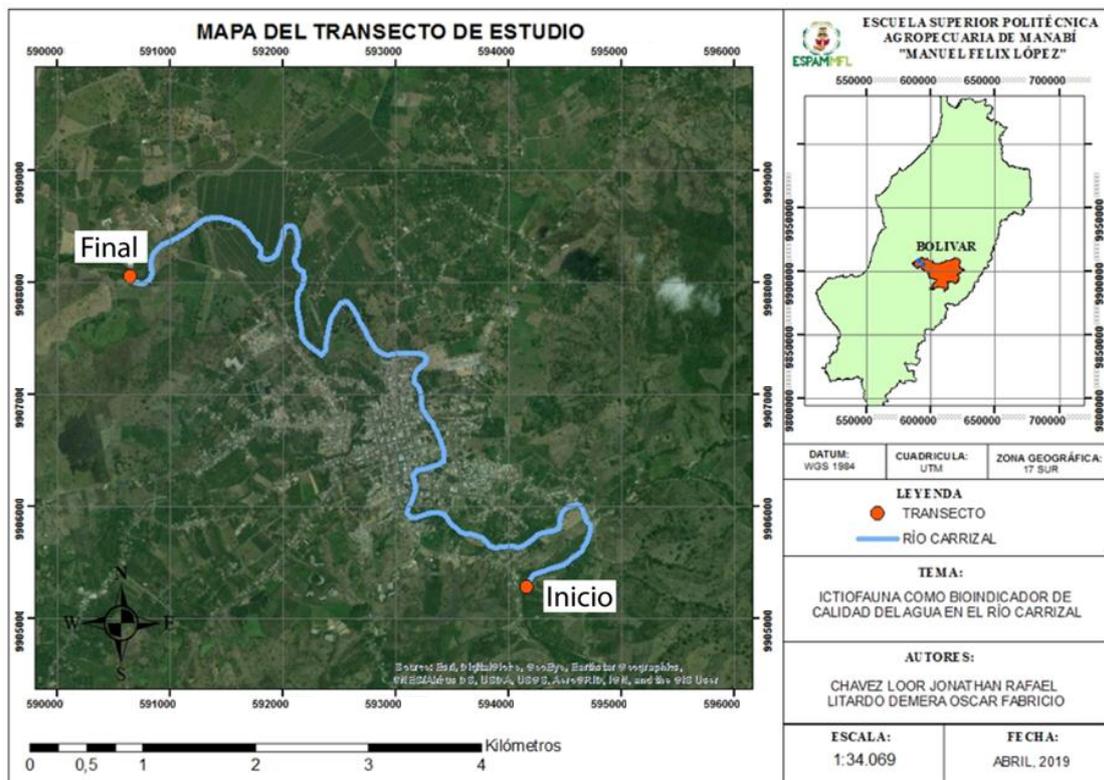


Figura 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Fuente: Chávez y Litardo (2019).

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 9 meses, a partir de la aprobación del trabajo de titulación para las labores de diagnóstico, monitoreo y análisis de información.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se utilizaron los métodos de campo, descriptivo y documental; así como también el índice de integridad biótica propuesto por Karr (1981) citado por Masson *et al.* (2017), y el cartográfico a través de los Sistemas de Información Geográfica, realizado por Barriga (2011) en un estudio asociado a la ictiofauna de agua dulce e intermareales del Ecuador.

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del agua en el río Carrizal.

3.4.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Ictiofauna.

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

3.5.1.1. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Se establecieron seis estaciones de muestreo en función del área, profundidad (no superior a 2 m) y heterogeneidad del hábitat para la captura de las especies de ictiofauna, como lo recomiendan Vergara y Zambrano (2018) y Burgos y Pazmiño (2017), este método fue adaptado a las condiciones del río Carrizal de acuerdo a su heterogeneidad, área, profundidad, accesibilidad a los sitios de muestreo. Siguiendo las especificaciones de la tabla 2.1

3.5.1.2. GEORREFERENCIACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para dar cumplimiento con esta actividad se utilizó el software Google Earth para seleccionar el trayecto en la zona de estudio y GPS para la georreferenciación. Los puntos fueron llevados al sistema de coordenadas para

representar las estaciones de muestreo mediante el empleo del programa ARGIS siguiendo las especificaciones de Barriga (2011).

3.5.2. FASE II. DETERMINACIÓN LA DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA

3.5.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA

La captura de individuos, se realizó durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Se efectuó una captura por mes en cada estación de muestreo (tres capturas por estación de muestreo) (Franco, 2017). Los individuos fueron capturados mediante artefactos de pesca tales como: redes de lance, arpón casero y anzuelo. Con las redes de lance, se aplicó la técnica de arrastre en un recorrido de 100 m (Henke y Chaves, 2018). La toma de muestras de ictiofauna se realizó durante los meses de noviembre 2018 a enero 2019.

Para la identificación de ictiofauna se realizó una comparación de las especies capturadas con las detalladas en el Catálogo de peces de aguas continentales en ríos de Ecuador (Anexo 1A), desarrollado por Revelo y Laaz (2012), así como también la guía para peces de aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador (Anexo 1B) (Prado *et al.*, 2015) y una guía de peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental (Anexo 1C) desarrollado por Galvis *et al.* (2007), para verificar datos sobre las características de los individuos encontrados. Posteriormente, de acuerdo a la comparación se clasificó a cada individuo de ictiofauna, según su nombre científico (García *et al.*, 2017).

3.5.2.2. MEDICIÓN Y PESAJE

Los ejemplares para su debida conservación fueron puestos en refrigeración (cooler), luego se trasladaron a los laboratorios con la finalidad de realizar los respectivos análisis y registrar las medidas antropométricas (Longitud y peso de la especie), como lo recomiendan Revelo y Laaz (2012); Quezada *et al.* (201-9); Leon *et al.* (2019).

Para la valoración de las características físicas se tomó en cuenta medidas antropométricas como longitud y peso; así mismo se clasificó según la longitud furcal y longitud total, realizando comparación con las especies pequeñas y grandes obteniéndose el valor promedio y la desviación estándar; mismas que se clasificaron según estaciones de muestreo (Tobar y Magno, 2017). Para el pesaje se utilizó una balanza digital para medir gramos; en cuanto a la longitud total se midió al pez desde al ápice de la boca hasta donde termina la aleta caudal. La longitud furcal se mide desde el ápice de la boca hasta donde empieza la aleta caudal recomendado por Barriga (2012), esta acción se realizó utilizando un ictiómetro (calibrador vernier) (Mallo *et al.*, 2018).

3.5.2.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LAS COMUNIDADES DE ICTIOFAUNA

En la categoría de composición trófica para las respectivas métricas se hicieron los análisis del contenido estomacal. Se llevaron las especies de ictiofauna a los laboratorios de química general del área agroindustrial y al de microbiología del área agropecuaria para ser diseccionados y sacar su contenido estomacal, después se colocaron los restos de alimento en una caja petri, el contenido se lavó con agua destilada y lugol. Luego se observaron con una lupa estereoscópica y se determinó su composición trófica (Berrios y Vargas, 2003).

3.5.2.4. IDENTIFICACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ICTIOFAUNA

Para obtener la diversidad se utilizó el índice de Shannon Wiener y el número de especies se determinó utilizando la identificación de género y especies, estas métricas se encuentran dentro de los parámetros del IBI (Quispe, 2015). Se aplicará la ecuación 2.1 para determinar el índice de Shannon Wiener que corresponde a:

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

Donde:

H = índice de equidad.

Pi = Abundancia relativa.

De acuerdo al resultado obtenido a través de la ecuación, se hizo una comparación con los niveles y criterios de diversidad establecidos en la tabla 2.2.

3.5.3. FASE III. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL

Es importante mencionar que la comunidad de ictiofauna posee varios atributos de suma importancia como indicador de integridad biótica, ya que estos organismos son un componente visible y responden previsiblemente a los cambios que ocurren en el ecosistema en el que habitan (Munguía *et al.*, 2007). Se aplicó el índice de integridad biótica (IBI) basado en ictiofauna propuesto por Karr (1981), que es una herramienta valiosa para establecer el estado ecológico de los sistemas acuáticos, empleando los datos recolectados en las actividades anteriores. Finalmente, se aplicará la ecuación 2.2 que corresponde a:

$$IBI = \sum VRA$$

Donde:

IBI= índice de integridad biótica.

$\sum VRA$ = Sumatoria de los parámetros de respuesta ambiental.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

En la figura 4.1 se detallan los aspectos más relevantes de cada estación de muestreo.

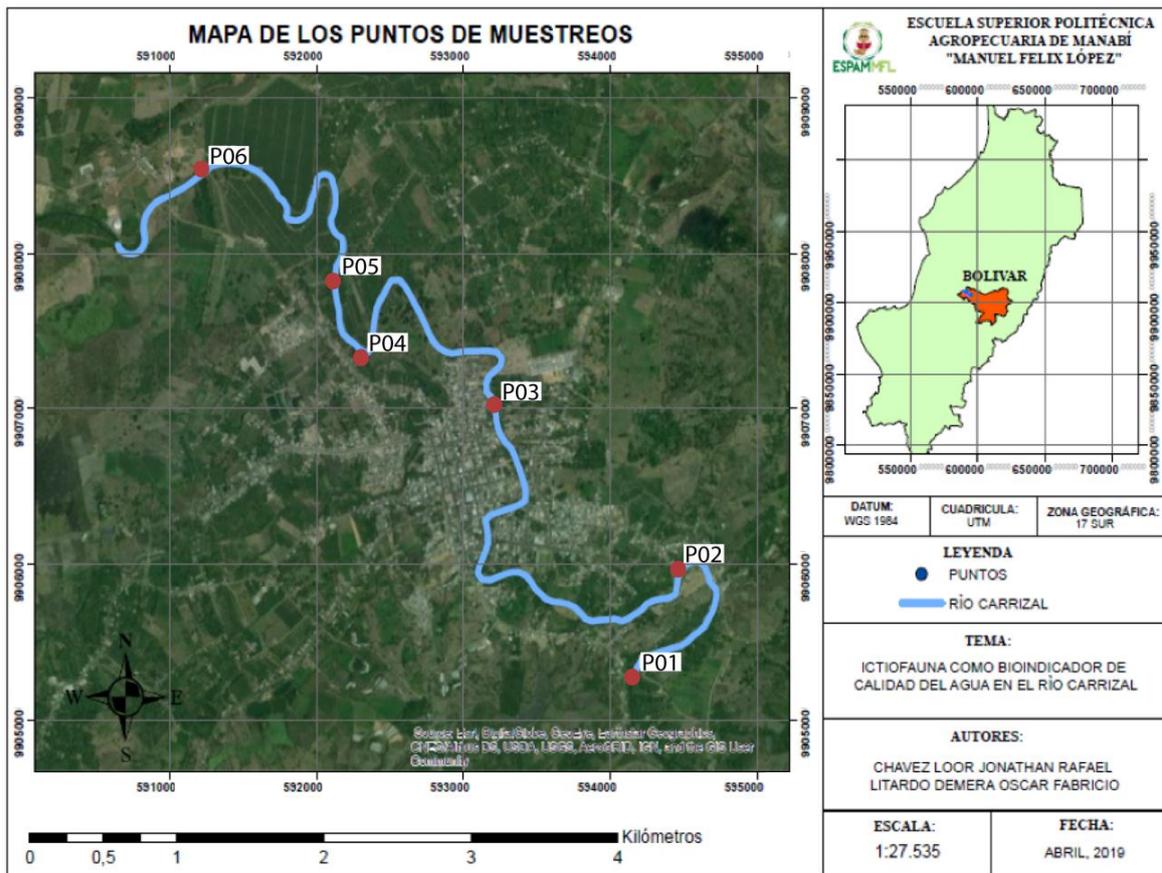


Figura 4.1. Representación de las seis estaciones de muestreo.

