



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**UNIDAD DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL ANDINA**

Tesis previa a la obtención del  
grado de Magister en Agroecología  
Tropical Andina.

**CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA DENTRO DE LA  
SUB CUENCA DEL RÍO LLAVIUCO**

**Autor:  
Fredy Nugra Salazar.**

**Dirigido por:  
Ing. Juan Loyola Illescas.  
Blgo. Edwin Zárate Hugo.**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
UNIDAD DE POSGRADOS**

---

**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL ANDINA**

***Autor:***  
***Fredy Nugra Salazar.***

***Dirigido por:***  
***Ing. Juan Loyola Illescas.***  
***Blgo: Edwin Zárate Hugo.***

---

**CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA DENTRO DE LA  
SUB CUENCA DEL RÍO LLAVIUCO**

El estudio se realizó fuera del PNC en un tramo de 3 Km. aguas bajo de la Laguna llaviuco, en diez estaciones de muestreo. Para los muestreos se usaron varias técnicas a saber: líneas, atarrayas, linternas de 200 lumens, todas los especímenes fueron curados e ingresados a la base de datos de la UDA; adicional se tomaron datos de variables ambientales. No obstante para conocimientos ancestrales y usos se realizaron encuestas directas e indirectas. Para el análisis se usó método CPUE y corroborando con la EPA y para las variables ambientales se realizó un clúster y NMS. Los resultados revelan 578 individuos pertenecientes a tres especies, dos órdenes en dos familias. Dentro este grupo dos especies son introducidas una endémica que comparten el mismo hábitat. Uniformizados con el método CPUE revela la EPA a *Salmo trutta* como: (poco comunes); *Oncorhynchus mykiss*: (Poco Comunes); y la única especie endémica *Astroblepus ubidiai* :(Raro). Los Análisis NMS y Cluster la Altura y Área no influyen en las demás variables ambientales se mantienen aislados, esto se discute que los tramos de estudio se encuentra en la mismo zona de vida; No obstante, las variables ambientales nos indica buena salud del ecosistema. En cuanto a su origen de *Oncorhynchus mykiss* es procedente de la vertiente Pacífica de América del Norte y *Salmo trutta* es oriunda de Europa y *Astroblepus ubidiai* es Endémica de Ecuador y está en peligro crítico (CR), fue descubierta en el Lago de San Pablo en la Cuenca del Río Mira hacia el Océano Pacífico y ahora también está presente en la Cuenca del río Llaviuco dentro la Cuenca del Santiago hacia la vertiente del Atlántico. La preñadilla es una especie símbolo que aportando como fuente de proteínas para las mujeres indígenas. También los Incas usaban como un tesoro para ofrendar tributos, esta tributación se mantuvo en la iglesia Católica en las fiestas de Cuaresma. Finalmente de las encuestas podemos concluir que pocas personas del sector han evidenciado la presencia de la preñadilla en los últimos años y que las poblaciones de peces nativos han disminuido.

**“CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA  
DENTRO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO  
LLAVIUCO”**



**“CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA  
DENTRO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO  
LLAVIUCO”**

**FREDY IVÁN NUGRA SALAZAR**

Biólogo

Egresado de la Maestría en Agroecológica Tropical Andina

*Dirigido por:*

**JUAN GERARDO LOYOLA ILLESCAS**

Ingeniero Agrónomo

Profesor de Segunda Enseñanza

Licenciado en Docencia Técnica

Magister en Arquitectura del Paisaje

Director de la Maestría en Agroecológica Tropical Andina

Candidato al Doctorado en Agroecológica

**EDWIN XAVIER ZÁRATE HUGO**

Biólogo

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

aplicados a la Gestión Territorial y Ambiental

Diploma Superior en Análisis de Datos de Sistemas Complejos

Director de la Escuela de Biología, Ecología y Gestión de la Universidad del  
Azuay



CUENCA-ECUADOR

**FREDY IVAN NUGRA SALAZAR**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA DENTRO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LLAVIUCO”**

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2014  
MAESTRIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL ANDINA

Formato 170 x 40 mm

Páginas: 159

*Breve reseña de los autores e información de contacto*



**FREDY IVAN NUGRA SALAZAR**

Biólogo

Egresado de la Maestría en Agroecología Tropical Andina

Maestrante en Agroecología Tropical Andina

[fredynugra@yahoo.com](mailto:fredynugra@yahoo.com)

*Dirigido por:*



**JUAN GERARDO LOYOLA ILLESCAS**

Ingeniero Agrónomo

Profesor en de Segunda enseñanza

Licenciado en Docencia Técnica

Magister en Arquitectura del Paisaje

Director de la Maestría en Agroecología Tropical Andina

Candidato al Doctorado en Agroecología

[jloyola@ups.edu.ec](mailto:jloyola@ups.edu.ec)



**EDWIN XAVIER ZÁRATE HUGO**

Biólogo

Especialista en Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión Territorial y Ambiental

Diploma Superior en Análisis de Datos de Sistemas Complejos

Director de la Escuela de Biología, Ecología y Gestión de la Universidad del Azuay

Universidad del Azuay

[ezarate@uazuay.edu.ec](mailto:ezarate@uazuay.edu.ec)

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2014 Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR

*Edición y Producción:*

FREDY IVAN NUGRA SALAZAR.

*Diseño de la portada:*

FREDY IVAN NUGRA SALAZAR

**“CARACTERIZACIÓN DE LA ICTIOFAUNA DENTRO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LLAVIUCO”**

IMPRESO EN ECUADOR – PRINTED IN ECUADOR

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vii
PREFACIO.....	viii
PROLOGO.....	ix
CAPITULO I.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. EL PROBLEMA.....	3
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1.1. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE ESTUDIO DE PECES EN LOS ANDES DEL ECUADOR.....	5
2.1.2.1. PARÁMETROS AMBIENTALES.....	6
2.1.3. BASES TEÓRICAS.....	14
2.1.4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	14
2.1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS ICTIOHIDROGRÁFICAS DEL ECUADOR.....	16
2.1.6. DIVERSIDAD DE PECES EN LAS ZONAS ICTIOHIDROGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO III.....	24
3.1 METODOLOGÍA.....	24
3.1.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	24
3.1.3. CLIMA.....	27

3.1.4. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN A LA LAGUNA DE SUROCUCHO .....	28
3.1.5. OBTENCIÓN DE DATOS BIOLÓGICOS DE LOS PECES.....	29
3.1.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
3.1.6.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	34
3.1.6.2. PARÁMETROS AMBIENTALES .....	35
CAPÍTULO IV .....	41
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
4.1.2. RIQUEZA Y ABUNDANCIA RELATIVA .....	41
4.1.3. ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE MUESTREO (CPUE) E INTERPRETACIÓN DE LA EPA.....	42
4.1.4. ASOCIACIONES VARIABLES AMBIENTALES Y ABUNDANCIA (CPUE) .....	43
4.1.5. LONGITUD ESTÁNDAR Y PESO.....	47
4.1.6. ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA ICTIOFAUNA .....	48
4.2.1. NICHOS TRÓFICOS .....	50
4.3.1. ORIGEN DE LAS ESPECIES DE PECES REGISTRADOS.....	51
4.4.1. ESPECIES MIGRATORIAS Y RESIDENTES.....	52
4.5.1. ESPECIES INDICADORAS / SENSIBLES .....	52
4.6.1. USO DE LOS RECURSOS.....	52
4.7.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LAS TRES ESPECIES DE PECES REGISTRADOS: <i>Oncorhynchus mykiss</i> ; <i>Salmo trutta</i> ; <i>Astroblepus ubidiai</i> .....	53
4.7.2. COLECCIONES DENTRO EL MUSEO.....	63
4.8.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN .....	64
4.9.2.1. HISTORIAS ANCESTRALES .....	65
CAPITULO V .....	90
5.1. CONCLUSIONES.....	90
6.1. RECOMENDACIONES .....	94
ANEXOS.....	96

ANEXO 1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE <i>A. Ubidai</i> .....	97
ANEXO 2. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE DE REFUGIO. ....	98
ANEXO 3. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE QBR.....	99
ANEXO 4. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE IHF .....	100
ANEXO 5 MODELO DE LA ENCUESTA REALIZADA.....	101
ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.....	106
ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS DE INTERÉS .....	111
ANEXO 8. DATOS DE CAMPO CRUDOS .....	112
ANEXO 9. RESUMEN POR CADA SITIO DE ABUNDANCIA DE ESPECIES .....	114
ANEXO 10. RESUMEN DE VARIABLES AMBIENTALES .....	115
ANEXO 11. DETALLE DE LOS RESULTADOS DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTRO. ....	115
ANEXO 12. NOMENCLATURA EMPLEADA EN LAS FICHAS DE ESPECIES ENCONTRADAS .....	116
ANEXO 13. CLAVES DICOTÓMICAS .....	117
ANEXO 14. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS PECES PARA TAXONOMÍA .....	121
ANEXO 15. GLOSARIO .....	127
7.1. BIBLIOGRAFIA.....	128



## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Detalle de cada coeficiente de índice de refugio. ....	13
Figura 2. Mapa de las Cuencas Ictiohidrograficas del Ecuador. ....	22
Figura 3. Se ilustra el área de estudio dentro la Micro cuenca del Río Llaviuco. ....	25
Figura 4. Se ilustra deferentes habitas en el área de estudio. ....	26
Figura 5. Zona de Vida del bosque nublado, dentro la micro cuenca del río Llaviuco. ....	27
Figura 6. Área de estudio de muestreo de peces y variables ambientales. ....	30
Figura 7. Perfil altitudinal de las estaciones de muestreo. ....	31
Figura 8. Fijación de las muestras; b) oxigenación de las muestras; c) pre muestreos, d) técnicas de hacer fotos; e) trabajo en campo; f) pre muestreos dentro el PNC. ....	32
Figura 9. Curación de la Muestras en laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay. ....	33
Figura 10. Se ilustra ayudante de campo realizando encuestas a lo población local. ....	34
Figura 11. Se ilustra toma del pH y temperatura dentro el área de estudio. ....	36
Figura 12. Método para tomar profundidad en ríos. ....	37
Figura 13. Se ilustra toma del caudal dentro el área de estudio a una profundidad de un metro. ....	37
Figura 14. Se ilustra la toma de datos de calidad de ribera en campo. ....	38
Figura 15. Se ilustra tomado datos de hábitat Fluvial. ....	39
Figura 16. Se ilustra NMS en 3D las variables ambientales y su Abundancia (CPUE). ....	44
Figura 17 . Se ilustra un clusters de variables ambientales y similitud entre los sitios. ....	46
Figura 18. Se ilustra Salmo trutta capturada en el PNC, junto con el ayudante de campo, Danny, Villalta Nugra. ....	50
Figura 19. Composición Trófica de las comunidades de peces dentro el área de estudio. ....	51
Figura 20. Se ilustra las colecciones de peces del Laboratorio de Zoología de la Universidad del Azuay. ....	64
Figura 21. Se ilustra la página de la IUCN sobre A. ubidiai que se encuentra en peligro Crítico. ....	65
Figura 22. Parámetros ambientales obtenidos en las estaciones de muestreo. ....	69
Figura 23. Caudal ( $m^3 / s$ ) de cada estación de muestreo. ....	70
Figura 24. Se ilustra un mapa de calidad de ribera a lo largo de las estaciones de muestreo. ....	71