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

De acuerdo a la Tabla 4.1, las características ocurrientes en las seis estaciones de muestreo fueron corriente lenta del cauce y la presencia de residuos sólidos plásticos por vertidos domésticos, agrícolas, recreativos y de actividades de esparcimiento, aguas arriba.

Tabla 4. 1. Aspectos predominantes en las estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	X	Y	Descripción
Sitio recreacional Los Almendros (P₀₁)	594462	9905975	- Cauce despejado. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016). - Presencia de residuos sólidos plásticos.
Balneario recreacional Platanales (P₀₂)	594462	9905975	- Cauce despejado. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016). - Presencia de residuos sólidos plásticos.
Puente que conecta con el Barrio Las Mercedes (P₀₃)	593458	9907082	- Puente que conecta con el Barrio Las Mercedes. - Contaminación visual. - Próximo al casco urbano de la ciudad de Calceta. - Presencia de residuos sólidos plásticos. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016).
Dos bocas (P₀₄)	592304	9907338	- Abundancia de Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>) - Acumulación de palizada. - Desembocadura del río Mosca. - Presencia de residuos sólidos plásticos. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016).
Cercanía Bananera Amanda Michelle (P₀₅)	592118	9907823	- Descargas de aguas residuales procedentes de una bananera. - Acumulación de palizada. - Presencia de residuos sólidos plásticos. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016).
Balneario recreacional en el sitio El Limón (P₀₆)	591222	9908543	- Limita con la ESPAM MFL. - Descargas de aguas residuales procedentes de una bananera. - Velocidad de corriente lenta (Cedeño y Quintero, 2016).

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

Es común apreciar bolsas plásticas llenas de residuos sólidos flotando en el río y que provienen de varios hogares asentados local y adyacentemente. Este aspecto, en las últimas décadas se ha convertido en uno de los mayores problemas ambientales globales porque su consumo masivo implica una mayor generación y, en muchos casos, terminan en cuerpos de aguas importantes, como los ríos (Kang *et al.*, 2019). Es por ello que inclusive en sistemas hidrográficos de ciudades pequeñas como el Cantón Bolívar, este problema prevalezca.

El P₀₆ se seleccionó por ser un lugar de recreación visitado por una afluencia importante de personas, sobre todo los fines de semana y feriados. En relación a lo encontrado por Sacón y Mera (2018) este sitio presenta un potencial alto para el desarrollo turístico local. El P₀₅ se eligió por su cercanía a una bananera de importancia para la economía local (Faubla y Ponce, 2016). P₀₄ se eligió por

ser un punto de encuentro entre el río Carrizal y el río Mosca. P₀₃ al estar influenciada por las actividades propias del casco urbano principal del cantón. Finalmente, el P₀₂ y P₀₁, al igual que el P₀₆, fueron elegidos por ser lugares recreativos (Carranza y Zambrano, 2012).

La estación de muestro P₀₄ se caracterizó por la presencia de *Eichhornia crassipes*, prevaleciendo aromas de descomposición en esta estación de muestreo. Esto concuerda con Jin *et al.* (2003) quienes mostraron que *Eichhornia crassipes* afecta la transformación de nitrógeno al asimilar o liberar los nutrientes del agua durante su crecimiento, y al inhibir el crecimiento de algas. Además, disminuye los niveles de Oxígeno Disuelto (Ma *et al.*, 2014), pH y carbono orgánico disuelto en el agua eutrofizada. Sin embargo, Ma *et al.* (2019) afirma que las raíces de *Eichhornia crassipes* bien desarrolladas facilitan la fijación de microorganismos en el agua.

Otros aspectos encontrados fueron: influencia de descargas de aguas residuales procedentes de una bananera (P₀₅ y P₀₆), acumulación de palizada (P₀₅ y P₀₄) proveniente de la cuenca alta del río Carrizal, balnearios recreacionales (P₀₆, P₀₁ y P₀₂), entre otros.

La zona de estudio comprendió una longitud de 9 Km; desde el P₀₁: sitio recreacional Los Almendros hasta el P₀₆: Puente y balneario recreacional El Limón. La zona de estudio se encuentra a lo largo del Valle de Calceta; misma que reúne condiciones aptas para el desarrollo agrícola, como es el caso del P₀₆ y P₀₅ que están influenciados por una bananera (Fabula y Ponce, 2016). La topografía en la zona de estudio se caracteriza por ser plana, con elevaciones medias de 22 m.s.n.m, pero rodeado del accidente geográfico más representativo de la provincia como la cordillera costanera con elevaciones. La temperatura media de la zona de estudio se encuentra en los 26 °C, sin embargo, en condiciones de época seca, puede ascender hasta 33 °C (Sistema Nacional de Información, 2017). Aproximadamente el 35% de toda de la longitud de estudio (9Km) está influenciada por el casco urbano de la cabecera cantonal de Bolívar (Calceta)

4.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA

En el gráfico 4.1 se aprecia el número de individuos de ictiofauna capturados, de acuerdo a las estaciones de muestreo.

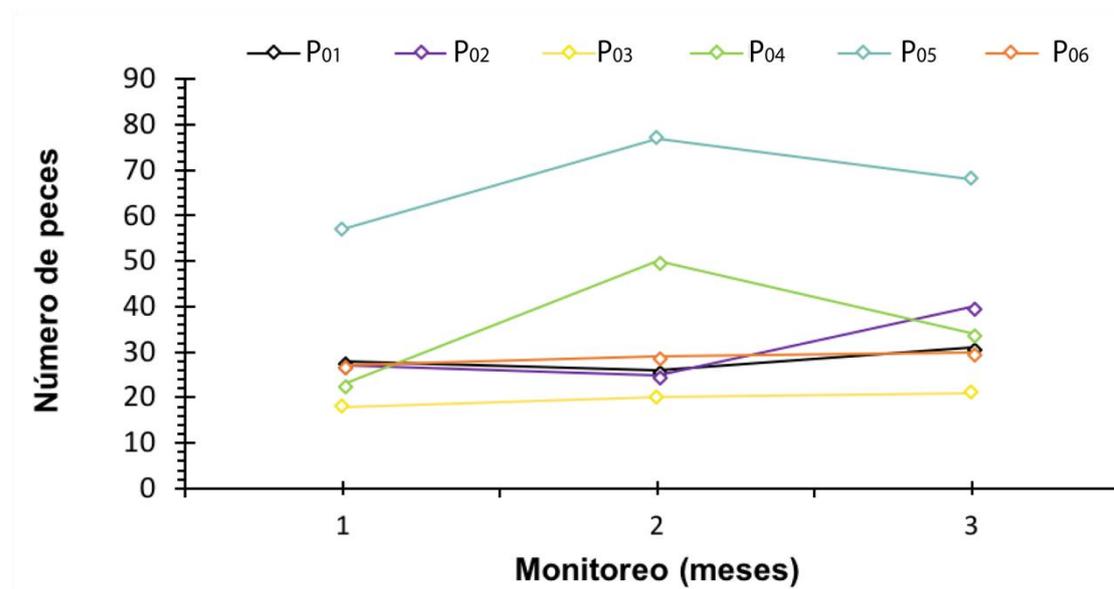


Gráfico 4.1. Ictiofauna capturada de acuerdo a las estaciones de muestreo
Fuente: Chávez y Litardo (29)

P₀₅ se obtuvo el mayor número de individuos de ictiofauna (202) recolectados mediante las tres técnicas de pesca utilizadas. Por su parte, P₀₃ fue la estación de muestreo con la menor abundancia de individuos (59). Las otras estaciones de muestreo: P₀₆, P₀₄, P₀₂ y P₀₁ tuvieron valores totales comprendidos entre el rango de 85-107 individuos (Anexo 2A). El número total de los individuos de ictiofauna capturado para este estudio fue 631 unidades (verificar con los arreglos).

El número de individuos de ictiofauna capturado fue mayor en las estaciones de muestreo menos profundos y con menor actividad humana, es decir en el P₀₅ y P₀₄. En contraste, en las estaciones de muestreo que sirven como lugares recreativos, sobre todo en fines de semana: P₀₆, P₀₂ y P₀₁ el número de individuos capturados fue menor, pero en el P₀₃ que está influenciado por el casco urbano de Calceta se pudo capturar el menor número de individuos. Esto se asocia con lo manifestado por Fischer *et al.* (28) quienes afirman que las aguas poco profundas de los ríos proveen los medios necesarios para el

desarrollo de especies de ictiofauna, a diferencia de los sitios recreacionales cuya profundidad es relativamente superior.

En total, se identificó 8 especies de ictiofauna. En la tabla 4.2, se aprecian las especies encontradas y se detallan a continuación de acuerdo a su representatividad.

Tabla 4.2. Especies de ictiofauna identificadas.

Nº	Especie	Número de ejemplares
1	<i>Hoplias microlepis</i>	19
2	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	63
3	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	58
4	<i>Cichlasoma festae</i>	149
5	<i>Andinoacara rivulatus</i>	30
6	<i>Moenkhausia sp.</i>	261
7	<i>Brycon atrocaudatus</i>	30
8	<i>Rhamdia quelen</i>	21
Total		631

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

La especie *Moenkhausia sp* (261 ind.), *Cichlasomafestae* (149 ind.), *Pseudocurimata boulengeri* (63 ind.), *Isorineloricaria spinosissima* (58 ind.), *Andinoacara rivulatus* (30 ind.), *Brycon atrocaudatus* (30 ind.), *Rhamdia quelen* (21 ind.), *Hoplias microlepis* (19 ind.). Estos resultados difieren considerablemente con los mencionado por Revelo y Laaz (2012) quienes indican que las especies con mayor abundancia en la zona costera son la *Andinoacara rivulatus*, *Pseudocurimata boulengeri*, *Brycon dentex*, desde el año 2008 hasta el 2011.

Por otra parte, el gráfico 4.2, representa la distribución de la abundancia de ictiofauna, según la especie y estación de muestreo.

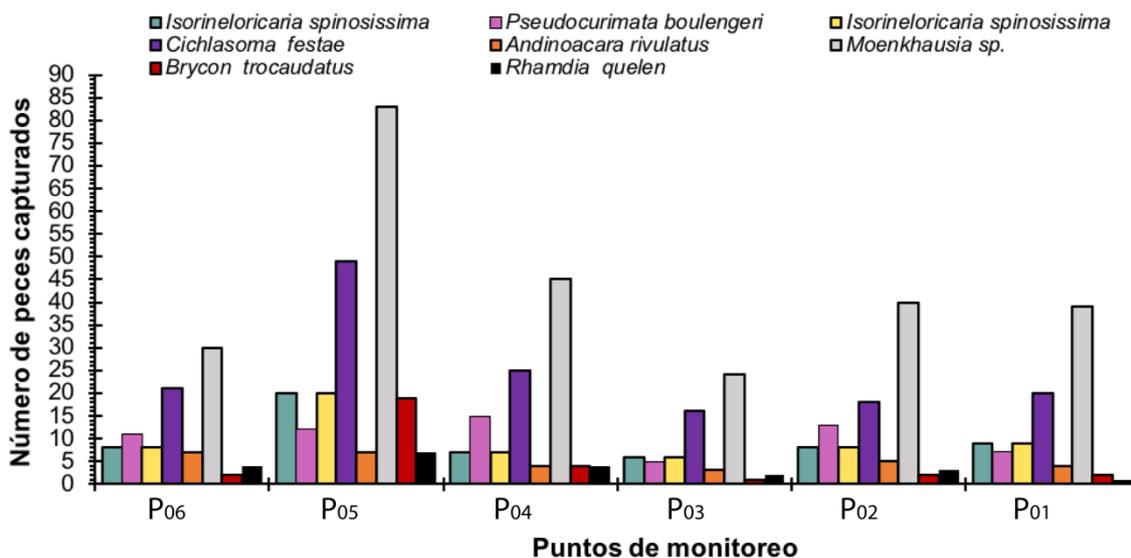


Gráfico 4.2. Distribución de las especies identificadas.
Fuente: Chávez y Litardo (2019).

En P₀₅ se encontró mayor abundancia de ictiofauna (Anexo 2B). Esto se puede asociar a la ausencia de actividades antropogénicas, que como lo establece Corbat *et al.* (2015) es la principal causa de vulneración del estado de conservación de la ictiofauna dulceacuícola.

La especie *Moenkhausia sp* al ser omnívora tiene la ventaja de sobrevivir en diversas estaciones por lo cual se presentó con mayor frecuencia. La distribución de especies se relaciona proporcionalmente con la abundancia de especies de ictiofauna capturadas. Estos resultados, guardan correspondencia con los de Montoya *et al.* (2018) quienes encontraron que las comunidades de ictiofauna no presentan variación de la diversidad y riqueza temporalmente, pero sí espacialmente, lo cual podría deberse a que cada estación presentó características estructurales diferentes.

La especie *Isorineloricaria spinosissima* fue la que obtuvo mayor peso y longitud en comparación a las otras especies del estudio; con una longitud total máxima (32,81 cm), una longitud total mínima (14,35 cm), longitud furcal máxima (27,37 cm), longitud furcal mínima (10,42 cm); peso máximo (304,51 g); peso mínimo (70,76 g) del promedio en todas las estaciones. Estos datos se correlacionan con lo expuesto por Jiménez (2015) en su manual de estudio indica que la especie *Isorineloricaria spinosissima* se encuentra en ríos de gran

afluencia; no se presenta con frecuencia en riachuelos ni en piscinas y que debido a su gran longitud y gran potencial para la acuicultura están siendo exportados.

En relación a longitud y peso, la especie *Isorineloricaria spinosissima* tuvo mayor tuvo mayor representatividad. La estación P₀₅ con una longitud total máxima (42,67 cm), longitud furcal máxima (37,30 cm); peso máximo (533,58 g); en contraparte la especie *Isorineloricaria spinosissima* se encontró con menores medidas antropométricas en la estación P₀₁; cuyas medidas fueron: longitud total máxima (22,93 cm), longitud furcal máxima (17,23 cm); peso máximo (104,43 g). Aucapiña (2017) menciona en su revisión bibliográfica que la especie *Isorineloricaria spinosissima* habita en ríos de fondo arenoso y en aguas rápida. Por otra parte, Ray y Armbruster (2016) asocian a esta especie con comunidades limitadas en la biogeografía, sin embargo, en el continente de América de Sur, como es el caso de Ecuador, presenta una distribución importante; llegando a convertirse en una especie físicamente, resistente, adaptada y competitiva.

La especie con menores medidas antropométricas en promedio de todas las estaciones fue: *Moenkhausia sp*, con una longitud total máxima (7,94 cm); longitud furcal máxima (6,32 cm); peso máximo (7,29 g); presentándose con mayor longitud y peso en la estación P₀₄; con una longitud total máximo (8,50 cm), longitud furcal máxima (6,67 cm); peso máximo (8,73 g). Estos resultados contrastan con los de Reis (2018) quien pudo encontrar individuos de *Moenkhausia sp* de hasta que 10 cm.

En la tabla 4.3, se puede observar los valores máximos y mínimos de las tres variables morfológicas medidas: longitud total, longitud furcal y peso de acuerdo a cada especie y estación de muestreo.

Tabla 4.3. Medición y pesaje de la ictiofauna por estación de muestreo.

Estación de muestreo	Especies	Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min
P ₀₁	<i>Hoplias microlepis</i>	11,5	4,9	10,13	4,5	50,07	15,27
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	18,3	14,33	15,47	12,08	46,6	31,3
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	22,93	10,33	17,23	7,2	104,43	32,7
	<i>Cichlasoma festae</i>	13,6	9,67	10,33	7,97	69,57	20,77
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	9,6	5,43	7,47	3,6	60,77	9,3
	<i>Moenkhausia sp.</i>	7,27	6,1	5,9	4,7	5,57	3,23
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	6,3	4,1	4,9	3,13	25,8	8,7
	<i>Rhamdia quelen</i>	6,1	0,00	4,77	0,00	27,47	0,00
P ₀₂	<i>Hoplias microlepis</i>	11,00	4,00	9,60	3,03	45,70	10,90
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	18,30	14,33	15,47	12,08	46,60	31,30
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	23,50	7,77	18,53	5,20	120,33	23,23
	<i>Cichlasoma festae</i>	16,63	13,03	12,90	10,13	113,13	52,30
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	16,17	3,23	13,37	2,20	123,70	10,57
	<i>Moenkhausia sp.</i>	7,27	5,80	5,87	4,57	5,43	2,67
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	14,80	0,00	12,03	0,00	84,50	0,00
	<i>Rhamdia quelen</i>	8,57	3,33	6,83	2,67	26,30	4,20
P ₀₃	<i>Hoplias microlepis</i>	11,60	0,00	10,33	0,00	50,87	0,00
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	13,27	8,77	11,13	6,40	70,40	15,83
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	28,30	10,33	24,80	7,13	299,90	39,97
	<i>Cichlasoma festae</i>	23,43	9,70	20,23	8,20	213,80	19,17
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	13,87	3,73	11,33	2,90	129,23	23,90
	<i>Moenkhausia sp.</i>	8,67	7,20	6,87	5,90	9,23	5,27
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	8,27	0,00	6,70	0,00	53,80	0,00
	<i>Rhamdia quelen</i>	13,83	0,00	11,87	0,00	68,17	0,00
P ₀₄	<i>Hoplias microlepis</i>	11,17	3,67	9,47	2,97	45,27	10,34
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	20,73	14,13	17,97	11,13	106,03	41,83
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	40,17	29,97	33,33	23,73	351,03	184,73
	<i>Cichlasoma festae</i>	20,57	11,93	16,40	10,00	168,83	25,07
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	10,37	8,83	8,37	7,43	70,10	47,43
	<i>Moenkhausia sp.</i>	8,50	7,17	6,67	5,87	8,73	5,17
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	13,60	6,67	10,00	4,63	55,47	24,43
	<i>Rhamdia quelen</i>	18,37	10,80	14,97	8,10	181,60	44,33
P ₀₅	<i>Hoplias microlepis</i>	14,47	4,20	12,70	3,67	53,50	10,27
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	11,60	5,00	9,47	4,00	27,56	8,57
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	42,67	18,57	37,30	13,07	533,58	110,13
	<i>Cichlasoma festae</i>	22,60	10,87	18,53	9,03	215,00	22,94
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	17,60	9,00	14,40	6,70	124,07	57,27
	<i>Moenkhausia sp.</i>	7,57	5,30	6,07	4,07	6,13	2,03
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	21,00	14,43	16,50	11,70	103,33	41,93
	<i>Rhamdia quelen</i>	28,90	5,67	23,07	4,10	364,23	4,77
P ₀₆	<i>Hoplias microlepis</i>	11,93	4,27	10,23	3,53	63,74	10,24
	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	20,93	13,13	17,00	9,27	60,79	21,75
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	39,30	9,13	33,03	6,20	417,76	33,82
	<i>Cichlasoma festae</i>	23,93	11,33	19,27	9,37	220,33	27,50
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	17,33	8,40	14,27	6,57	109,77	33,80
	<i>Moenkhausia sp.</i>	8,40	6,03	6,53	4,73	8,63	3,70
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	7,33	4,23	5,50	3,23	31,33	14,23
	<i>Rhamdia quelen</i>	6,10	3,40	4,77	2,77	27,50	5,03

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

En todas las estaciones de muestreo, se obtuvo la máxima longitud total en la especie *Isorineloricaria spinosissima*. Esto se asocia a lo establecido por Vélez (2016) quien menciona que esta especie es muy resistente, por lo que su tiempo de vida es mayor y se traduce a un mayor desarrollo. Por otro lado, una de las especies con menor longitud total fue el *Rhamdia quelen*. Las variables longitud furcal y peso de las especies de ictiofauna estuvieron positivamente correlacionadas con la variable longitud total (Anexos 2C, 2D, 2E, 2F, 2G y 2H). Estos datos contrastan con Flores *et al.* (2018) quienes encontraron diferencias significativas en características de especies de ictiofauna, tanto en las tallas como en el peso promedio por estación de monitoreo.

En orden de frecuencia según las estaciones se encontró: especies omnívoras, herbívoras y carnívoras. En la Tabla 4.4 se especifica la composición trófica de ictiofauna de río Carrizal.

Tabla 4. 4. Composición trófica de ictiofauna de río Carrizal.

Especie	Estaciones de muestreo					
	P ₀₁	P ₀₂	P ₀₃	P ₀₄	P ₀₅	P ₀₆
Proporción de herbívoros	18,8	22,8	18,6	20,6	15,8	22,09
Proporción de omnívoros	77,6	73,9	78	76,6	81,7	74,42
Proporción de detritívoros	0	0	0	0	0	0
Proporción de carnívoros	3,5	3,3	3,4	2,8	2,5	3,49

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

Las especies omnívoras se encontraron con mayor representatividad que las otras especies; siendo más frecuente en la estación P₀₅ (81,7%); estación P₀₃ (78%); estación P₀₁ (77,6%); estación P₀₄ (76,6%); estación P₀₆ (74,42%) y en última frecuencia la estación P₀₂ (73,9%). Estos datos guardan relación con lo expuesto por Barón (2006) en su estudio bibliográfico en el que indica que la dieta de las especies está ligada al tipo de ambiente donde se encuentran, los ambientes de aguas negras o aguas contaminadas se caracterizan por escasez de nutrientes y baja productividad primaria. Estos son ecosistemas que poseen redes tróficas altamente dependientes del material aloctono y materia orgánica particulada aportado por bosque de tierra firme. Este tipo de agua predispone a que los animales desarrollen un tipo de alimentación omnívora (Pereira *et al.*, 2016). Granitto *et al.* (2016) mencionan que las especies omnívoras son más

frecuentes en riveras de arroyos y hojarasca en que hay presencia de invertebrados acuáticos y gran oferta de material aloctono.

En la Tabla 4.5 se especifica la composición trófica según la especie.

Tabla 4. 5. Composición trófica según especie.

Composición Trófica	Especies	Porcentaje
Herbívoros	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	9,98%
	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	9,19%
Carnívoros	<i>Hoplias microlepis</i>	3,91%
Omnívoros	<i>Cichlasoma festae</i>	23,61%
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	4,75%
	<i>Moenkhausia sp.</i>	51,36%
	<i>Brycon atrocaudatus</i>	4,75%
	<i>Rhamdia quelen</i>	3,32%
Total		100,00%

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

La especie de omnívoros más frecuente fue: *Moenkhausia sp.* (51,36%); seguido de *Cichlasoma festae* (23,61%) y en menor frecuencia *Rhamdia quelen* (3,32%). Se observó especies herbívoras como la *Isorineloricaria spinosissima* (9,19%), *Pseudocurimata boulengeri* (9,98%). Se encontró en menor frecuencia según la composición trófica los carnívoros; a la especie *Hoplias microlepis* (3,91%) debido a que estas estaciones cuentan con gran cantidad de fitoplancton, palizadas y otras sustancias de residuos orgánicos constituyen un sitio altamente favorable para el desarrollo de las especies omnívoras.