Figura 25. Resultados del índice IHF en cada estación de muestreo.....	72
Figura 26. Índice de refugio de cada estación de muestreo. ....	73
Figura 27. Pregunta 1.1 ¿En qué comunidad o sector vive?.....	74
Figura 28. Pregunta 1.2 ¿Cuántos miembros de la familia son? .....	75
Figura 29. Pregunta 1.3 ¿Qué profesión tiene?.....	75
Figura 30. Pregunta 1.4 ¿Qué edad tiene?.....	76
Figura 31. Pregunta 2.1.a ¿Qué tan importante es el río para usted?.....	76
Figura 32. Pregunta 2.1.b ¿Siente importante tener una laguna o río cerca donde vive? .....	77
Figura 33. Pregunta 2.2.a ¿Piensa que el cuidado del agua es importante?.....	77
Figura 34. Pregunta 2.2.b ¿Cree suficiente el control y cuidado que le brindan a los ríos las autoridades? .....	78
Figura 35. Pregunta 2.3 ¿Qué piensa usted que puede estar afectando a los ríos? .....	79
Figura 36. Pregunta 2.4 ¿Piensa que el río Llaviuco puede tener algún problema en el futuro? .....	79
Figura 37. Pregunta 3.1 ¿Cuantas veces a la semana pesca?.....	80
Figura 38. Pregunta 3.1.a ¿En qué época del año pesca y en que sitios? .....	81
Figura 39. Pregunta 3.1.b ¿A qué hora del día pesca?.....	81
Figura 40. Pregunta 3.1.c ¿Cuánto pescan ahora?.....	82
Figura 41. Pregunta 3.2 ¿Qué técnica de pesca es la que más utiliza y por qué? .....	83
Figura 42. Pregunta 3.3 ¿Qué peces pescan en el PNC y en el río Llaviuco? .....	84
Figura 43. Pregunta 3.4 ¿Qué importancia ha tenido el pez bagre en el pasado?.....	84
Figura 44. Pregunta 3.5 ¿Cuándo fue la última vez que observó peces bagres y dónde? .....	85
Figura 45. Pregunta 3.6 ¿Qué peces han desaparecido o disminuido su abundancia en los ríos y por qué?.....	86
Figura 46. Pregunta 3.7 ¿Cómo preparaban los peces para alimento en el pasado?.....	86
Figura 47. Pregunta 4.1 ¿Dónde y cuándo siembran peces? .....	87
Figura 48. Pregunta 4.2 ¿Cuántos alevines siembran y dónde los consiguen?.....	88
Figura 49. Pregunta 5.1 ¿Quiénes trabajan en el cultivo de la trucha y en que época del año? .....	88
Figura 50. .Pregunta 5.2 ¿El ingreso económico es significativo para usted en comparación al esfuerzo de trabajo? .....	89

## ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Categorías para la calidad del índice de hábitat fluvial (IHF) .....	11
Tabla 2. Niveles de disponibilidad para el índice de refugio. ....	12
Tabla 3. Cantidad de jaulas, tamaño y número de peces de trucha estimado .....	29
Tabla 4. Estaciones de muestreo, coordenadas UTM.....	29
Tabla 5. Resumen de hallazgos de peces en el área de estudio. ....	41
Tabla 6. Análisis de la composición taxonómica de la ictiofauna dentro el área de estudio. ....	42
Tabla 7. Abundancia por CPUE e Interpretación de la EPA.....	42
Tabla 8. Longitud total (cm) y peso en gramos (gr) de 15 individuos. ....	48
Tabla 9. Resultados QBR de las estaciones de muestreo. ....	70
Tabla 10. Resumen de todos los parámetros obtenidos en cada estación de muestreo.	73



# **DEDICATORIA**

*A mi Esposa Juanita y mis hijas Karlitha Samantha e Ivanna Juliana*



## **PREFACIO**

Los estudios de flora y de algunos grupos de fauna han sido bien documentados en Ecuador, en el caso de los peces no existe una información científica completa. No obstante, estudios realizados hasta la fecha revelan la existencia de más de 900 especies de peces para Ecuador, ubicando a nuestro país como uno de los más diversos.

Esta diversidad está repartida de forma diferenciada, concentrándose la mayor riqueza en las zonas bajas, mientras que en las zonas altoandinas disminuye considerablemente, encontrándose sobre los 2500 msnm., únicamente de dos a tres especies. Sin embargo, la importancia ecológica de estas pocas especies es alta debido a las funciones que cumplen en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas acuáticos.

Este estudio pretende aportar al conocimiento, el mismo que abarca un análisis completo de la caracterización de peces en el río Llaviuco con criterios de abundancia, estado de conservación, historias ancestrales entre otros. Bajo este aporte, las fuentes de información de las técnicas de pesca aplicadas han sido muy amplias, muchas de ellas se han recopilado de experiencias no solo del autor sino también de la gente nativa de la Amazonia, Costa y Sierra ecuatoriana.

Finalmente, este trabajo se anclado al conocimiento de investigación bajo el soporte del Laboratorios de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay el mismo que mantiene en custodia más de 500 colecciones de peces del Sur del Ecuador, en conjunto con la Universidad Politécnica Salesiana sede principal en Cuenca.



## PROLOGO

La riqueza dulceacuícola es muy alta; a nivel mundial se conocen alrededor de 13.000 especies, en el Neotrópico se estiman que existen 6.025 especies y en la cuenca del Amazonas 3.000 especies. La importancia en la gestión del agua de estos vertebrados es única ya que gracias a su importante dinámica en el ecosistema acuático pueden servir como bioindicadores de la calidad del hábitat, porque estos son sensibles a perturbaciones acuáticas, terrestres y atmosféricas.

En contraste, el presente estudio se enfoca en la importancia de la ictiofauna en nuestros ríos locales. Por esta razón el presente trabajo es un aporte para la conservación; ya que gracias a los resultados obtenidos de la composición ictica podremos dar a conocer su importancia que tienen los peces como una herramienta para determinar el estado de salud de los cuerpos de agua que nacen en el Parque Nacional Cajas (PNC) y posteriormente forman parte de la red hídrica de la cuenca del Río Paute.

Para realizar el estudio de peces se utilizó diferentes técnicas a saber: redes manuales, redes de arrastre, anzuelos, piscinas portátiles, cámaras de fotografía profesional y claves dicotómicas para su identificación correcta. Además este trabajo enfoca fuentes históricas de los peces nativos que revelan pescas con barbasco a lo largo del río Tomebamba en Semana Santa, promovido por la Iglesia católica y Municipio, el mismo que han llamado una verdadera fiesta.

Hoy en día esta fiesta popular se ha consumado, pero han aparecido la contaminación de los ríos, pérdida de cobertura vegetal, introducción de especies invasoras como la trucha. Todos estos factores han contribuido para que no se vuelva a ver esta actividad pública en los ríos de Cuenca. Para recuperar esta actividad será imposible por los antecedentes antes citados. Lo que ahora se propone estudiar los peces nativos e introducidos para el manejo y conservación.



## AGRADECIMIENTOS

Esta memoria de graduación no hubiera sido posible sin la ayuda de las siguientes instituciones y personas a las que agradezco sinceramente el apoyo prestado.

A la Universidad del Azuay (UDA) por permitirme revisar las colecciones de peces dentro el Laboratorio de Zoología de Vertebrados.

Al Blgo. Edwin Zárate, por la revisión y apoyo en la investigación de peces del Sur de Ecuador.

A mi sobrino Dany Villalta, por la ayuda en las salidas de campo para capturar peces del Sur de Ecuador.

A Blgo. Edgar Segovia, por su camaradería sobre temas de investigación en ecología acuática.

A la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), por la apertura para estudiar la maestría y después realizar mi tesis de grado de cuarto nivel.

Al Dr. Windsor Aguirre, por sus comentarios acertados y envío de especímenes a los especialistas para su revisión taxonómica.

Al Dr. Scott Schaefer , por su revisión de la muestra y confirmación de su taxonomía en base su morfología de la preñadilla.

A Fernanda Abril, por su ayuda en elaboración de mapa del sitio de muestreo.

A Damodara Rojas por su ayuda de trabajo en campo y tabulación de datos.

A Iván Morales por el apoyo en las encuestas y tabulación de datos.

A Verónica Urgiles por ayuda en la toma de fotografías.

A Pedro Jiménez, por su aporte de claves del Género *Astroblepus* spp

A Ronald Navarrete por sus comentarios y camaradería sobre biogeografía.

Y a todas las personas, que me apoyaron de una u otra manera en la culminación de esta etapa de mi vida. Muy especial a mi familia que siempre me están apoyando hasta el final.



# CAPITULO I

## 1.1. ANTECEDENTES

La sub Cuenca del Río Llaviuco nace dentro el Parque Nacional Cajas entre los 3000 a 3500 msnm., atraviesa el Parque Nacional Cajas (PNC). Posteriormente continua su curso aguas abajo hasta formar parte del Río Tomebamba, el cual a su vez tributa al río Paute y este al Amazonas para desembocar en el Océano Atlántico. El eje principal de este cuerpo de agua actualmente se encuentra afectado por los impactos antrópicos altos, ofreciendo la posibilidad para el estudio de las comunidades de peces nativos alto andinos.

En particular los ríos alto andinos de este sector no son los más estudiados, pero existe información científica sobre macroinvertebrados. Aunque todavía no la suficiente como para tener un conocimiento cabal de la diversidad acuática y los procesos que allí se manifiestan; sin embargo, existen grupos de organismos prácticamente desconocidos para la ciencia y que no hay recibido ninguna atención científica como el caso de los peces alto andinos en el Sur del Ecuador.

En particular Maldonado-Ocampo *et al.* (2005), manifiesta que los ríos alto andinos la diversidad de peces disminuye rápidamente en sentido altitudinal. En una formación vegetal de bosque siempre verde piemontano a 400 m de altitud existirían aproximadamente 15 a 30 especies, a una altitud de 800 a 1 000 m sobre ese mismo flanco no habrían más de 10 especies, y mayor de 2 500 m de altitud este número se restringiría a una a dos especies. Esta referencia es corroborada con la base de datos del Laboratorio de Zoología de la Universidad del Azuay.

En términos generales las colecciones científicas sobre peces en las aguas interiores del Ecuador han sido motivo de estudio de naturalistas e investigadores durante los dos últimos siglos, logrando que el conocimiento esté basado en los acervos de las diferentes colecciones científicas de Humboldt, 1821, Warner, 1870, Boulenger, 1898, Eigenmann, 1922, Fowler 1943, Bohlke, 1958, Ovchinnyk 1967, y Barriga 2013. No obstante, recientemente amplios sectores de la sociedad y parte de la comunidad científica, consideran el trabajo de inventarios y colecciones de biodiversidad ictica como rarezas o curiosidades en museos polvorientos; haciendo que pasen a un segundo término, al grado de permanecer abandonadas y a la falta de especialistas. Por

causa de este desconocimiento, de alguna forma han sido denostadas por los investigadores en los campos de la biología.

En este sentido también para este estudio se ancla las características físicas del hábitat fluvial constituyen el escenario en el cual habita la fauna y flora fluvial (Allan, 1996). La mayoría de los estudios que consideran las características físicas del hábitat fluvial usan variables diferentes, tales como la velocidad del agua, composición del sustrato, materiales de banco, y otros parámetros, dependiendo del propósito del estudio (Elosegi et al, 2011). Los bosques de ribera son un componente muy importante de los ecosistemas fluviales e influyen en muchas características y procesos (Naiman et al, 2005). Por ejemplo, son los principales en proporcionar un canal de sombra del río (Davies-Colley y Rutherford, 2005), los bosques ribereños determina la cantidad de restos de madera grande en el cauce del río, grandes restos de madera juegan un papel importante en la determinación de hábitats (Brooks et al, 2003), también modifican los patrones de velocidad, composición del sustrato y la heterogeneidad de hábitats dentro de la corriente (Elosegi et al, 2010). Por lo tanto, cuando las características de la zona ribereña y el hábitat del río son próximas a las condiciones prístinas y no hay ninguna otra alteración humana, se espera que la integridad de las comunidades biológicas fluviales estén en su punto más alto (Stoddard et al, 2006).

Las zonas de ribera con abundante vegetación nativa, han sido reconocidas como áreas de importancia ecológica, no sólo por el aporte de material orgánico al sistema (Jonsson et al. 2001), sino también por una serie de otras funciones entre las cuales destacan: crear un ambiente propicio para especies que se alimentan de hojas, como para la flora bacteriana y los hongos que facilitan la degradación de material orgánico; son corredores de interacción entre animales terrestres y acuáticos; forman un ecotono de interacción de los ecosistemas terrestre/acuático, donde los flujos de energía y nutrientes permiten una fuerte interacción entre estos ecosistemas; es una importante zona de refugio, reproducción de aves; permite zonas de mayor sombras en las cabeceras de los ríos, las que ayudan a mantener la temperatura dentro de rangos tolerables para especies adaptadas a aguas frías (Bunn et al. 1999; Abel y Allan 2002; Cummins 2002).

No existen muchas propuestas para cuantificar la calidad ambiental de las riberas utilizando índices de fácil manejo y de aplicación sencilla, así que Jaimez-Cuellar et al, (2002), dentro del protocolo GUADALMED propusieron los métodos: QBR (Índice de Calidad del Bosque de Ribera) que en cuatro bloques recoge distintos componentes y atributos de las riberas, y el IHF (índice de evaluación del hábitat fluvial) que valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente.

En este sentido las investigaciones biológicas de peces juegan un papel importante no sólo en la sistemática, sino también como principio y base de estudios avanzados, así

como de trabajos enfocados al estudio de la conservación de la biodiversidad de nuestro país (Espinosa, 2003).

## **1.2. EL PROBLEMA**

### **1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La necesidad de contar con un conocimiento específico de la ictiofauna de los ríos del Sur de Ecuador, en particular los que nacen dentro el Parque Nacional Cajas (PNC) que forman parte del Macizo del Cajas y la carencia de estudios científicos divulgadas de peces continentales Alto andinos, son la razón que motiva realizar estudios para que esté a disposición de la comunidad científica y comunidad campesina en general; este inventario será el punto de partida para continuar con los siguientes estudios , que permita orientar y dar herramientas para la toma de decisiones de conservación y manejo de los recursos icticos .

### **1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Estudios sobre peces en el sur del Ecuador no se conoce absolutamente nada. Por tal motivo la importancia de realizar un estudio completo sobre ictiofauna lo largo de la Microcuenca del río Llaviuco. No obstante, los estudios de peces nos llevan a una serie de implicaciones sobre el desconocimiento taxonómico de las especies que se han registrado. Esta investigación contribuirá al conocimiento sobre la ictiofauna de los ríos alto Andinos e historias ancestrales. Además este trabajo aportara con evidencias sobre el estado actual de los cuerpos de agua donde habitan las especies de peces para manejo de la microcuenca Llaviuco y otros afluentes asociados.

Por esta razón, el interés de estudiar los peces que asocia las actividades realizadas históricamente, los mismos que estaban directamente relacionados con los procesos económicos, sociales y culturales de este sector.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la ictiofauna a lo largo del eje principal de la Microcuenca del río Llaviuco, con el fin de establecer una línea base de las especies de peces que habitan en los ríos Alto Andinos del Sur del Ecuador.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer un inventario de peces a lo largo del eje principal del río Llaviuco.
- Determinar la estructura y el estado actual de las poblaciones de peces.
- Describir el conocimiento ancestral de los peces dentro el área de estudio.
- Cuantificar el conocimiento ancestral de los peces.
- Identificar los tipos de hábitats de los peces.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Los ríos altos andinos no son los más estudiados, existiendo información científica limitada sobre invertebrados (macroinvertebrados) y algunos grupos de flora y Fauna. Aunque todavía no la suficiente como para tener un conocimiento cabal de la diversidad biótica y los procesos que allí se manifiestan; sin embargo, existen grupos de organismos prácticamente desconocidos para la ciencia y que aún no han recibido ninguna atención científica como el caso de los peces alto andinos.

Por esta razón, este estudio base contribuirá al conocimiento de las especies de peces que habitan en estos cuerpos de agua, con el objeto de dar pautas hacia la conservación, en particular al Parque Nacional Cajas (PNC), en este caso manejada por la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento (ETAPA) y Ministerio del Ambiente (MAE) quienes trabajan directamente en la conservación de los recursos naturales a largo plazo.

## CAPÍTULO II

### 2.1. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE ESTUDIO DE PECES EN LOS ANDES DEL ECUADOR

En particular los estudio de peces en los Andes del Ecuador es casi nulo y solamente se restringe al estudio del pez gato (*Astroblepus ubidiai*), que es el único pez nativo de los altos Andes en la Provincia de Imbabura, que era abundante en el pasado en la cuenca de Imbakucha y en las cuencas adyacentes, pero actualmente existe en unos cuantos refugios geográficamente aislados (Espino, 2005).

En este mismo contexto (Espino, 2004), realiza una revisión taxonómica, ecología y el estado de amenaza actual de las comunidades de *A. ubidiai*, bajo los criterios de la UICN para establecer su nivel de amenaza. No obstante, llegando a una conclusión final que todas las poblaciones *A. ubidiai* están críticamente en peligro. Estas amenazas se basan en calidad del hábitat, número de adultos en la población y el tamaño efectivo de la población donde habita.

En paralelo a lo citado (Espino, 2005), también realiza un análisis de viabilidad (AVP), para detectar los aspectos críticos en la ecología y biología de conservación de la especie. Llegando a la conclusión de las poblaciones de peces han presentado tasas positivas de crecimiento poblacional a pesar de la pérdida de hábitat y fragmentación de la misma; Pero sin embargo, ha logrado adaptarse a vivir en pequeños fragmentos manteniendo las poblaciones estables.

Una vez conocido su ecología y biología del pez gato (Espino, 2003) intentan cultivar en cautiverio. Los resultados obtenidos revelan que el comportamiento multivoltino en *A. ubidiai* parcialmente se produce independiente del exógeno por los efectos de la intensidad de la luz que indican que el control endógeno del desarrollo reproductivo permite ovulaciones espontáneas bajo condiciones ambientales constantes.

Finalmente (Espino, 2004), presta interés en determinar la idoneidad del hábitat y la disponibilidad. En este sentido propone modelos de índice de idoneidad (HSI), para determinar un modelo de gestión para la conservación de las especies de peces nativos de los andes del Norte. Los resultados del índice HSI muestran que los sitios donde

habitan la especie son de un promedio medio y muy pocos sitios de buena calidad, que no aportan en la dispersión de la especie.

En contraste, estudios recientes (Vimos, 2010), presta atención a los peces exóticos *Oncorhynchus mykiss* sobre el posible impacto sobre los productores primarios y secundarios. Los resultados revelan que la distribución de la trucha tiene una relación fuerte con la diversidad del sustrato, altitud, calidad de la vegetación de ribera (QBR) y alimento suficiente de fauna acuática.

Según (Vimos, 2010) sugiere que la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) está ampliamente distribuida en los ríos y riachuelos de los páramos del norte, pero datos no publicados del autor y base de datos de la UDA, 2013, está distribuida también en el sur del país, dentro el Parque Nacional Cajas, ríos adyacentes, y represas hidroeléctricas. Esta amplia distribución ha estado ligada a la pesca deportiva (introducciones sucesivas) y a barreras naturales dadas por la falta de agua en algunas regiones (e.g. prácticas de riego e hidroeléctricas).

### **2.1.2.1. PARÁMETROS AMBIENTALES**

#### **PH**

El pH está íntimamente involucrado con los cambios de acidez, basicidad y con la alcalinidad, las letras pH son la abreviatura para representar potencial de hidrogeniones e indican la concentración de estos iones en el agua. Los valores de pH en aguas naturales varían entre 6,0 y 9,0, las aguas naturales de altas montañas presentan valores de pH entre 6,5 y 7,5 (Roldán, 1992).

#### **Temperatura**

La temperatura está determinada por la cantidad de energía calórica que es absorbida por un cuerpo de agua y juega un papel fundamental en todos los procesos biológicos. Por lo tanto, es crucial el estudio de la temperatura en toda investigación limnológica. Las regiones tropicales o ecuatoriales, debido al eje de inclinación con relación al sol, reciben una cantidad de radiación más o menos constante a lo largo de todo el año, variando esta con la altura sobre el nivel del mar. En la región tropical se originan pisos térmicos que varían de acuerdo con la altura y el promedio de temperatura en cada piso (Roldán, 1992).