Las especies antes mencionadas se caracterizan por desarrollarse en cualquier tipo de ambiente; lo cual puede hacer deducir que la presencia de dichas especies indica contaminación en esta zona. Con estos niveles encontrados se puede inferir que la calidad del agua del río Carrizal no es óptima ya que de acuerdo a Velásquez y Vega (2004) cuando las especies omnívoras superan el 20% de representatividad puede existir una afectación o degradación del medio acuático.

La tabla 4.6 presenta la riqueza y abundancia de la ictiofauna del río Carrizal.

Tabla 4.6. Riqueza y abundancia de la ictiofauna del río Carrizal.

Especie	Estaciones de muestreo					
	P ₀₁	P ₀₂	P ₀₃	P ₀₄	P ₀₅	P ₀₆
	-Pi Ln Pi	-Pi LnPi	-Pi LnPi	-Pi LnPi	-Pi LnPi	-Pi LnPi
<i>Hoplias microlepis</i>	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	0,11	0,07	0,12	0,09	0,12	0,09
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	0,10	0,10	0,08	0,10	0,09	0,10
<i>Cichlasoma festae</i>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15
<i>Andinoacara rivulatus</i>	0,09	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06
<i>Moenkhausia sp.</i>	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15
<i>Brycon atrocaudatus</i>	0,04	0,10	0,05	0,03	0,04	0,04
<i>Rhamdia quelen</i>	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,
Índice de Shannon	0,76	0,71	0,71	0,70	0,71	0,67
Promedio de Índice de Shannon	0,71	Diversidad en el río Carrizal				Baja

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

Los valores obtenidos oscilan entre 0,76 y 0,67 lo que indica según Pla (2016) que hay baja diversidad de ictiofauna. La estación de muestreo P₀₁, presenta un valor de 0,76, mientras que las estaciones de muestreo (P₀₂, P₀₃ y P₀₅) son valores de 0,71, para la estación de muestreo P₀₄ el valor es 0,70 y la estación P₀₆ es 0,67; lo que no es un buen indicio porque los individuos que tuvieron mayor representatividad fueron las especies omnívoras que según Karr (1981), es señal de sitios ampliamente degradados, puesto que su representatividad es mayor al 45%.

Estos estudios se correlacionan con lo indicado por López *et al.* (2016) en su ensayo sobre Fitoplancton como indicador de calidad de masas de agua, menciona el rol que éste juega en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de agua dulce. Algas y cianobacterias son importantes componentes de la producción primaria y pueden ejercer una fuerte influencia sobre los otros componentes del ecosistema.

4.3. FASE III. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL

De acuerdo a la Tabla 4.7, cinco de las seis estaciones presentan una pobre calidad de agua para la diversidad de ictiofauna (P_{01} , P_{02} , P_{04} , P_{05} y P_{06}) con un índice de integridad biótica 22 (pobre).

Tabla 4.7. Índice de integridad biótica aplicado a la ictiofauna.

Estación de muestreo	P_{01}		P_{02}		P_{03}		P_{04}		P_{05}		P_{06}	
	VE	E	VE	E	VE	E	VE	E	VE	E	VE	E
Número de especie	8,0	3	8,0	3	8,0	3	8,00	3	8,0	3	8,0	3
Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	0,76	1	0,71	1	0,70	1	0,70	1	0,71	1	0,67	1
Proporción de herbívoros	22,1	5	15,8	5	20,6	5	18,64	5	22,83	5	18,82	5
Proporción de omnívoros	74,4	1	81,7	1	76,6	1	77,97	1	73,91	1	77,65	1
Proporción de detritívoros	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,00	1	0,0	1	0,0	1
Proporción de carnívoros	3,5	5	2,5	3	2,8	3	3,39	5	3,26	5	3,53	5
Número de individuos	86,0	5	202,0	3	107,0	1	59,00	1	92,00	1	85,00	5
Proporción de Ictiofauna con anomalías	0,0	1	0,0	5	0,0	5	0,00	5	0,0	5	0,0	5
IBI	22		22		20		22		22		22	
Clase de integridad biótica	Pobre		Pobre		Muy Pobre		Pobre		Pobre		Pobre	
Promedio IBI	21,66		Clase de integridad biótica del río Carrizal						Pobre			

VE: Valor encontrado. E: escala. IBI: Índice de integridad biótica.

Fuente: Chávez y Litardo (2019)

Esto se asocia a la gran cantidad de contaminantes presentes en el río (p. ej. bolsas que contienen residuos sólidos plásticos, descargas clandestinas de residuos líquidos, descargas de líquidas de la bananera, acumulación de sedimento proveniente de la zona alta de la cuenca hidrográfica, entre otras). En un contexto similar, Fisch *et al.* (2016) determinaron que los ríos son vulnerables a cambios en su composición trófica, por lo que generalmente, presentan IBI Pobre; aunque éstos se recuperen en ciertos períodos.

La estación con menor calidad fue la estación P₀₃; presentando un índice de integridad biótica muy pobre (20). Estos resultados se asocian a los de Álvarez *et al.* (2019) quienes lo asocian a actividades antropogénicas, tales como: pecuarias y agrónomas que producen gran contaminación del río. En este estudio, también se puede asociar al inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y otros contaminantes que contribuyen a la insalubridad del río Carrizal.

La presencia de especies de ictiofauna omnívoras es un indicador de alta contaminación en las zonas de estudio, lo que se asocia a lo establecido por Karr (1981) quien estableció que muestras con menos de 20% de individuos omnívoros son buenas, mientras que aquellos sitios con más de 45% de omnívoros en la muestra están ampliamente degradados (Velasquez y Vega, 2004).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se establecieron seis estaciones de muestreo donde se encontró que: las estaciones (P₀₁, P₀₂ y P₀₆) son influenciadas por actividades recreacionales; P₀₄ y P₀₅ presentan acumulación de palizada proveniente de la cuenca alta del río Carrizal; P₀₃ influenciada por las actividades del casco urbano de la ciudad de Calceta; las estaciones P₀₅ y P₀₆ se mezclan con descargas líquidas procedentes de la bananera “Amanda Michelle”.
- Se obtuvo 8 especies de ictiofauna; siendo la más abundante el bongo (*Moenkhausia sp*) (261 individuos), seguida de vieja roja (*Cichlasoma festae*) (149 individuos), dica (*Pseudocurimata boulengeri*) (63 individuos), pez gato (*Isorineloricaria spinosissima*) (58 individuos), vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) (30 individuos), dama de montaña (*Brycon atrocaudatus*) (30 individuos), barbudo (*Rhamdia quelen*) (21 individuos) y en menor abundancia guanchiche (*Hoplias microlepis*) (19 individuos). Todas las estaciones presentaron una diversidad baja. Las especies omnívoras se encontraron con mayor frecuencia; principalmente en la estación P₀₅ (81,7%); siendo el bongo (*Moenkhausia sp.*) la especie más abundante de esta categoría.
- La aplicación del índice de integridad biótica (IBI) ponderó una calidad del agua del río Carrizal de 21 (Pobre), lo que permite verificar la idea a defender.

5.2. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un estudio similar que comprenda un mayor número de estaciones de muestreo en diferentes épocas del año para contrastar los resultados de esta investigación sobre la calidad del agua del río Carrizal.
- Promover programas educativos comunitarios para recuperar especies de ictiofauna nativas, como *Andinoacara rivulatus* que tradicionalmente es conocida como Vieja azul y que en la actualidad ha reducido su población.
- Aplicar otros índices de calidad de agua como el ICAA (Índice de calidad de agua para el arroyo del Azul) que analiza condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua para obtener mayor confiabilidad de los datos encontrados mediante el IBI.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenda Zonal para Buen Vivir. Propuestas de Desarrollo y Lineamientos para el Ordenamiento Territorial. (2010). En *Zona de Planificación 3* (págs. 1-56). Ecuador. Recuperado el 11 de Jul de 2018, de <https://issuu.com/publisenplades/docs/agenda3>
- Alvarez-Mieles, G., Irvine, K., Griensven, A., Arias-Hidalgo, M., Torres, A. & Mynett, A. (2013). 765 Relationships between aquatic biotic communities and water quality in a tropical river766 wetland system (Ecuador). *Environ. Sci. Policy* 34, 115-127. doi: 767 10.1016/j.envsci.2013.01.011.
- Álvarez, F., Armendáriz, G., Jiménez, B., Millán, L., Ojeda, J., y Villalobos, J. (2019). Conservación de dos ríos en Los Tuxtlas, Veracruz: la aplicación de índices de integridad biótica. *Antropización: primer análisis integral, ibunam-conacyt*, 221-242.
- Alvial, I., Tapia, D., Castro, M., Duran, B., & Verdugo, C. (2012). Analysis of benthic 769 macroinvertebrates and biotic indices to evaluate water quality in rivers impacted by mining 770 activities in northern Chile. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* doi: Artn 01 771 10.1051/Kmae/2012027.
- Arévalo, V., y Abraham, A. (2016). *Estudio comparativo de la producción de Andinoacara rivulatus (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia).
- Aucapiña, L. (2017). Inventario Ictiologico del Rio Ruidoso. *Universidad de Guayaquil*, 15-19. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Barón, B. (2006). *Relaciones ecomorfológicas y de dieta en siete especies de ictiofauna (Characidae) en afluentes de la quebrada Yahuaraca (Amazonia Colombiana) capturados en un periodo de época seca* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias)
- Barriga, R. (2011). Lista de ictiofauna de agua dulce e intermareales del Ecuador. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec>.

- Barros, S. (2016). Alimentación de *Oligosarcus jenynsii* (Characiformes: Characidae) en dos embalses sobre el río Juramento, Salta, Subtrópico de Argentina. *Revista AquaTIC*, (20).
- Berrios, V., y Vargas, M. (2003). Estructura trófica de la asociación de ictiofauna intermareales. Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr>
- Brown, R., Galloway, T., Lowe, D., Browne, M., Dissanayake, A., Jones, M., & Depledge, M. (2004). Differential sensitivity of three marine invertebrates to copper assessed using multiple biomarkers. *Aquatic Toxicology*, 66(3), 267-278.
- Burgos, J., y Pazmiño, G (2017). Ictiofauna como bioindicador de calidad de agua en el humedal La Segua-Chone (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).
- Carranza, R., y Zambrano, M. (2012). Actualización del Inventario de Atractivos Turísticos del cantón Bolívar, provincia de Manabí (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
- Cedeño, A., y Quinteros, E. (2016). *Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del río carrizal*. TESIS DE INVESTIGACIÓN, Bolívar. Recuperado el 31 de Julio de 2018.
- Corbat, M., Cahiza, P., Garcia Llorca, J., y Gil, A. (2015). Explotación de peces en Lagunas de Guanacache: Altos de Melián II.
- Cucalón, R., y Bajaña, L. (2015). Filogeografía molecular del guanchiche *Hoplias* Spp. *ESPOL*, 10-13. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>.
- Damanik-Ambarita, M, Lock, K., Boets, P., Everaert, G., Nguyen, THT, Forio, MAE y Dominguez-Granda, L. (2016). Análisis ecológico de la calidad del agua de la cuenca del río Guayas (Ecuador) basado en índices de macroinvertebrados. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 57 , 27-59.
- de Andrade, I., Freire, C., Yamamoto, F., de Assis, H., Souza, L., Cestari, M., ... & de Oliveira, C. (2012). Monitoring water quality in reservoirs for human