## **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto ( $O_2$ ) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis. Cuando se realiza la prueba de oxígeno disuelto, solo se utilizan muestras tomadas recientemente y se analizan inmediatamente. Por lo tanto, debe ser preferentemente una prueba de campo (Wetzel, 2001).

Otros factores como la salinidad, o la altitud (debido a que cambia la presión) también afectan los niveles de OD. Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura, el agua fría puede contener más oxígeno en ella que el agua caliente. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 7 y 12 partes por millón (ppm o mg/l). Los niveles bajos de OD pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico (vertederos, granjas, plantas muertas y materia animal) está en descomposición. Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua (Wetzel, 2001).

## **Caudal**

Los ríos nacen en manantiales a partir de aguas subterráneas que salen a la superficie o en lugares en los que se funden los glaciares. A partir de su nacimiento siguen la pendiente del terreno hasta llegar al mar. Los ríos sufren variaciones en su caudal, que aumenta en las estaciones lluviosas y disminuye en las secas. Las variaciones de caudal definen el régimen hidrológico de un río provocando una variación temporal importante en las comunidades bióticas (Wetzel, 2001). Las variaciones temporales se dan durante o después de las lluvias. La variación espacial se da porque el caudal del río aumenta aguas abajo, a medida que se van recogiendo las aguas de la cuenca de drenaje y los aportes de las cuencas de otros ríos que se unen a él como afluentes. Debido a esto, el río suele ser pequeño en las montañas, cerca de su nacimiento, y mucho mayor en las tierras bajas, cerca de su desembocadura (Roldán y Ramírez, 2008).

## **Las riberas**

Las riberas son una parte esencial de los ecosistemas fluviales. Representan una zona de ecotono o transición entre el medio acuático, de caudales circulantes, y el medio terrestre de las inmediaciones del río. Son muchos los beneficios hidrológicos que ofrecen las riberas, cuando mantienen su estructura natural como corredores fluviales.

En general las zonas más próximas a los cauces presentan unas condiciones muy favorables para la retención de agua y sedimentos. La presencia de la vegetación contribuye a la estabilidad de las orillas a través de su sistema radicular, disminuyendo el riesgo de erosión por la acción de la corriente. La presencia de raíces aumenta la cohesión del suelo y su resistencia, a la vez que disipa la energía y velocidad de las aguas (González, n.a).

Las riberas cumplen una función muy positiva y clave en el funcionamiento hidrológico de las cuencas vertientes, que desaparece cuando se utilizan para usos no compatibles, interrumpiendo los flujos de agua, sedimentos y nutrientes que tienen lugar de forma natural en las mismas (Risser, 1990).

### **Calidad de la ribera (QBR)**

El índice de calidad de ribera (QBR) está constituido de cuatro bloques en los cuales se recoge los diferentes componentes y atributos de las riberas: Grado de cobertura riparia, estructura de la cobertura, calidad de la cobertura y la naturalidad del canal fluvial. Cada bloque se califica sobre 25 puntos dando un puntaje máximo 100 (Vieira-Lanero et al, n.a). Los diferentes bloques del índice QBR tratan los siguientes temas:

**Grado de cobertura:** Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta. Hay que tener en cuenta también la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Estructura de la cobertura:** La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y en ausencia de estos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se considera riberas a ambos márgenes del río. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Calidad de la cobertura:** Para este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas o arbustivas nativas riparias. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de cobertura a lo largo del tramo estudiado. La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, desde la zona más cercana al río hasta el

final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Naturalidad del canal fluvial:** La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, entre otros, los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

Después de haber realizado los cuatro bloques del índice QBR, se relaciona el valor total con la tabla de rangos de calidad, la cual posee cinco niveles, cada uno de estos están representados por colores, donde, el azul representa la mejor calidad, y el rojo la calidad más baja (Ver anexo 3). La tabla de calidad se muestra a continuación.

**Tabla 1. Rango de calidad del índice QBR.**

Nivel de calidad	Valor QBR	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad buena, estado natural	>91	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	71-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	51-70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad	26-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	<25	Rojo

**Fuente:** (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

### Calidad del hábitat fluvial (IHF)

El índice de calidad fluvial (IHF) está formado por siete apartados los cuales valoran los aspectos físicos del cauce del río y heterogeneidad de hábitats: Inclusión rápidos - sedimentación pozas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad / profundidad, porcentaje de sombra en el cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura, y diversidad de vegetación acuática. A cada apartado se le da una puntuación de 10, 20 o 30 según la importancia, con una puntuación máxima de 100 (Vieira-Lanero et al, n.a). La tabla 1 muestra los niveles de calidad de hábitats del índice IHF.

**Inclusión rápidos - sedimentación pozas:** Inclusión: Se contabiliza el grado en que las partículas del sustrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río. Sedimentación: Consiste en la deposición de material fino en zonas más lénticas del río (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Frecuencia de rápidos:** Se hace una estima promedio de la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas más remansadas (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Composición del sustrato:** Para rellenar este apartado se hace una estima visual aproximada de la composición media del sustrato. El diámetro de partícula considerado en las categorías es el siguiente: Bloques y piedras: > 64 mm. Cantos y gravas: > 64 mm > 2 mm. Arena: 0.6 – 2 mm. Limo y arcilla: < 0.6 mm (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Regímenes de velocidad / profundidad:** La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Porcentaje de sombra en el cauce:** Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Elementos heterogeneidad:** Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Cobertura y diversidad de vegetación acuática:** Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50% (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

Plocon: incluye organismos fijos al sustrato por un extremo (rizoides) en muchos casos desprendidos y flotando, por ejemplo, Cladophora, Zygnematales, Oedogoniales y Briófitos. Pecton: incluye talos aplanados, laminares o esféricos, por ejemplo, Nostoc, Hildenbrandia, Chaetoforales, Rivulariáceas, Fieftros de oscilatorias o Perifiton de diatomeas. Fanerógamas y charales: por ejemplo, especies de los géneros Potamogeton, Ranunculus, Ceratophyllum, Apium, Lemna, Myriophyllum, Zannichellia o Rorippa y Chara. Briófitos: incluyen musgos y hepáticas (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

**Tabla 1. Categorías para la calidad del índice de hábitat fluvial (IHF)**

<b>Nivel de calidad</b>	<b>Valor IHF</b>
Muy alta diversidad de hábitats	>90
Alta diversidad de hábitats	71-90
Diversidad de hábitats media	50-70
Baja diversidad de hábitats	31-49
Muy baja diversidad de hábitats	<30

**Fuente:** (Jaimez-Cuellar et al, 2002).

### **Índice de refugio**

El refugio disponible se valora en función de una serie de parámetros: turbidez y profundidad del agua, granulometría del lecho, presencia de islas con o sin vegetación, sombra en las orillas, presencia de macrófitas sumergidas y la presencia de espacios donde se puedan esconder los peces. Más concretamente, puede definirse la cobertura o refugio como todos aquellos objetos naturales o artificiales que suministran una protección a los vertebrados o invertebrados contra la corriente y la insolación, o que sirven de refugio ante un peligro (García de Jalón et al, 1994). Basándose en estos elementos de cobertura se evalúa el refugio disponible por aplicación de un índice de refugio que necesita determinar seis coeficientes (Tabla 2 y Figura1).

**Coefficiente de sombra:** El parámetro coeficiente de sombra “Csb”, se refiere a la cobertura de sombra proporcionada por la vegetación de las orillas del río, se expresa como el porcentaje de anchura total de la lámina de agua sombreada (García de Jalón et al, 1994).

**Coefficiente de profundidad:** Este coeficiente “Cp” mide de alguna forma la capacidad de aportar refugio a los peces, ya que, esta aumenta cuanto mayor sea la columna de agua, al ser mayor la barrera física entre el pez y el depredador no acuático. Por otra parte, la turbidez del agua, segundo elemento de refugio, también será mayor en las corrientes más profundas (García de Jalón et al, 1994).

**Coefficiente de vegetación sumergida:** Para la estimación del parámetro “Cvs”, presencia de vegetación sumergida, se asigna distintos valores dependiendo del porcentaje de cobertura de dicha vegetación en el tramo de río (García de Jalón et al, 1994).

**Coefficiente de isletas:** Este coeficiente “Ci” depende, además de la cantidad de isletas en el río, del tipo de vegetación que haya sobre las mismas. Las isletas pueden definirse como pequeñas o grandes extensiones de terreno seco, de forma

más o menos permanente, cubiertas de vegetación herbácea o arbustiva, o desprovistas de vegetación, que aumentan la longitud de lo que se puede llamar orillas (García de Jalón et al, 1994).

**Coefficiente de sustrato:** Basándose en los valores de la granulometría del lecho y considerando además la proporción entre ellos, se ha estimado el parámetro “Cst”, coeficiente de sustrato, cuyo valor va a depender de la facilidad que tengan los peces para refugiarse en dichos sustratos. (García de Jalón et al, 1994)

**Coefficiente de encueve:** El “Ce” será más alto cuanto mayor sean las estructuras existentes que ofrezcan un refugio seguro a los peces. A cada una de dichas estructuras se les asigna un valor determinado, aumentando cuanto mayor refugio potencial posea, y se multiplica por su longitud dividiéndolo por la longitud total del tramo. Este mismo proceso se realiza para cada una de las estructuras (García de Jalón et al, 1994).

**Tabla 2. Niveles de disponibilidad para el índice de refugio.**

<b>Disponibilidad de refugio</b>	<b>Índice de refugio</b>
Nula	< 0.5
Muy baja	0.6 – 2.5
Baja	2.6 – 4.5
Media	4.6 – 6.5
Alta	6.6 – 8.5
Muy alta	8.6 – 10

**Fuente:** (García de Jalón et al, 1994)

## Refugio

Coefficiente de sombra ( $C_{sb}$ ):

O.I	O.D	% de sombra
0	0	Sin sombra
1	1	< 10%
2	2	10 - 25%
3	3	25 - 50%
4	4	50 - 75%
5	5	> 75%

Coefficiente de profundidad ( $C_p$ ):

$C_p$	Profundidad (Cm)
0	< 15 cm
1	15 - 50 cm
2	50 - 80 cm
3	15 - 50 cm con turbidez
4	100 - 150 / 50 - 80 con turbidez
5	> 150 / > 80 con turbidez

Coefficiente de vegetación sumergida ( $C_{vs}$ ):

$C_{vs}$	Vegetación sumergida
0	Ausente
1	Poco desarrollada
2	< 5%
3	5 - 15%
4	15 - 30%
5	> 30%

Coefficiente de isletas ( $C_i$ ):

$C_i$	Isletas
0	Ausentes
1	Aisladas (cualquier tipo vegetación)
2	Muchas (vegetación herbácea)
3	Pocas (vegetación arbustiva)
4	Muchas (vegetación arbustiva)
5	Muchas (vegetación arbórea)

Coefficiente de sustrato ( $C_{st}$ ):

$C_{st}$	Predominancia Sustrato
0	1RM lisa, 2 A y L
1	1 A y L
2	1GL; 1RM, 2GL; 1G,2A; 1G,2GL; 1G,2B
3	1 B, 2 G
4	1 B; 1 RM, 2G; 1 G, 2RM
5	1 RM fisurada, 2 B

Roca madre (RM) > 1m / Bloques (B) 20 cm - 1m  
 Gravas (G) 6 cm - 20 cm  
 Gravillas (GL) 20 mm - 6 cm  
 Arenas (A) 0,2 mm - 20 mm / Limos (L) < 0,2 mm

Coefficiente de encueva ( $C_e$ ):

$C_e$	Tipo de refugio y profundidad
0	Ausencia
1	Cornisas y oquedades < 20 cm
2	Cornisas y oquedades = 20 cm
3	Cornisas y oquedades > 20 cm
4	Cuevas < 50 cm y/o tocones
5	Cuevas >= 50 cm y/o tocones

Indice total de refugio:

$$I_R = (C_{sb} + C_i + C_{st} + C_{vs} + C_p) / 5 + C_e$$

Si no hay isletas:

$$I_R = (C_{sb} + C_i + C_{vs} + C_p) / 4 + C_e$$

**Figura 1.** Detalle de cada coeficiente de índice de refugio.  
**Fuente:** (García de Jalón et al, 1994).

### **2.1.3. BASES TEÓRICAS**

### **2.1.4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

El Ecuador tiene cuatro regiones naturales al contar con una salida al Océano Pacífico, la Amazonia, islas Galápagos y Cordillera de los Andes, que atraviesa el país de norte a sur, dividiendo en tres el territorio continental: la costa, la sierra y la amazonia. Además de esto, el país cuenta con la región insular.

La región Andina del Sur del Ecuador incluye un sin número de cuerpos de agua que conforman las cuencas del Yanuncay, Machangara y Tomebamba, los mismos que nacen dentro el Parque Nacional Cajas, dentro este grupo está la microcuenca del Río Llaviuco que forma parte de la red hídrica del Tomebamba, Paute, Amazonas los mismos que continúan su curso hasta desembocar en el Océano Atlántico (ETAPA, 2010).

El Ecuador por su ubicación geográfica y variedad de microclimas, es uno de los países con mayor diversidad biológica del planeta, pues en apenas 253.370 Km<sup>2</sup>. La gran biodiversidad biológica existente lo ha convertido en uno de los países más ricos del mundo en lo que en ecosistemas, especies y recursos genéticos se refiere. Precisamente, estos valores han justificado la inclusión del país dentro del reducido grupo de las naciones denominadas mega diversas, las cuales en conjunto el 70% de las especies animales y vegetales del planeta (Mittermer, Robles y Goettsch, 1997).

Para la región Andina, la riqueza de las especies de plantas, anfibios, aves, y mamíferos ha sido bien documentada. No obstante, en el caso de los peces no existen cifras concretas siendo el segundo grupo más numeroso y menos conocido dentro los vertebrados ecuatorianos con 1.340 especies aproximadamente, cifra que equivale al 7,1% de la biodiversidad mundial.

Según (Maldonado-Ocampo *et. al* 2005) los estudios de peces andinos se iniciaron con Humboldt (1805), Steindachner (1878, 1880), Boulenger (1887), Posada (1909), Eigenmann (1912, 1913, 1914, 1916, 1917, 1918a, 1918b, 1919, 1920a, 1920b, 1921, 1922, 1924, 1943), Myers (1930, 1932), Fowler (1919, 1941, 1943, 1945), (Miles 1942a, 1942b, 1943, 1945, 1947) y Dahl (1941, 1943, 1959, 1960, 1971). Recientes estudios vienen ampliando el conocimiento taxonómico de las especies presentes en los Andes de Colombia (Román-Valencia 1995, 1998b, 2000, 2001a, 2003a, 2003b, Román-Valencia *et al.* 1999, 2003b; Mojica 1999, Ortega-Lara *et al.* 1999, 2000, Maldonado-Ocampo y Albert 2003, 2004, de Santana y Maldonado-Ocampo 2004, de Santa *et al.* 2004, Ortega-Lara 2004, Ortega-Lara y Usma. Mientras que para los andes de Ecuador (Espino, 2003, 2004, 2005).

Esta riqueza íctica, importante para los pobladores de la región y en los estudios biogeográficos del Neotrópico, se encuentra en un alto grado de amenaza debido al

uso inadecuado del recurso hídrico. La región andina concentra cerca del 80% de la actividad socioeconómica de la región, lo que conlleva a pérdidas irreparables de los ecosistemas y con ellas su diversidad asociada (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005).

El registro fósil de los peces de Suramérica muestra como a finales del Cretáceo, poco después de la separación de África y Suramérica, ya existían familias y aún géneros de peces actuales. En la formación Maíz Gordo de Argentina, estudiada por Gayet y Meunier (1998), aparece el género *Corydoras* de la familia Callichthyidae y en los depósitos fosilíferos al sur de Cochabamba en Bolivia, Schultz (1992) ha identificado *Lepidosiren* (peces pulmonados suramericanos), Osteoglossidae, Serrasalminidae y Erythrinidae. En el Oligoceno en Brasil, Malabarba (1988) ha registrado *Cyphocharax*, *Cheirodon* y otros carácidos. En los depósitos fosilíferos del Mioceno en la localidad de La Venta al norte de Neiva en Colombia, Lundberg *et al.* (1986), Lundberg y Chernoff (1992) y Lundberg (1997, 1998), han reconocido familias como Doradidae, Callichthyidae entre otras y los géneros *Arapaima*, *Potamotrygon*, *Lepidosiren*, *Hoplias*, *Hydrolycus*, *Serrasalmus*, *Brachyplatystoma* y *Phractocephalus*. Estas evidencias indican que los peces neotropicales en el Mioceno ya estaban muy diversificados y existían la mayoría de los géneros y aún algunas especies actuales, como por ejemplo, *Phractocephalus hemiliopterus*, *Lepidosiren paradoxa* y *Hoplias malabaricus* citado en: (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005).

Lo anterior es una evidencia de que el levantamiento de los Andes no fue determinante en la diversificación de la ictiofauna, pues cuando tuvo lugar, ésta ya era diversa. De hecho hasta finales del Oligoceno, la mayoría de los sedimentos que se acumularon en la cuenca marginal que bordeaba los Andes eran casi en su totalidad proveniente del Escudo Guayanés (Hoorn 1994), indicando que el levantamiento de los Andes hasta entonces era aún incipiente (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005).

Katzer (1903) planteó la existencia de un portal de Guayaquil por el cual parte de la actual cuenca del Amazonas drenaba hacia el Pacífico. El cierre de éste portal en el Mioceno al activarse la orogenia andina, y como resultado del incremento en los aportes de los sedimentos andinos, terminaron colmatando la cuenca marginal cuyo resultado final fue un cambio de drenaje en dirección occidente - oriente (actual Amazonas) hace aproximadamente 8 millones de años. El cierre del portal debió ser un evento vicariante similar al levantamiento de la cordillera Oriental, aunque bastante anterior a este último. Algunos autores dudan de la existencia de este portal o que haya permanecido abierto hasta el Mioceno (Lundberg *et al.* 1998). Sin embargo, la presencia de géneros como *Microglanis* y *Pseudochalceus* tanto en la vertiente pacífica ecuatoriana como en la cuenca amazónica, sería un indicio a favor de su existencia.

En las cordilleras, la diversidad de peces disminuye rápidamente en sentido altitudinal; si en el piedemonte a 400 m de altitud hay aproximadamente 100 especies, a una altitud de 1.000 m sobre ese mismo flanco no hay más de 15 especies, y a 2.500 m de

altitud dos o tres lo que sucede ya en los en los Andes de Ecuador y Colombia que se registra solamente el género *Astroblepus*. Esto que se podría considerar la norma, no tiene lugar en valles longitudinales paralelos al eje de la cordillera, en los cuales la pendiente suele ser menor. Además al levantarse estos valles, por isostasia u orogénesis, las faunas que allí habitaban quedaron aisladas a una mayor altitud (Maldonado-Ocampo et al. 2005).

Porqué se encuentran tan pocas especies por arriba de 2.500 m en los Andes colombianos y ecuatorianos? Tal vez se deba a que el límite inferior de las nieves perpetuas durante los periodos glaciares llegaba a 3.200 m, y la última glaciación terminó hace apenas 10 mil años; luego *Rhizosomichthys totae* (pez graso) vivía en un ambiente periglacial, lo mismo que las otras dos especies del altiplano cundiboyacense. En los Andes del Perú y Bolivia, la cuenca endorreica de los lagos Titicaca y Poopo a 3.700 m de altitud, presenta las mismas condiciones de valle longitudinal levantado, donde un único género, *Orestias* del orden Cyprinodontiformes, diversificó en numerosas especies (Vuilleumier y Monasterio 1986). Se ignora cuáles hayan sido las circunstancias a este respecto para *Orestias* (Maldonado-Ocampo et al. 2005).

## **2.1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS ICTIOHIDROGRÁFICAS DEL ECUADOR**

### **Región Costa**

Según Barriga (2012) la influencia del mar sobre los distintos sistemas hidrográficos que allí desembocan no es constante, ya que depende de la pendiente, el caudal y los parámetros físicos. El caudal de los cuerpos de agua tiene relación con las estaciones climáticas. La región costera ha sido dividida en cinco zonas.

### **Intermareal**

El límite occidental es la línea de costa en el Océano Pacífico y el oriental se halla en el rango de 10 hasta los 200 msnm, aspecto que depende del nivel del terreno; a esta altitud convergen la marea y la corriente de los ríos permanentes e intermitentes. Las montañas de la costa constituyen una barrera para el ascenso de la marea.

Esta zona está sujeta a las variaciones mareales diarias y estacionales, las cuales dependen directamente de la pluviosidad continental. Un ejemplo de una amplia influencia marina se presenta en el río Santiago, que llega hasta el sector de Atahualpa y Maldonado. El caso contrario, sucede en la zona Intermareal del Esmeraldas, en donde la influencia de la marea llega tan solo hasta San Mateo.