- supply through multi-biomarker evaluation in tropical fish. *Journal of environmental monitoring*, 14(2), 615-625.
- de las Mercedes, M., Benítez, M., Aichino, D., & Mendez, C. (2015). A new species of the genus *Hoplias* (Characiformes, Erythrinidae), a tararira from the lower Paraná River, in Misiones, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*, 71-82.
- Dolédec, S., Statzner, B., y Bournard, M. (1999). Species traits for future biomonitoring across ecoregions: patterns along a human-impacted river. *Freshwater Biology*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- Elosegi, A., y Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en Ecología Fluvial*. Obtenido de <https://www.fbbva.es>
- Escanta, R., y Jiménez, P. (2019). Uso de la Morfometría Geométrica para Establecer Contrastes Biológicos y Ambientales en Poblaciones de Peces del Río Teaone. *Revista Científica Hallazgos* 21, 4(1), 55-69.
- Faubla, Á., y Ponce, H. (2016). Evaluación bromatológica y toxicológica de microorganismos específicos en la obtención del ensilaje de banano verde (*musa sapientum*) (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
- Ferreira, A., De Oliveira Nuñez, A., Luz, R., Tataje, D., Esquivel, J., & Restrepo, J. B. (2018). Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmen do jundiá, *Rhamdia quelen*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27(1), 57-60.
- Fisch, F., Branco, J., y de Menezes, J. (2016). Ictiofauna como indicador da integridade biótica de um ambiente de estuário. *Acta Biológica Colombiana*, 21(1), 27-38.
- Fischer, J., Roseman, E., Mayer, C., & Qian, S. (2018). Effectiveness of shallow water habitat remediation for improving fish habitat in a large temperate river. *Ecological engineering*, 123, 54-64.
- Flores, M., Ortega, S., y Arias, J. (2018). Análisis de la estructura de tallas y la relación peso-longitud del dorado (*Coryphaena hippurus*) capturado en Mazatlán Sinaloa, México. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 12(1).

- Galloway, T., Brown, R., Browne, M., Dissanayake, A., Lowe, D., Jones, M., & Depledge, M. (2004). A multibiomarker approach to environmental assessment. *Environmental Science and Technology*, 38(6), 1723-1731.
- Galvis, G., Sánchez-Duarte, P., Mesa-Salazar, L., López-Pinto, Y., Gutiérrez-Cortés, A., Leiva, M., y Castellanos, C. (2007). *Peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental* (No. Doc. 22666) CO-BAC, Bogotá).
- Garcés, M., Medina, J., y Revelo, Z. (2017). Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 628-646.
- García, F., García, M., Medinilla, E., y del Carpio, C. (2017). Ictiofauna de la Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México. *Lacandonia*, 5(2), 103-120.
- Ghelfi, A., Ribas, J. L. C., Guiloski, I. C., Bettim, F. L., Piancini, L. D. S., Cestari, M. M., ... & de Assis, H. C. S. (2016). Evaluation of biochemical, genetic and hematological biomarkers in a commercial catfish *Rhamdia quelen* exposed to diclofenac. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 96(1), 49-54.
- Giacometti, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 6(2).
- Gil, C. (2016). *Ictiofauna óseos: osteíctios. Características y ejemplos*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018, de <https://ictiofauna.paradai-sphynx.com>
- González, I. (2016). *El poder del agua para el planeta*. Recuperado el 13 de Jul de 2018, de La visión de la vida: <http://ijgr23.blogspot.com>.
- González, M., Rodríguez, J., Angón, E., Martínez, A., Garcia, A., & Peña, F. (2016). Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of

- Cichlasoma festae*, a species native to tropical Ecuadorian rivers. *Archives Animal Breeding*, 59(4), 435-444.
- Granitto, M., Rosso, J., Boveri, M., y Rennella, A. (2016). Impacto del uso del suelo sobre la condición de ribera en arroyos pampeanos y su relación con la estructura de la comunidad de peces. *Biología acuática*.
- Hahn, C., Toro, D., Grajales, A., Duque, G., y Serna, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 13(2), 89-105.
- Henke, J., y Chaves, P. (2018). Ictiofauna e pesca amadora no litoral sul do Paraná: Estudo de caso sobre capturas e potencial impacto. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 21(1), 37-43.
- Hernández, F. (2015). Federalismo ambiental en América Latina: una revisión.
- Higuchi, L. H., Feiden, A., Maluf, M. L. F., Dallagnol, J. M., Zaminhan, M., & Boscolo, W. R. (2011). Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. *Ciência Animal Brasileira*, 12(1), 70-75.
- Huertas-Rodríguez, J., Acevedo, C., y Cataño, A. (2018). Los peces y sus servicios ecosistémicos en la cuenca del río Porce. *Actualidades Biológicas*, 40(108), 72-84.
- Huggett, R. (2018). *Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress*. CRC Press.
- Ibisi, N., Ojo, M. & Ano, A. (2017). Effects of Crude oil spills on Surface water in Niger-Delta Region of Nigeria. *American Journal of Engineering Research*, 5(5), 210-216.
- Iliopoulou, J., Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgeadis, & Montesantou, B. (2003). An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers

- Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- Isch, L. (2011). Contaminación del agua a nivel mundial. En L. E. Isch, *Contaminación del agua y políticas para enfrentarla* (págs. 9-24). Camaren.
- Jiménez, P., Aguirre, W., Lazz, E., Navarrete, R., Nugra, F., Rebolledo, E., . . . Valdiviezo, J. (2015). *Guía de Ictiofauna para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador*. Obtenido de <https://www.researchgate.net>
- Jin, Z., Zhuang, Y., Dai, S., y Li, T. (2003). Isolation and identification of extracts of *Eichhornia crassipes* and their allelopathic effects on algae. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 71(5), 1048-1052.
- Kang, P., Zhang, H., y Duan, H. (2019). Characterizing the implications of waste dumping surrounding the Yangtze River economic belt in China. *Journal of hazardous materials*, 121207.
- Karr, J., & Dudley, D. (1981). Ecological perspective on water quality goals. Environmental Management. Recuperado el 13 de Jul de 2018.
- Kestemont, P., Didier, J., Despiereux, E., & Micha, J. (2000). Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Archives für Hydrobiologie Supplement*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018.
- Lamouroux-López, S., López, M., & Flores, H. (2017). Basic biological parameters for *Pseudocurimata lineopunctata* (Characiformes, Curimatidae) conservation in the Anchicayá River of the Cauca Valley, Colombia. *Revista de biología tropical*, 65(1), 239-253.
- Leon, A., Ivan, A., y Zambrano Guaman, E. (2019). *Caracterización de la ictiofauna en la microcuenca del río Quera mediante un catálogo para su preservación* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

- Lopez, C., Leira, M., Valle, R., y Moya, G. (2016). El fitoplancton como indicador de calidad de masas de agua muy modificadas en la DMA. El lago artificial de As Pontes (A Coruña. España). *Biología*, 23, 85-97.
- Lyons, J., Piette, R. y Niermeyer, k. (2001). Development, validation, and application of a fish-based index of biotic integrity for Wisconsin's large warmwater rivers. *Transactions of the American Fisheries Society*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- Ma, T., Yi, N., Zhang, Z., Wang, Y., Gao, Y., & Yan, S. (2014). Oxygen and organic carbon releases from roots of *Eichhornia crassipes* and their influence on transformation of nitrogen in water. *Journal of Agro-Environment Science*, 33(10), 2003-2013.
- MAE (Ministerio del Ambiente Ecuador). (2016). *Programa de uso eficiente y ahorro del agua*. Recuperado el 11 de Jul de 2018, de Gobierno de Colombia: <http://www.minambiente.gov.co>.
- Mallo, J., Gorosito, A., Zanazzi, A., Cecchi, F., Prario, M., Asiain, A., y Imeroni, J. (2018). Producción innovadora y sustentable en un sistema acuapónico en la provincia de Buenos Aires.
- Mancini, M. (2002). *Introducción a la biología de la Ictiofauna*. Recuperado el 23 de Julio de 2018, de www.produccionanimal.com
- Masson, I., González Castelain, J., Dubny, S., Othax, N., y Peluso, F. (2017). Aplicación del índice de Integridad Biótica basado en las comunidades de peces para el monitoreo de la calidad de agua del Arroyo Del Azul (Pcia. Buenos Aires). *Biología Acuática*.
- Mendoza, Á., Vidal, L., Hurtado, E., Maestre, R., y Acuña, R. (2019). Sistema de tratamiento de aguas superficiales para consumo humano en la microcuenca del Río Carrizal, Ecuador. *La Técnica*, (21), 97-112.
- Montoya, D., Villa, F., y López, E. (2018). Composición y estructura de peces de la microcuenca del río Anchique, Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 336-351.

- Montoya, S. (2016). Macroinvertebrados como una herramienta tecnológica para la bioindicación de agua en Colombia.
- Moreno, Y., Trujillo, F., y Murcia, V. (2015). Evaluación de la calidad del agua en el Canal la Ovejera Campoalegre-Huila, empleando bioindicadores acuáticos. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 2(2), 23-28.
- Munguía, R., López, R., y Nava, M. (2007). Integridad biótica de ambientes acuáticos. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*, 71.
- Navarro, Z. (2015). *Ictiofauna arrecifal de Punta Francés, Cuba: Estructura y estado de conservación en el período 2011-2014* (Doctoral dissertation).
- Oliveira, G., & Marinho, M. (2016). A new species of *Moenkhausia* Eigenmann, 1903 (Characiformes, Characidae) from the rio Amazonas basin, Brazil. *Zootaxa*, 4093(4), 566-574.
- Orellana, F. (2011). *Manual de muestreo de ictiofauna*. Obtenido de <https://es.slideshare.net>
- Pereira, L. S., Ribas, J. L. C., Vicari, T., Silva, S. B., Stival, J., Baldan, A. P., ... & de Assis, H. S. (2016). Effects of ecologically relevant concentrations of cadmium in a freshwater fish. *Ecotoxicology and environmental safety*, 130, 29-36.
- Pereira, L., Agostinho, A. & Delariva, R. (2016). Effects of river damming in Neotropical piscivorous and omnivorous fish: feeding, body condition and abundances. *Neotropical Ichthyology*, 14(1).
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Prado, P., Agruirre, W., Moncayo, E., Amaya, R., Salazar, N., Iván, F., y Rivera, J. (2015). *Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE).

- Quezada, M., Hidalgo, M., Tarazona, J., y Ortega, H. (2017). Ictiofauna de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali, Perú. *Revista peruana de biología*, 24(4), 331-342.
- Quispe, R. (2015). *Diversidad de ictiofauna y macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad hídrica en dos tributarios del río Bajo Madre de Dios*. Informe de Tesis, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe>.
- Ramírez, S., & Alberto, C. (2016). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. Sello Editorial de la Universidad de Medellín.
- Ray, C. & Armbruster, J. (2016). The genera *Isorineloricaria* and *Aphanotorulus* (Siluriformes: Loricariidae) with description of a new species. *Zootaxa*, 4072(5), 501-539.
- Reis, N. (2018). Ictiofauna de um trecho de Igarapé do Mato Grosso usado como balneário em Novo Airão, Amazonas.
- Revelo, W., y Laaz, E. (2012). Catálogo de ictiofauna de aguas continentales de la Provincia de Los Ríos-Ecuador. *Boletín Especial*, 3(5), 1-57.
- Romano, L. (2016). Bioindicadores de contaminación acuática en peces. *Revista AquaTIC*, (7).
- Sacón, J., y Mera, V. (2018). *Identificación de la potencialidad turística para el desarrollo local y emprendimientos del Cantón Bolívar Provincia de Manabí* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).
- Sanchez, W., Ait-Aissa, S., Palluel, O., Ditché, J., & Porcher, J. (2007). Preliminary investigation of multi-biomarker responses in three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) sampled in contaminated streams. *Ecotoxicology*, 16(2), 279-287.
- Sanchez, W., Katsiadaki, I., Piccini, B., Ditché, J. , & Porcher, J. (2008). Biomarker responses in wild three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) as a useful tool for freshwater biomonitoring: a multiparametric approach. *Environment International*, 34(4), 490-498.