La salinidad es otro factor que influye en el entorno fluvial costero ya que limita la distribución de los peces eurihalinos y estenohalinos. Por efecto de la entrada del agua del mar a los estuarios y el choque con el agua dulce se producen variaciones en el pH del agua.

Esta zona tiene una superficie aproximada de 5.707 Km<sup>2</sup>. La salinidad fluctúa entre 18 y 25 ppm, el pH es de 8,3 y la temperatura del agua varía entre 23 y 28°C. En esta zona se pueden diferenciar dos tipos de ríos: los que nacen en la cordillera costera, como el Verde, Chone, Jipijapa, Jama, Portoviejo, Ayampe, Javita, Zapotal, Mate, entre otros y los que se originan en la cordillera andina, entre los cuales figuran: Santiago, Guayas, Zapotal, Taura, Cañar, Balao, Jubones y Arenillas. Los cursos bajos de estos ríos se hallan dentro de la zona Intermareal.

Las ciudades principales que se hallan en esta zona son: San Lorenzo, Borbón, San Vicente, Bahía de Caráquez, Manta, Pto. López, Guayaquil, Salinas, Santa Elena, Naranjal, Balao, Tenguel, Arenillas, Pto. Jelí y Hualtaco.

### **Santiago-Cayapas**

Incluye el delta de los ríos Santiago y Cayapas, ubicados en el extremo noroccidental del territorio ecuatoriano. Limita al norte con Colombia y hacia el sur con las montañas de Sade. El límite occidental es la zona intermareal y el oriental se extiende hasta la cota cercana a los 2.800 msnm. El agua de los ríos en esta zona tiene un pH de 6,5 a 6,8, la temperatura oscila entre 22 y 26 °C, aunque en el sector altoandino es de 10°C. Incluye las cuencas de los ríos: Mira, Mataje, Santiago y Cayapas, con las subcuencas y microcuencas. La extensión abarca 15.885 Km<sup>2</sup>. Las principales poblaciones ubicadas en esta zona son: Mataje, Tobar Donoso, Concepción, Bogotá, Maldonado y Playa de Oro.

### **Esmeraldas**

Limita al norte con las zonas Ictiohidrográficas Intermareal y Santiago–Cayapas (montañas de Sade), al sur con la zona Guayas (cordilleras de Mache-Chindul), al occidente con la zona intermareal, que llega hasta San Mateo y al oriente con la cota de 2.800 msnm, en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes. La temperatura del agua de los ríos de esta zona oscila entre 18°C a 27°C y el pH varía entre 6,4 y 7,2. Tiene una superficie de 24.022 Km<sup>2</sup>. Las principales ciudades localizadas en esta zona son: Quito, Pedro Vicente Maldonado, Puerto. Quito y Quinindé. Incluye las subcuencas de los ríos Guayllabamba, Alambi, Quinindé, Canandé y Tiaone.

## **Guayas**

Al norte limita con los ramales de la cordillera de Chindul y una prolongación baja de la cordillera occidental, al sur con el río Jubones, al occidente con el límite intermareal que alcanza la ciudad de Babahoyo y al oriente con los cursos de agua localizados hasta los 2800 msnm que nacen en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar. La temperatura del agua varía entre 18°C y 28°C y el pH de 6,7 a 7,8. La extensión alcanza los 56.050 Km<sup>2</sup>. Las principales subcuencas de esta zona son: Toachi, Quevedo, Baba, Daule, Vinces, Babahoyo, Balao, Taura y Jubones. Entre las ciudades importantes están: Balzar, Quevedo, Vinces, Milagro, Daule, Naranjal, Machala, Santa Rosa y Pasaje.

## **Catamayo**

El límite norte es el río Jubones, al occidente alcanza el límite intermareal oriental cuyo nivel depende de la estación climática. Al sur está limitada por los ríos Chira, Macará y el curso inferior del río Puyango. Los ríos que nacen en las estribaciones de la cordillera andina son el límite occidental, entre los principales se hallan los ríos Catamayo, Alamor, Puyango, Calvas, Quilanga, Macará y Chira. La superficie de esta cuenca alcanza los 12.561 km<sup>2</sup>. Los ríos de esta zona presentan una temperatura que oscila entre 18°C y 28°C y el pH de 6,7 y 7,8. Las principales ciudades son: Loja, Vilcabamba, Catamayo, Cariamanga, Zozoranga, Macará, Celica, Alamor, Zapotillo y Arenillas.

## **Región Interandina o Sierra**

En la cordillera de los Andes nacen las principales cuencas hidrográficas de las vertientes del Pacífico y Atlántico. Abarca 85.518 Km<sup>2</sup> de superficie. La temperatura del agua de los ríos de la alta serranía oscila entre 8°C y 17°C y el pH de 6,8 a 7,2.

En la Sierra no se ha delimitado zonas ictiohidrográficas ya que los peces nativos no viven sobre los 2.800 msnm, a excepción del pez sardina (*Grundulus quitoensis*) de la familia Characidae que habita en las lagunas del Voladero en la Reserva Biológica del Ángel, ubicada en la provincia del Carchi. Este sector altoandino ha sido incluido en la zona Santiago Cayapas. En algunos entornos lóticos y lénticos viven peces introducidos como: la trucha arcoiris (*Onchorynchus mykiss*) y la carpa (*Carassius carassiu*). La trucha arco iris alcanza altitudes superiores a los 4200 msnm en el caso el Parque Nacional Cajas y la Concesión minera Quinsacocha y Río Blanco (Base de datos, UDA, 2014).

## **Región Amazónica**

En esta región se distinguen claramente dos sectores: las estribaciones andinas y los cursos bajos de los ríos. En las estribaciones orientales que incluyen los cursos

superiores y medio de los ríos, se identifican cuatro zonas ictiohidrográficas, que se hallan entre los 600 y 2.800 m, estas son: Alto Napo (AN), Alto Pastaza (AP), Upano-Zamora (UP) y Chinchipe (CH).

En la planicie o baja Amazonía del nororiente se presentan dos zonas de inundación conocidas como Igapó y Varzea y que son más notorias en la época de invierno, cuando se anegan los cauces de los ríos grandes e inundan las áreas boscosas de sus riberas, formando el bosque de inundación. Esto sucede con la gran cuenca del río Napo y de los ríos Curaray, Conambo, Tigre y Pastaza, entre los principales. Al sur se encuentran los ríos Upano, Yaupi, Morona, Namangoza y Nangaritza que forman el curso superior el río Santiago, uno de los principales tributarios del alto Marañón.

Las características de las zonas ictiohidrográficas de alta amazonia se anotan a continuación:

## **Alto Napo**

Limita al norte con el río San Miguel, al sur con el río Villano, hasta la cota de 600 msnm. La temperatura del agua fluctúa entre 18°C y 22 °C y el pH varía de 6,5 a 7,2. La superficie de esta zona es de 11.850 Km<sup>2</sup>. Las subcuencas principales que abarca esta zona son: Bermejo, Alto San Miguel, Oyacachi, Quijos, Anzu y Arajuno. Las ciudades que se hallan en esta zona son: La Bonita, Baeza, Chaco, Archidona y Tena (Barriga, 2012).

## **Alto Pastaza**

Al norte limita con el río Puyo y al sur el río Tuna Chiguaza cerca de la población de Huamboya. Al oeste alcanza la cota de los 2.800 msnm y al este los 600 msnm. La zona abarca 4.417 Km<sup>2</sup>. Los principales ríos de esta zona son: Oso, Palora, Copataza y Nayanamaca. En esta zona la temperatura del agua varía entre 18°C y 22°C y el pH de 6,5 a 7,2. Las principales poblaciones de la zona son: Palora, 16 de Agosto, Sharupi y Huamboya (Barriga, 2012).

## **Upano-Zamora**

Al norte se halla el nacimiento del río Upano en la cordillera Central hasta los 2.800 msnm. Al Este los cursos de agua que bajan desde las cordilleras de Cutucú, el Cóndor y la confluencia del Namangoza con el río Zamora; al sur el nacimiento del río Nangaritza. Al oeste la cota llega a los 2.800 msnm. Alcanza los 12.432 Km<sup>2</sup> de superficie. En esta zona se halla el curso inferior del río Paute, Tutanangosa, Yakipa, Seripa, Pania, Upano, Namangoza, Yantatza, Yacuambi, Quimi y Santiago. La temperatura del agua de esta zona varía entre 18°C y 22°C y el pH de 6,6 a 7,4. Las principales ciudades son: Macas, Sucúa, Logroño, Méndez, Plaza Gutiérrez, San Juan Bosco, Gualaquiza, Yantatza, Los Encuentros, Zamora, Santiago y Guayzimi (Barriga, 2012).

## **Chinchipe**

Al norte limita con el nudo de Sabanilla, al este el contrafuerte de Tzunantza, hacia el occidente el contrafuerte de Lagunillas y al sur el límite con el Perú. La superficie alcanza los 3.069 Km<sup>2</sup>. Incluye a los ríos Numbaló, Loyola, Palanuma, Vergel, Isimanchi, Mayo y Sangola. En esta zona la temperatura del agua está entre 18°C y 22°C y el pH de 6,7 a 7,2. Las poblaciones principales son: Valladolid, Palanda, Zumba y la Chonta (Barriga, 2012).

En la parte baja de la Amazonía existen dos zonas ictiohidrográficas que son:

### **a) Napo- Pastaza**

El límite norte corresponde a los ríos San Miguel y Putumayo, al sur el río Huasaga, al oeste la cota de los 600 msnm. Al este el Perú en una cota de 190 m. La superficie abarca 96.045 Km<sup>2</sup>, MAG (1999). Las subcuencas están representadas por los ríos San Miguel, Putumayo, Aguarico, Payamino y Coca, Jivino, Indillama, Pañacocha, Tivacuno, Tiputini, Nashinho, Yasuni, Napo, Curaray. Pintoyacu, Shionoyacu, Cunambo, Corrientes, Bobonaza, Ishpingo, Capahuari y Pastaza.

La temperatura del agua varía entre 23°C y 30°C y el pH entre 4,8 a 6,5. Las ciudades y poblaciones principales son: Puerto el Carmen, Tarapoa, Lago Agrio, Simón Bolívar, Puerto Francisco de Orellana, Pañacocha, Tiputini, Nuevo Rocafuerte, Pavacachi y Lorocachi. En la provincia del Pastaza las poblaciones sobresalientes son: Sarayacu, Montalvo, Sharamentza, Amunday y Capahuari (Barriga, 2012).

### **b) Morona- Santiago**

Se extiende por el norte hasta el río Pastaza, al sur el nacimiento de los ríos Santiago y Morona, al este el Perú y al oeste la cordillera del Cutucú, hasta los 600 msnm. La superficie alcanza de 6.691 Km<sup>2</sup> y los ríos de la zona son: Yaupi, Cushimi, Cangaimi, Macuma y Wichimi. La temperatura del agua en esta zona, oscila entre 16°C y 24°C y el pH de 6,4 a 7,1. Las poblaciones más sobresalientes son: Taisha, Puerto Morona y San José de Morona (Barriga, 2012), (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa de las Cuencas Ictiohidrograficas del Ecuador.  
**Fuente:** (Barriga, 2012 Maestrante y Navarrete, 2014).

## **2.1.6. DIVERSIDAD DE PECES EN LAS ZONAS ICTIOHIDROGRÁFICAS**

El total de especies de peces nativos de las zonas ictiohidrográficas del Ecuador, que hasta la presente fecha han sido registradas, suman 951; están agrupadas en 22 órdenes, 72 familias, 17 subfamilias y 393 géneros.

En la Costa, el mayor número de especies corresponde a la Intermareal con 120 especies. En las zonas restantes, la riqueza de especies es la siguiente: en la zona Esmeraldas con 57 especies, en Guayas 63, en Catamayo 25 y en Santiago-Cayapas 73 especies, en esta última se incluye la sardina *Grundulus quitoensis* que es nativa de los Andes septentrionales (Barriga, 2012).

En la región Oriental, en la llamada alta Amazonía, las zonas y el número de especies de peces son: Alto Napo (AN) con 14 especies, Alto Pastaza (AP) con 35, Upano-Zamora (UZ) con 40 y Chimchiche (CH) con 36 especies. En la baja Amazonía la zona ictiohidrográfica Napo Pastaza (NP) es la más diversa, con 680 especies, seguida de Morona Santiago (MS) con 143 especies.

Las zonas Ictiohidrográficas propuestas para el Ecuador ascienden a un total de 11, cinco para la Costa y seis para el Oriente (Barriga, 2012).



## **CAPÍTULO III**

### **3.1 METODOLOGÍA**

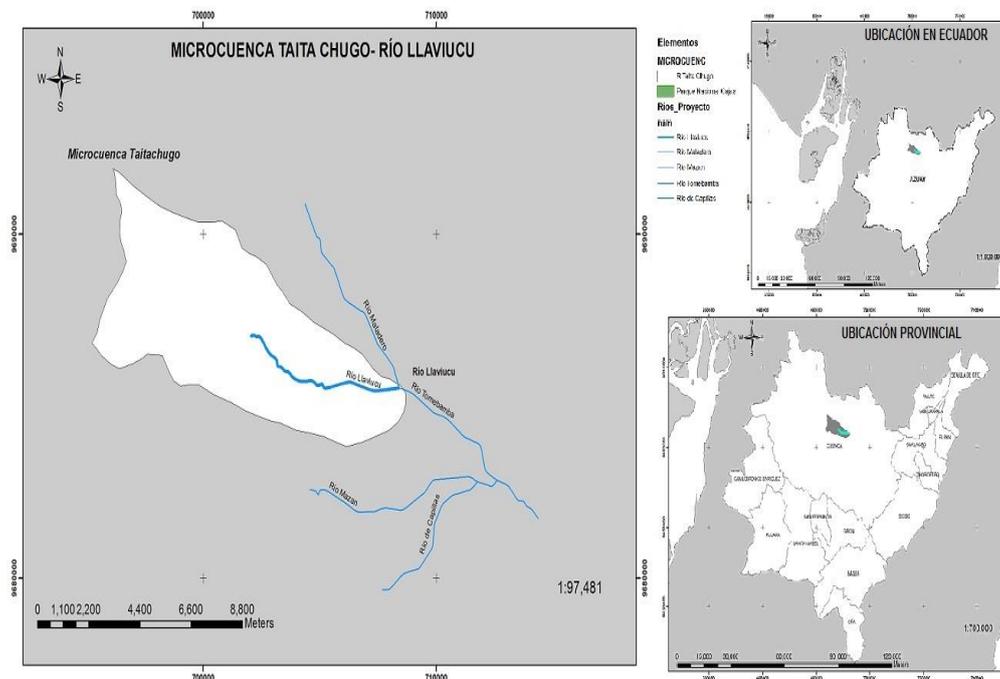
#### **3.1.1. ÁREA DE ESTUDIO**

La provincia del Azuay en Ecuador, está ubicada en la región centro sur del país, tiene una Superficie de 8124 km<sup>2</sup>. Se divide políticamente en 15 cantones. El Cantón Cuenca, en el que se halla la ciudad capital de la provincia llamada “Santa Ana de los Cuatro ríos de Cuenca”, tiene una extensión de 3316.64 km<sup>2</sup> de superficie (Carrasco et al. 2010).

El área de origen glaciario, con grandes elevaciones. Está asociado con laguna de Surocucho, está en un valle en forma de “U”, asentado a 3140 msnm., se encuentra en el flanco este de la cordillera, con una extensión aproximada de 15 km., y cuyo fondo recorre el río Taita Chugo hasta llegar a laguna que esta represada por hormigón armado. El suelo del valle está compuesto por depósitos lacustres que indican que en otro tipo de laguna que ocupaba gran parte del valle. La precipitación mensual promedio de 92 mm aproximadamente (Carrasco et al. 2010).

En este sentido este cuerpo de agua lentico denominado Sorucucho se ha visto afectado por las actividades humanas principalmente por cultivo intensivo de truchas, desarrollado duramente 20 años ( 1978-1999), sumado el sobre pastoreo y expansión agrícola (Carrasco et al. 2010).

Este cuerpo de agua que nace en la vertiente oriental de los andes pasa formar parte del eje principal del Tomenbamba, continuando su curso forma parte de la cuenca de la red hídrica del río Paute, Namangoza, Santiago, hasta formar parte de Amazonas y desembocar en el Océano Atlántico (Figura 3).



**Figura 3.** Se ilustra el área de estudio dentro la Micro cuenca del Río Llaviuco.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

Esta micro cuenca se considera de importancia para la conservación y aporte hídrico hacia las represas hidroeléctricas Mazar, Daniel Palacios, y las que están en ejecución Cardenillo y Sopladora, que serían las de mayor producción de energía eléctrica para el país en los siguientes años.

### 3.1.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se realiza fuera del Parque Nacional Cajas en un tramo de 2 Km aguas bajo de la Laguna llaviuco, en diez tramos de 50 m el mismo que está asociado al sistema de ganado de leche que es su principal actividad en la zona.

Sin embargo; (A) todavía en este cuerpo de agua lotico se puede observar una vegetación de ribera en buen estado que contribuye un hábitat idóneo para la sobrevivencia de peces nativos ; (B) Existen problemas ambientales que hace que pierda su estado natural por la falta de puentes, falta de sistemas de abrevaderos para ganado vacuno, uso del agua para lavar recipientes (baldes) y paso de caballos con gallinaza; (C) Pérdida de continuidad ecológica entre el río y laguna debido a las barreras de hormigón armado para mantener la profundidad estable de laguna Llaviuco; y ( D) finalmente en pequeños tramos todavía se puede observar habitas en estado natural con flora y fauna asociada (Figura 4).



**Figura 4.** Se ilustra diferentes hábitats en el área de estudio.

**Fuente:** Maestrante, 2014

El área de estudio, según (Sierra 1999) comparte la zona de vida de Bosque siempreverde montano alto que se extiende desde los 2.800 hasta 3.100 m.s.n.m. en la cordillera oriental. El bosque siempreverde montano es similar al bosque nublado en cuanto a la cantidad de musgos y plantas epífitas. Se diferencia por un suelo generalmente cubierto por una densa capa de musgo y árboles que tienden a crecer irregularmente, con troncos ramificados desde la base y algunos desde muy inclinados a casi horizontales. Cerón y Montalvo (ined.) encontraron en Colepato (cuenca alta del río Mazar, provincia de Cañar), a 3.100 m.s.n.m., 33 especies de 2,5 cm o más de DAP en 0,1 hectáreas. Las especies más frecuentes en esta localidad son: *Bejaria resinosa*, *Cavendishia reticulata* (Ericaceae), *Weinmannia elliptica* (Cunoniaceae) y *Clethra ovalifolia* (Clethraceae). Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo, donde ocasionalmente se encuentran árboles de los géneros *Oreopanax*, *Polylepis*, *Buddleja* y *Miconia*, entre otros.

Flora característica: *Bomarea brachysepala* (Amaryllidaceae); *Oreopanax impositus*, *O. obscurus*, *O. sessiliflorus* (Araliaceae); *Ageratina dendroides*, *Gynoxys regis*, *Pentacalia thesefolia* (Asteraceae); *Brunellia ovalifolia* (Brunelliaceae) Zinowiewia

*madsenii* (Celastraceae); *Clethra revoluta*, *C. ovalifolia* (Clethraceae); *Weinmannia elliptica* (Cunoniaceae), *Bejaria resinosa*, *Cavendishia reticulata* (Ericaceae); *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae); *Aiouea dubia*, *Ocotea infrafolata*, *Persea* spp (Lauraceae); *Brachyotum andreanum*, *Meriana furvanthera*, *Miconia* spp. (Melastomataceae); *Ruagea hirsuta* (Meliaceae); *Siparuna petiolaris* (Monimiaceae); *Cinchona officinalis*, *Psychotria* spp. (Rubiaceae); *Symplocos fuscata*, *Symplocos clethrifolia* (Symplocaceae); *Freziera microphylla* (Theaceae); *Ternstroemia macrocarpa* (Ternstroemiaceae). Cerca del páramo, en la Ceja Andina, los arbustos como *Hypericum laricifolium*, *Brachyotum* sp. y *Lupinus* spp., entre otros, son más frecuentes ( Figura 5).



**Figura 5.** Zona de Vida del bosque nublado, dentro la micro cuenca del río Llaviuco.

**Fuente:** Maestrante, 2014.

### 3.1.3. CLIMA

La baja temperatura y su gran variación diurna en comparación con la variación estacional son las características más destacadas de todos los climas de altas montañas tropicales. No existe una estación meteorológica en el área de Surocucho, la estación más cercana se encuentra en Mazán (2°51'57" S - 79°6'45" W, 3100 msnm) y ha funcionado desde finales del año 1996 hasta mediados de 1999. Debido a la proximidad de esta estación con el área en estudio, se tomarán en consideración los valores medios mensuales de temperatura (Carrasco M.C. 2006).