- Seegert, G. (2000). Considerations regarding development of index of biotic integrity metrics for large rivers. *Environmental Science and Policy*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, Toda una Vida. Quito. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec>.
- Sistema Nacional de Información. (2017). Información para la planificación y ordenamiento territorial. Disponible en: <http://sni.gob.ec>.
- Smogor, R., y Angermeier, P. (2001). Determining a regional framework for assessing biotic integrity of Virginia streams. *Transactions of the American Fisheries Society*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- Tobar, R., y Magno, J. (2017). Caracterización de la *Cichlasoma festae* (Vieja Colorada) en la cuenca hidrográfica del Guayas. Ecuador.
- Toledo, J. (2016). *Ictiofauna de las islas canarias. Análisis biogeográfico* (Doctoral dissertation, Universidad de La Laguna).
- Vasseur, P., y Cossu, C. (2003). Biomarkers and community indices as complementary tools for environmental safety. *Environment International*, 28(8), 711-717.
- Vázquez, R., y Vázquez, R. (2014). *Temas selectos de biología* (1 ed.). México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de <https://books.google.com.ec>.
- Velasquez, E., y Vega, E. (2004). *Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx>
- Vélez, J. (2016). Hábitos alimenticios de la especie *Brycon alburnus* (Dama Blanca) capturada en las Cuencas Hidrográficas del Cantón Salitre, Provincia del Guayas (Bachelor's thesis).
- Vergara, C., y Zambrano Mera, K. T. (2018). *Ictiofauna como indicador biológico de la calidad del agua en el Humedal la Laguna de Cube-Quinindé* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).

- Walmsley, J. (2002). Framework for measuring sustainable development in catchment systems. *Environmental Management*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018
- Wu, R., Siu, W., y Shin, P. (2005). Induction, adaptation and recovery of biological responses: implications for environmental monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8-12), 623-634.

ANEXOS

Anexo. 1. Identificación de especies de ictiofauna mediante claves

Anexo 1A. Fichas de especies del Catálogo de peces de aguas continentales en ríos de Ecuador, desarrollado por Revelo y Laaz (2012)

Pseudocurimata boulengeri (Eigenmann 1907)



ORDEN: Characiformes
FAMILIA: Curimatidae
Nombre científico: *Pseudocurimata boulengeri* (Eigenmann 1907)
Nombre común: Dica

Descripción Original: Eigenmann [C. H.] in Eigenmann & Ogle 1907:3 [Proceedings of the United States National Museum v. 33 (no. 1556); ref. 1266 río Vinces, Ecuador (Eschmeyer & Fricke, 2012)].

Talla máxima: 21 cm LT.

Características: Cuerpo moderadamente elongado, algo comprimido. Aleta dorsal termina en punta; aleta adiposa presente; aleta caudal ahorquillada. Cabeza en punta; la mandíbula superior supera ligeramente a la inferior, boca algo subterminal. La diferencia entre *P. boulengeri* y *P. troschelii* es porque la primera tiene 50-57 escamas en la línea lateral, mientras la segunda tiene de 42-47 escamas en la línea lateral (Vari, 1989). Coloración del cuerpo plateada brillante en vida, el dorso es un poco más oscuro, al igual que las aletas.

Alimentación: Omnívora.

Ecología: Habita en ríos de gran caudal, junto con otros Characiformes, suele succionar detritos del fondo (Barnhill et al. 1974).

Importancia: Es un fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos (Revelo, 2010).

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento.

Distribución: Cuenca del río Guayas (Vari, 1989).

Estatus en Ecuador: Especie endémica.

Brycon atrocaudatus (Kner 1863)



ORDEN: Characiformes
FAMILIA: Bryconidae
Nombre científico: *Brycon atrocaudatus* (Kner 1863)
Nombre común: Dama de montaña

Descripción Original: Kner [R.] 1863:227, (unpublished) [Sitzungsberichte der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München v. 2; ref. 5002 Oeste de los Andes, Ecuador (Eschmeyer & Fricke, 2012)].

Talla máxima registrada: 26 cm LT.

Características: Mandíbula inferior un poco más corta que la superior; dientes premaxilares en 3 filas. Línea lateral con 56-59 escamas, presencia de una mancha negra grande en la mitad del pedúnculo caudal que se prolonga hasta los radios medios caudales; suele presentar una tonalidad amarillenta en el vientre. Todas las aletas presentan una tonalidad rojiza a excepción de la aleta adiposa que es amarillenta. En vida suelen presentar manchas púrpuras sobre el opérculo.

Alimentación: Omnívora.

Ecología: Se la encuentra principalmente en ríos de fondo rocoso y aguas rápidas en cardúmenes conformados por cientos de individuos.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos (Revelo, 2010).

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento, línea de mano.

Distribución: Vertiente Pacífica de Ecuador (Eigenmann, 1922), drenaje del Pacífico del norte peruano (Ortega & Vari, 1986).

Estatus en Ecuador: Especie nativa.

Willan Revelo y Enrique Laaz

Hoplias microlepis (Günther 1864)



ORDEN: Characiformes
FAMILIA: Erythrinidae
Nombre científico: *Hoplias microlepis* (Günther 1864).
Nombre común: Guanchiche

Descripción Original: Günther [A.] 1864:282 Catalogue of the fishes in the British Museum. v. 5; ref. 1974 Oeste de Ecuador y Guatemala (erroneous, is Río Chagres, Panamá) (Eschmeyer & Fricke, 2012).

Talla máxima registrada: 29 cm LT

Características: Cuerpo cilíndrico, ligeramente comprimido. Cabeza fuertemente osificada; boca terminal; dientes cónicos mandibulares insertos en el cráneo. Intestino corto. Escamas duras y lisas al tacto. Aleta dorsal pequeña, aleta adiposa ausente, presencia de mioespinas. Coloración del cuerpo marrón oscuro con manchas oscuras y claras diseminadas en el cuerpo, el vientre es blanco. Las aletas caudal y dorsal con manchas oscuras.

Alimentación: Carnívora.

Ecología: Pasan en el fondo del río a la espera de un pez desprevenido para alimentarse ataca a su presa dándole mordiscos con sus fuertes dientes. Siempre se encuentra parasitado por nematodos los cuales no afectan su salud.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos (Revelo, 2010).

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento, línea de mano.

Distribución: Cuenca del río Guayas.

Willan Revelo y Enrique Laaz

Isorineloricaria spinosissima (Steindachner 1880)**ORDEN:** Siluriformes**FAMILIA:** Loricariidae**Nombre científico:** *Isorineloricaria spinosissima* (Steindachner 1880)**Nombre común:** Raspabalsa

Descripción Original: Steindachner [F.] 1880:98 [46], Pl. 5 [Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien v. 42; ref. 14403] Guayaquil, Ecuador (Eschmeyer & Fricke, 2012).

Talla máxima registrada: 80 cm LT.

Características: Cuerpo comprimido dorsoventralmente; cubierto por placas óseas y espinas. Cabeza ancha y larga; superficie granulosa. Boca en posición inferior, en forma de ventosa con dos barbos poco desarrollados. Dientes pequeños numerosos. Espina de la aleta dorsal y pectoral con bordes espinosos; espinas más gruesas en los machos sobre todo en las aletas pectorales; aleta caudal ahorquillada. Presenta manchas negras redondeadas en todo el cuerpo, inclusive en las aletas.

Alimentación: Herbívora.

Ecología: De hábitos bentónicos, se encuentra adherido a rocas y troncos de árboles en el lecho del río succionando las algas que se encuentran adheridas.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos (Revelo, 2010).

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento.**Distribución:** Cuenca del río Guayas.**Estatus en Ecuador:** Especie nativa.

Willan Revelo y Enrique Laaz

Cichlasoma festae (Boulenger 1899).**ORDEN:** Perciformes**FAMILIA:** Cichlidae**Nombre científico:** *Cichlasoma festae* (Boulenger 1899)**Nombre común:** Vieja colorada, vieja de montaña, vieja roja

Descripción Original: Boulenger [G. A.] 1899:6 [Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia R. Università di Torino v. 14 (no. 335); ref. 14697] Río Guayas, Guayaquil, Ecuador (Eschmeyer & Fricke, 2012).

Talla máxima registrada: 28 cm LT.

Características: Cuerpo algo comprimido lateralmente. Cabeza grande. Boca terminal con pequeños dientes caninos. Aleta caudal de borde redondeado, una mancha oscura redondeada en el pedúnculo caudal a cada lado; las aletas caudal, anal y dorsal presentan una coloración rojiza. La coloración del cuerpo varía según el sexo, las hembras presentan bandas verticales negras, mientras que los machos no poseen estas bandas además los machos tienen tonalidades rojizas y verdosas en el cuerpo.

Alimentación: Carnívora.

Ecología: Conocida también como vieja de montaña porque es común en ríos premontanos, de fondo rocoso y aguas templadas.

Importancia: Alimenticia, ornamental.**Arte de pesca:** Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento, línea de mano.**Distribución:** Vertiente Pacífica de Ecuador.**Andinoacara rivulatus (Günther 1860)****ORDEN:** Perciformes**FAMILIA:** Cichlidae**Nombre científico:** *Andinoacara rivulatus* (Günther 1860)**Nombre común:** Vieja azul

Descripción Original: Günther [A.] 1860:418 [Proceedings of the General Meetings for Scientific Business of the Zoological Society of London 1859 (pt 3); ref. 18210] Andes of western Ecuador (Eschmeyer & Fricke, 2012).

Talla máxima registrada: 30 cm LT.

Características: Cabeza grande, aun más en los machos que a medida que van creciendo desarrollan una giba frontal (acumulación de grasa subcutánea) En la parte inferior de la cabeza presenta unos reflejos azul intenso a manera de rayas en ambos sexos, que se intensifican cuando están en etapa reproductiva. Boca terminal algo protráctil; dientes cónicos. Aleta dorsal larga. Línea lateral interrumpida.

Alimentación: Omnívora.

Ecología: Pez común en ríos de la costa, también se lo suele encontrar en ríos premontanos, suele ser territorial con sus congéneres.

Importancia: Es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones rurales y urbanas de la provincia de Los Ríos (Revelo, 2010).

Arte de pesca: Paño, atarraya, arpón, enmalle monofilamento, línea de mano.**Distribución:** Cuenca del Guayas en Ecuador y norte de Perú.**Estatus en Ecuador:** Especie nativa.

Anexo 1B. Guía para peces de aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador desarrollado por Prado et al. (2015)

Familia Heptapteridae

***Rhamdia quelen* (Quoy y Gaimard, 1824)**



Clase: Actinopterygii
Orden: Siluriformes
Familia: Heptapteridae
Género: *rhamdia*
Especie: *Rhamdia quelen*
Nombre común: Barbudo.

Fotos:
1. Windsor Aguirre
2. Ronald Nakamele
3. Redy Nurga

- **Nombre común**
Barbudo (Ortega-Lara et al., 1999).
- **Descripción y diagnóstico**
Cabeza cubierta con piel suave por encima; proceso occipital triangular y corto.
La aleta adiposa es larga, 3,5 veces en la longitud estándar. Los barbos maxilares se extienden casi al origen de la aleta adiposa, los exteriores de la mandíbula más allá de la base de la aleta pectoral (Quoy y Gaimard, 1824; Bockmann y Guazzelli, 2003). El alto del cuerpo es equivalente a 5,0 veces en la longitud estándar; la longitud de la cabeza 4,0 veces en la longitud estándar. Mandíbulas sub-iguales, la banda de dientes intermaxilares es de 5,0 a 6,0 veces su ancho en su largo. El interorbital es un poco más de 2,0 el diámetro del ojo. La aleta dorsal con espina muy flexible, tan alta como larga. La espina pectoral es menor que la mitad del largo de la cabeza. La aleta anal se extiende hasta la base de la aleta adiposa (Quoy y Gaimard, 1824).
- **Talla máxima**
400 mm LT (Froese y Pauly, 2014).

- **Tipo de especie**
Nativa.

- **Distribución**

Esta especie tiene una amplia distribución en el nuevo mundo, desde México hasta Argentina. Se encuentra en los siguientes países: Ecuador (cuenca del río Guayas, río Portoviejo, y el río Esmeraldas; Santiago-Cayapas y Mira.) Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Guyana, Guyana Francesa, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela (Ovchynnyk, 1971a; Glodek, 1978, CID-PUCESE, 2012).

- **Biología y ecología**

Se reproduce a partir de las estribaciones de las montañas a lo largo de los arroyos y ríos de elevación baja y por lo general se esconde durante el día entre la vegetación de ribera y macrófitas, ramas y rocas. Es de gran importancia ecológica, se trata de un pez omnívoro, que se alimenta de insectos acuáticos, peces pequeños, y el material vegetal que cae en los ríos, tales como frutas, semillas y flores. En general es activo durante la noche. Prefiere aguas de movimiento lento (Ortega-Lara et al., 1999).

- **Usos y amenazas**

Es importante como especie comestible y es fuertemente explotada como fuente de proteína para la gente en el Oeste del Ecuador (Revelo, 2012).

- **Registro de la presencia en el Ecuador**

Esta especie es muy común en la cuenca del río Guayas, Portoviejo y Esmeraldas. Hay muchas referencias a su aparición en la zona (por ejemplo, Eigenmann, 1922; Ovchynnyk, 1971a; Barnhill et al., 1974; Glodek, 1978; López et al., 1993; Ferraris, 2007; Laaz et al., 2009; Prado, 2009; Revelo, 2010; Laaz y Torres, 2010).

- **Registro de la especie en colecciones**

Lectotipo: BMNH 1860.6.16.193. Paralectotipo: BMNH 1860.6.16.213; Z00A.V.Pe.027; Z00A.V.Pe.034; Z00A.V.Pe.059; Z00A.V.Pe.00106; Z00A.V.Pe.00113; Z00A.V.Pe.00120; Z00A.V.Pe.00261; Z00A.V.Pe.00299; Z00A.V.Pe.00327; Z00A.V.Pe.00341; CEMZ-p-032,225, 240; MECN-DP-417.

Anexo 1C. Guía de peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental por Galvis et al. (2007).

PECES DE LA AMAZONÍA COLOMBIANA CON ÉNFASIS EN ESPECIES DE INTERÉS ORNAMENTAL

Las especies — Lámina 28



Figura 163. - Pág. 137

Moenkhausia sp.
 Vaupás, Mitú, playas río Vaupás.
 LE 4.8 cm. ICN-MHN 14114.
 Clase: Actinopterygii
 Orden: Characiformes
 Familia: Characidae
 Género: *Moenkhausia*
 Especie: *Moenkhausia* sp
 Nombre común: Bongo



Figura 164. - Pág. 138

Petifella georgiae.
 Rodostomo. Caquetá, Florencia,
 sistema río Caquetá.
 Centro de acopio.
 LE 2.4 cm. ICN-MHN 15008.

ANEXO 2. Monitoreo de Ictiofauna.

Tabla 2.A. Número de individuos de ictiofauna capturados, de acuerdo a las estaciones de muestreo.

Estación	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Total
P ₀₁	27	29	30	86
P ₀₂	57	77	68	202
P ₀₃	23	50	34	107
P ₀₄	18	20	21	59
P ₀₅	27	25	40	92
P ₀₆	28	26	31	85
Total de especies capturadas en el estudio				631

Tabla 2B. Individuos por especies identificados en el tiempo de monitoreo

Estaciones de muestreo	Mes de monitoreo	Especies								Total individuos por meses de monitoreo
		<i>Hoplias microlepis</i>	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	<i>Cichlasoma festae</i>	<i>Andinoacara rivulatus</i>	<i>Moenkhausia sp.</i>	<i>Brycon atrocaudatus</i>	<i>Rhamdia quelen</i>	
P ₀₁	Noviembre	1	3	2	5	2	14	0	1	28
	Diciembre	0	2	4	7	2	9	2	0	26
	Enero	2	2	3	8	0	16	0	0	31
	Total	3	7	9	20	4	39	2	1	85
P ₀₂	Noviembre	2	6	2	7	1	7	0	2	27
	Diciembre	1	5	1	3	1	12	1	1	25
	Enero	0	2	5	8	3	21	1	0	40
	Total	3	13	8	18	5	40	2	3	92
P ₀₃	Noviembre	0	3	0	3	2	8	1	1	18
	Diciembre	1	0	3	8	1	7	0	0	20
	Enero	1	2	3	5	0	9	0	1	21
	Total	2	5	6	16	3	24	1	2	59
P ₀₄	Noviembre	2	4	2	5	0	7	1	2	23
	Diciembre	0	8	3	12	2	22	3	0	50
	Enero	1	3	2	8	2	16	0	2	34
	Total	3	15	7	25	4	45	4	4	107
P ₀₅	Noviembre	1	7	4	10	3	27	4	1	57
	Diciembre	1	0	7	25	1	32	9	2	77
	Enero	3	5	9	14	3	24	6	4	68
	Total	5	12	20	49	7	83	19	7	202
P ₀₆	Noviembre	0	3	1	9	2	12	0	0	27
	Diciembre	1	3	3	8	1	13	0	0	29
	Enero	2	5	4	4	4	5	2	4	30
	Total	3	11	8	21	7	30	2	4	86

Tabla 2C. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₁

Especies	Mes de monitoreo	Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Noviembre	14,50	0,00	13,40	0,00	44,00	0,00
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	20,00	14,70	17,00	13,50	106,20	45,80
	Prom	11,50	4,90	10,13	4,50	50,07	15,27
	SD	8,44	6,93	7,31	6,36	43,57	21,59
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre	20,00	15,40	16,80	13,00	57,70	33,00
	Diciembre	18,40	12,00	15,50	10,10	47,50	26,70
	Enero	16,50	15,60	14,10	13,13	34,60	34,20
	Prom	18,30	14,33	15,47	12,08	46,60	31,30
	SD	1,43	1,65	1,10	1,40	9,45	3,29
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre	27,50	9,00	19,90	5,20	143,00	21,30
	Diciembre	21,70	11,30	17,10	8,70	98,70	40,30
	Enero	19,60	10,70	14,70	7,70	71,60	36,50
	Prom	22,93	10,33	17,23	7,20	104,43	32,70
	SD	3,34	0,97	2,12	1,47	29,43	8,21
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre	12,80	11,70	8,80	9,20	52,10	28,30
	Diciembre	14,80	7,70	11,70	6,80	89,30	16,20
	Enero	13,20	9,60	10,50	7,90	67,30	17,80
	Prom	13,60	9,67	10,33	7,97	69,57	20,77
	SD	0,86	1,63	1,19	0,98	15,27	5,37
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre	11,80	7,70	8,60	5,00	70,10	10,30
	Diciembre	17,00	8,60	13,80	5,80	112,20	17,60
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	9,60	5,43	7,47	3,60	60,77	9,30
	SD	7,11	3,86	5,69	2,57	46,28	7,22
<i>Moenkhausia sp,</i>	Noviembre	7,50	5,00	6,10	4,00	6,50	1,80
	Diciembre	7,40	6,60	6,50	5,50	5,70	3,90
	Enero	6,90	6,70	5,10	4,60	4,50	4,00
	Prom	7,27	6,10	5,90	4,70	5,57	3,23
	SD	0,26	0,78	0,59	0,62	0,82	1,01
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	18,90	12,30	14,70	9,40	77,40	26,10
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	6,30	4,10	4,90	3,13	25,80	8,70
	SD	8,91	5,80	6,93	4,43	36,49	12,30
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre	18,30	0,00	14,30	0,00	82,40	0,00
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	6,10	0,00	4,77	0,00	27,47	0,00
	SD	8,63	0,00	6,74	0,00	38,84	0,00

Tabla 2D. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₂

Especies	Medidas Mes de monitoreo	Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Noviembre	15,00	12,00	13,90	9,10	48,10	32,70
	Diciembre	18,00	0,00	14,90	0,00	88,99	0,00
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	11,00	4,00	9,60	3,03	45,70	10,90
	SD	7,87	5,66	6,80	4,29	36,37	15,41
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre	20,00	15,40	16,80	13,00	57,70	33,00
	Diciembre	18,40	12,00	15,50	10,10	47,50	26,70
	Enero	16,50	15,60	14,10	13,13	34,60	34,20
	Prom	18,30	14,33	15,47	12,08	46,60	31,30
	SD	1,43	1,65	1,10	1,40	9,45	3,29
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre	27,70	12,50	22,40	7,40	168,30	32,30
	Diciembre	22,50	0,00	17,00	0,00	102,10	0,00
	Enero	20,30	10,80	16,20	8,20	90,60	37,40
	Prom	23,50	7,77	18,53	5,20	120,33	23,23
	SD	3,10	5,54	2,75	3,69	34,24	16,56
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre	18,00	16,00	14,10	11,90	129,70	100,50
	Diciembre	16,20	12,10	12,10	9,50	102,30	29,90
	Enero	15,70	11,00	12,50	9,00	107,40	26,50
	Prom	16,63	13,03	12,90	10,13	113,13	52,30
	SD	0,99	2,15	0,86	1,27	11,90	34,11
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre	18,00	0,00	15,30	0,00	170,20	0,00
	Diciembre	16,30	0,00	13,70	0,00	110,80	0,00
	Enero	14,20	9,70	11,10	6,60	90,10	31,70
	Prom	16,17	3,23	13,37	2,20	123,70	10,57
	SD	1,55	4,57	1,73	3,11	33,95	14,94
<i>Moenkhausia sp,</i>	Noviembre	7,70	5,10	6,10	3,90	6,20	1,60
	Diciembre	7,20	6,30	6,30	5,40	5,50	3,40
	Enero	6,90	6,00	5,20	4,40	4,60	3,00
	Prom	7,27	5,80	5,87	4,57	5,43	2,67
	SD	0,33	0,51	0,48	0,62	0,65	0,77
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	20,40	0,00	16,70	0,00	96,20	0,00
	Enero	24,00	0,00	19,40	0,00	157,30	0,00
	Prom	14,80	0,00	12,03	0,00	84,50	0,00
	SD	10,57	0,00	8,58	0,00	64,75	0,00
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre	15,40	10,00	12,10	8,00	63,00	12,60
	Diciembre	10,30	0,00	8,40	0,00	15,90	0,00
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	8,57	3,33	6,83	2,67	26,30	4,20
	SD	6,41	4,71	5,06	3,77	26,75	5,94

Tabla 2E. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₃

Especies	Medidas		Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
	Mes	de	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Noviembre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre		17,30	0,00	15,40	0,00	75,70	0,00
	Enero		17,50	0,00	15,60	0,00	76,90	0,00
	Prom		11,60	0,00	10,33	0,00	50,87	0,00
	SD		8,20	0,00	7,31	0,00	35,97	0,00
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre		20,00	13,80	16,80	9,90	106,30	26,80
	Diciembre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero		19,80	12,50	16,60	9,30	104,90	20,70
	Prom		13,27	8,77	11,13	6,40	70,40	15,83
	SD		9,38	6,22	7,87	4,53	49,78	11,47
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre		44,20	16,30	39,10	12,10	505,30	68,70
	Enero		40,70	14,70	35,30	9,30	394,40	51,20
	Prom		28,30	10,33	24,80	7,13	299,90	39,97
	SD		20,06	7,34	17,60	5,17	216,84	29,15
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre		26,10	12,00	22,00	9,40	243,30	31,00
	Diciembre		24,20	9,50	20,00	8,80	210,70	17,60
	Enero		20,00	7,60	18,70	6,40	187,40	8,90
	Prom		23,43	9,70	20,23	8,20	213,80	19,17
	SD		2,55	1,80	1,36	1,30	22,93	9,09
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre		21,60	11,20	17,20	8,70	200,30	71,70
	Diciembre		20,00	0,00	16,80	0,00	187,40	0,00
	Enero		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom		13,87	3,73	11,33	2,90	129,23	23,90
	SD		9,83	5,28	8,02	4,10	91,53	33,80
<i>Moenkhausia sp.</i>	Noviembre		8,50	7,40	6,70	6,00	8,30	5,40
	Diciembre		8,80	7,10	7,00	5,90	9,50	5,10
	Enero		8,70	7,10	6,90	5,80	9,90	5,30
	Prom		8,67	7,20	6,87	5,90	9,23	5,27
	SD		0,12	0,14	0,12	0,08	0,68	0,12
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre		24,80	0,00	20,10	0,00	161,40	0,00
	Diciembre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom		8,27	0,00	6,70	0,00	53,80	0,00
	SD		11,69	0,00	9,48	0,00	76,08	0,00
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre		20,20	0,00	17,40	0,00	98,30	0,00
	Diciembre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero		21,30	0,00	18,20	0,00	106,20	0,00
	Prom		13,83	0,00	11,87	0,00	68,17	0,00
	SD		9,79	0,00	8,40	0,00	48,31	0,00

Tabla 2F. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₄

Especies	Medidas	Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Mes de monitoreo						
	Noviembre	14,80	11,00	13,40	8,90	46,10	31,02
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	18,70	0,00	15,00	0,00	89,70	0,00
	Prom	11,17	3,67	9,47	2,97	45,27	10,34
	SD	8,05	5,19	6,73	4,20	36,62	14,62
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre	20,30	16,00	17,00	14,10	108,00	77,89
	Diciembre	19,90	13,70	17,20	9,80	100,10	25,80
	Enero	22,00	12,70	19,70	9,50	110,00	21,80
	Prom	20,73	14,13	17,97	11,13	106,03	41,83
	SD	0,91	1,38	1,23	2,10	4,27	25,55
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre	36,00	28,00	28,00	21,60	252,80	159,99
	Diciembre	39,00	21,90	32,00	14,00	276,90	103,20
	Enero	45,50	40,00	40,00	35,60	523,40	291,00
	Prom	40,17	29,97	33,33	23,73	351,03	184,73
	SD	3,97	7,52	4,99	8,95	122,28	78,64
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre	23,10	14,30	18,20	11,80	211,00	28,00
	Diciembre	16,00	9,50	13,60	8,80	85,50	17,50
	Enero	22,60	12,00	17,40	9,40	210,00	29,70
	Prom	20,57	11,93	16,40	10,00	168,83	25,07
	SD	3,24	1,96	2,01	1,30	58,93	5,40
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	16,50	13,40	13,10	11,40	115,10	72,50
	Enero	14,60	13,10	12,00	10,90	95,20	69,80
	Prom	10,37	8,83	8,37	7,43	70,10	47,43
	SD	7,37	6,25	5,93	5,26	50,23	33,56
<i>Moenkhausia sp.</i>	Noviembre	8,20	7,20	6,30	5,90	8,40	5,20
	Diciembre	8,40	7,00	6,60	5,80	8,10	4,90
	Enero	8,90	7,30	7,10	5,90	9,70	5,40
	Prom	8,50	7,17	6,67	5,87	8,73	5,17
	SD	0,29	0,12	0,33	0,05	0,69	0,21
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre	20,10	0,00	14,10	0,00	73,50	0,00
	Diciembre	20,70	20,00	15,90	13,90	92,90	73,30
	Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Prom	13,60	6,67	10,00	4,63	55,47	24,43
	SD	9,62	9,43	7,11	6,55	40,01	34,55
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre	32,90	18,50	26,50	14,50	432,30	89,10
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	22,20	13,90	18,40	9,80	112,50	43,90
	Prom	18,37	10,80	14,97	8,10	181,60	44,33
	SD	13,70	7,86	11,09	6,04	183,12	36,38

Tabla 2G. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₅

Medidas		Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
Especies	Mes de monitoreo	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Noviembre	13,50	0,00	11,00	0,00	36,80	0,00
	Diciembre	11,90	0,00	10,40	0,00	27,00	0,00
	Enero	18,00	12,60	16,70	11,00	96,70	30,80
	Prom	14,47	4,20	12,70	3,67	53,50	10,27
	SD	2,58	5,94	2,84	5,19	30,81	14,52
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre	21,00	15,00	17,30	12,00	61,00	25,70
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	13,80	0,00	11,10	0,00	21,67	0,00
	Prom	11,60	5,00	9,47	4,00	27,56	8,57
	SD	8,71	7,07	7,16	5,66	25,25	12,12
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre	45,00	17,00	39,20	11,90	594,09	101,20
	Diciembre	39,00	20,90	33,70	15,00	473,95	123,20
	Enero	44,00	17,80	39,00	12,30	532,70	106,00
	Prom	42,67	18,57	37,30	13,07	533,58	110,13
	SD	2,62	1,68	2,55	1,38	49,05	9,45
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre	23,10	9,70	18,20	8,40	211,00	19,70
	Diciembre	24,00	10,00	20,50	8,30	221,00	21,00
	Enero	20,70	12,90	16,90	10,40	213,00	28,12
	Prom	22,60	10,87	18,53	9,03	215,00	22,94
	SD	1,39	1,44	1,49	0,97	4,32	3,70
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre	18,00	15,00	14,00	11,50	126,70	99,80
	Diciembre	16,40	0,00	13,60	0,00	114,10	0,00
	Enero	18,40	12,00	15,60	8,60	131,40	72,00
	Prom	17,60	9,00	14,40	6,70	124,07	57,27
	SD	0,86	6,48	0,86	4,88	7,30	42,05
<i>Moenkhausia sp,</i>	Noviembre	7,80	4,90	6,20	3,80	6,30	1,40
	Diciembre	6,90	6,00	5,70	4,40	4,40	3,00
	Enero	8,00	5,00	6,30	4,00	7,70	1,70
	Prom	7,57	5,30	6,07	4,07	6,13	2,03
	SD	0,48	0,50	0,26	0,25	1,35	0,69
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre	17,40	15,30	13,70	12,80	57,60	42,70
	Diciembre	25,00	12,80	20,00	9,60	160,00	43,40
	Enero	20,60	15,20	15,80	12,70	92,40	39,70
	Prom	21,00	14,43	16,50	11,70	103,33	41,93
	SD	3,12	1,16	2,62	1,49	42,51	1,60
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre	33,00	0,00	26,70	0,00	431,70	0,00
	Diciembre	28,00	9,00	22,50	7,20	396,00	7,30
	Enero	25,70	8,00	20,00	5,10	265,00	7,00
	Prom	28,90	5,67	23,07	4,10	364,23	4,77
	SD	3,05	4,03	2,76	3,02	71,67	3,37

Tabla 2H. Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el Medición y pesaje de las ocho especies de Ictiofauna en el P₀₆

Especies	Medidas Mes de monitoreo	Longitud total (cm)		Longitud furcal (cm)		Peso (g)	
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<i>Hoplias microlepis</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	18,70	0,00	15,40	0,00	100,02	0,00
	Enero	17,10	12,80	15,30	10,60	91,20	30,71
	Prom	11,93	4,27	10,23	3,53	63,74	10,24
	SD	8,46	6,03	7,24	5,00	45,21	14,48
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Noviembre	20,00	14,40	16,90	10,20	57,90	24,50
	Diciembre	21,60	13,00	17,30	9,10	63,33	21,75
	Enero	21,20	12,00	16,80	8,50	61,14	18,99
	Prom	20,93	13,13	17,00	9,27	60,79	21,75
	SD	0,68	0,98	0,22	0,70	2,23	2,25
<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	Noviembre	27,30	0,00	21,00	0,00	112,00	0,00
	Diciembre	46,00	12,00	40,00	8,30	603,40	42,15
	Enero	44,60	15,40	38,10	10,30	537,89	59,30
	Prom	39,30	9,13	33,03	6,20	417,76	33,82
	SD	8,50	6,61	8,54	4,46	217,86	24,92
<i>Cichlasoma festae</i>	Noviembre	26,30	12,40	21,70	10,20	240,00	32,50
	Diciembre	22,00	11,90	17,50	9,50	208,00	30,90
	Enero	23,50	9,70	18,60	8,40	213,00	19,10
	Prom	23,93	11,33	19,27	9,37	220,33	27,50
	SD	1,78	1,17	1,78	0,74	14,06	5,98
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Noviembre	16,40	13,50	13,00	11,50	114,10	34,10
	Diciembre	17,60	0,00	14,70	0,00	85,50	0,00
	Enero	18,00	11,70	15,10	8,20	129,70	67,30
	Prom	17,33	8,40	14,27	6,57	109,77	33,80
	SD	0,68	5,98	0,91	4,83	18,30	27,48
<i>Moenkhausia sp.</i>	Noviembre	8,80	4,90	7,00	3,80	9,50	1,40
	Diciembre	8,10	7,20	6,10	6,00	8,20	5,30
	Enero	8,30	6,00	6,50	4,40	8,20	4,40
	Prom	8,40	6,03	6,53	4,73	8,63	3,70
	SD	0,29	0,94	0,37	0,93	0,61	1,67
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	22,00	12,70	16,50	9,70	94,00	42,70
	Prom	7,33	4,23	5,50	3,23	31,33	14,23
	SD	10,37	5,99	7,78	4,57	44,31	20,13
<i>Rhamdia quelen</i>	Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Enero	18,30	10,20	14,30	8,30	82,50	15,10
	Prom	6,10	3,40	4,77	2,77	27,50	5,03
	SD	8,63	4,81	6,74	3,91	38,89	7,12

ANEXO 3. Registro fotográfico



3A. Captura de ictiofauna con redes artesanales en puntos de monitoreo.



3B. Especies *Pseudocurimata boulengeri* (Dica).



3C. Especies *Moenkhausia* sp. (Bongo).



3D. Especies *Brycon atrocaudatus* (Dama de montaña).



3E. Especies *Hoplias microlepis* (Guanchiche).



3F. Especies *Isorineloricaria spinosissima* (Pez gato).



3G. Especies *Cichlasoma festae* (Vieja colorada).



3H. Especies *Andinoacara rivulatus* (Vieja azul).



3I. Diversidad y riqueza de especies de ictiofauna



3J. Medición de especies



3K. *Pesaje de especies*



3J. *Diseción de las especies de ictiofauna*



3K. Observaciones microscópicas para la determinación de la composición trófica.