De éste se concluye que los meses de julio y agosto son los más fríos, con temperaturas medias mensuales inferiores a los 9°C, coincidiendo éstos con la época de estiaje, el resto de meses presentan una temperatura media mensual superior a 10.5 °C. Los meses de abril y mayo son los más abrigados con una temperatura media de

12 a 12.5 °C. La temperatura media anual es de 10.9°C. En este sentido en los meses está marcado entre los meses agosto a enero (Carrasco M.C. 2006).

En el Ecuador las partes altas de las cordilleras y el callejón interandino tienen un régimen de precipitación ecuatorial del hemisferio Sur. Significa que se presentan dos picos de precipitación (uno de febrero hasta mayo y el segundo en octubre hasta noviembre), provocados por el movimiento del CIT (zona de convergencia intertropical) sobre el país. La principal estación seca se presenta desde junio hasta agosto, el invierno austral. El segundo período seco se presenta a fines de diciembre - enero (veranillo del Niño), (Carrasco M.C. 2006).

### **3.1.4. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN A LA LAGUNA DE SUROCUCHO**

Se han identificado las siguientes fuentes de contaminación:

- a) Actividad turística: Según las estadísticas de la CMPNC el número de visitantes al Parque Nacional Cajas en el año 2006 casi se duplica con respecto al año 2003;
- b) Actividad ganadera: el intensivo pastoreo de ganado existente en la zona hasta 1996 deterioraba la calidad del agua del afluente que ingresa a la laguna.
- c) Actividad piscícola: iniciada en septiembre de 1978 hasta 1999 a través a un convenio entre el MAG y el señor Ugalde.
- d) Las actividades piscícolas, incrementaban progresivamente la tasa de nutrientes en el agua, como consecuencia el ecosistema acuático experimentó una secuencia compleja de cambios.
- e) Las algas que permanentemente se fijaban a las mallas de las redes de las jaulas eran desalojadas con agua a presión en la misma laguna, aumentando de esta manera los nutrientes y los sedimentos en el fondo de la laguna.
- f) Las operaciones de faenamiento de truchas se realizaban en un galpón situado en la orilla izquierda de la laguna siendo los desechos finalmente conducidos hacia la laguna.

En la laguna existían varias jaulas flotantes distribuidas alrededor de dos muelles. En la siguiente tabla se presenta la cantidad de jaulas, su tamaño y el número de peces estimado:

**Tabla 3. Cantidad de jaulas, tamaño y número de peces de trucha estimado**

CANTIDAD	TAMAÑO DE LA JAULA (m)	TAMAÑO DE LOS PECES (cm)	CANTIDAD ESTIMADA
12	6X6	Reproductores	530
1	3.65x3.65	Reproductores	250
6	3x1	5 a 10	30000
2	3x1	10	10000
9	3.65x3.65	5 a 10	90000
6	Hexagonal lado 6 m	20 a 25	60000
1	Hexagonal lado 6 m	15 a 20	10000
4	Hexagonal lado 6 m	10 a 15	40000
1	6x6	20 a 25	10000

*Fuente: Biol. Paúl Turcotte sf., en (Carrasco M.C. 2006).*

### 3.1.5. OBTENCIÓN DE DATOS BIOLÓGICOS DE LOS PECES

El área de estudio comprende el río Llaviuvo y el inicio del río Tomebamba después de la unión con el río Matadero, ubicados al noroeste de la ciudad de Cuenca. Para cada sitio de colección se tomaron coordenadas geográficas (UTM /WGS84) con GPS Garmin T 50 (Tabla 4).

**Tabla 4. Estaciones de muestreo, coordenadas UTM.**

Sítios	Longitud	Latitud	Altura
LLA1	706488	9686651	3159
LLA2	706763	9685534	3144
LLA3	707102	9685520	3120
LLA4	707622	9685449	3077
LLA5	708301	9685559	3037
LLA6	708503	9685522	3036
LLA7	708692	9685514	3037
LLA8	708992	9685349	3005
LLA9	710244	9684726	2906
LLA10	710328	9684674	2903

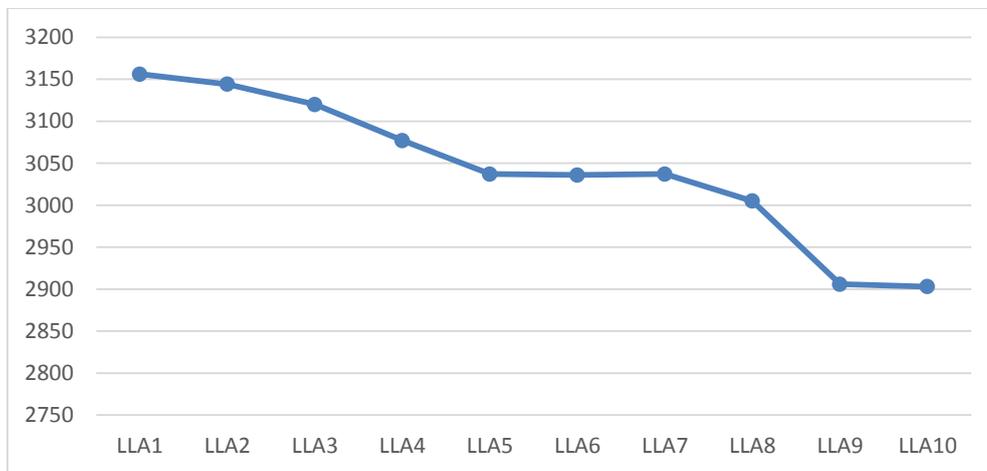
**Fuente:** Maestrante, 2014.

Dentro del área de estudio se ubicaron 10 estaciones, cinco estaciones sobre el río Llaviuvo y cinco sobre el río Tomebamba, cada una presenta una longitud de 50 m, se recolectaron datos de parámetro ambientales, se analizó la calidad del bosque de ribera, el hábitat fluvial y muestreos de peces. En la tabla 4 encontramos las coordenadas de todas las estaciones, para la elaboración del área de estudio se utilizó las imágenes satelitales de Google Earth (Figura 6).



**Figura 6.** Área de estudio de muestreo de peces y variables ambientales.  
**Fuente:** Google Earth, 2014.

En este sentido se logró identificar que el área de estudio se encuentra en un piso altitudinal que varía entre los 2900 hasta los 3150 msnm aproximadamente, basado en un perfil altitudinal en cada una de las estaciones de muestreo (Figura 7).



**Figura 7.** Perfil altitudinal de las estaciones de muestreo.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

### Trabajo de campo

Todos los especímenes se colectaron con redes triangulares manuales, anzuelos, trasmallos, y atarrayas con 3 horas (6 pm a 8 horas) de esfuerzo de muestreo. Para el manejo de las muestras se usaron baldes plásticos de 5 litros, y fundas plásticas con la incorporación de aireadores artesanales a baterías para mantener con vida las muestras. Sin embargo, los especímenes de fácil identificación se realizaron *in situ* con su respectiva medidas morfológicas (talla, pesos y documentación fotográfica) y los de difícil identificación fueron fijados en una solución de formol al 10% y después de 48 h, conservados en etanol al 70% para ser transportados al laboratorio de Zoología de la Universidad del Azuay (ZOOA) (Rengifo, 2007), (Figura 8).



**Figura 8.** Fijación de las muestras; b) oxigenación de las muestras; c) pre muestreos, d) técnicas de hacer fotos; e) trabajo en campo; f) pre muestreos dentro el PNC.

**Fuente:** Maestrante, 2014.

### Fase de laboratorio

Para su identificación se utilizaron claves del libro “Catálogo Ilustrado de Peces de los Andes de Colombia” (Maldonado Ocampo, Ortega Lara, & Usma, 2005); (Regan, 1916 y Schultz, 1944, Pellegrin, 1931) y apelando a literatura reciente en línea (Ver anexos 14). Las muestra identificadas fueron ingresados a la base de datos de peces de la Universidad del Azuay (Base de datos ZOOA, 2014), (Figura 9).



**Figura 9.** Curación de la Muestras en laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay.

**Fuente:** Maestrante, 2014.

## **Encuestas**

Se realizaron encuestas sobre la ictiofauna a los pescadores y personas residentes que se encontraron en el área de estudio, también se visitaron las viviendas cercanas al río. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2013, el modelo de la encuesta la podemos encontrar en el anexo 6. No obstante se acudió a la población local mediante conversaciones indirectas, redes sociales (pescadores) sobre los nombres vernáculos e historias ancestrales (Figura 10).



**Figura 10.** Se ilustra ayudante de campo realizando encuestas a lo población local.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

### **3.1.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **3.1.6.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Una vez identificados los individuos se realizó una base de datos en el software Microsoft Excel 2007 para los análisis de tendencia central y estadística multivariada.

#### **Abundancia EPA (Environmental Protection Agency)**

Se adaptó la metodología de la EPA (Environmental Protección Agency, 2011), que considera cuatro categorías que han sufrido una modificación en el número de individuos colectados de cada especie: Abundantes (más de 18 individuos), Comunes (10 – 17 individuos), Poco comunes (4 – 9 individuos), Raras (menos de 3 individuos).

#### **Estimación de la Abundancia basado en Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE)**

Para determinar la abundancia de cada especie de acuerdo a las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (Lauzanne et al. 1985, Lauzanne & Robles1986), método que se

utilizó para uniformizar los datos de manera que sean comparables (Cowx 1991), de acuerdo a la siguiente relación o índice:

$$C/f=qN$$

Donde C: número o biomasa de peces capturados; f: unidad de esfuerzo invertido, q: coeficiente de capturabilidad (o probabilidad de capturar un individuo cuando se aplica una unidad de esfuerzo); y N: Tamaño absoluto de la población de peces. Así, el número de peces capturados cuando se aplica una unidad de esfuerzo depende del total de individuos que forman la población estudiada y de la probabilidad de capturarlos.

### **Estadística Multivariado**

De la matriz general de realizo un análisis multidimensional no métrico en 3D de la variables ambientales, usando el Software PAST PAAlaeontological 1.34 (Mammer et al, 2005).

### **Aspectos Ecológicos Generales de los Peces**

También se realiza un análisis sobre sus ecología general de las especies a saber: a) Nichos tróficos ; b) origen de las especies de peces registrados; c) especies migratorias o residentes; d) análisis uso de los recursos; e) descripción taxonómica de las especies; f) especies indicadoras o sensibles; g) historias ancestrales ( UDA, base de datos de peces, 2014); (Ragash, 2009); (Prenda, et al. 2000); (Mora & Uyaguari, 2004); (MacCrimmon y Marshall, 1968).; (Maldonado-Ocampo et al); (Vélez & Espino, 2004); (Vélez & Rueda, 2002); (Albornoz, 1975); (Moreano et al. 2005); (Sevilla, 2009).

#### **3.1.6.2. PARÁMETROS AMBIENTALES**

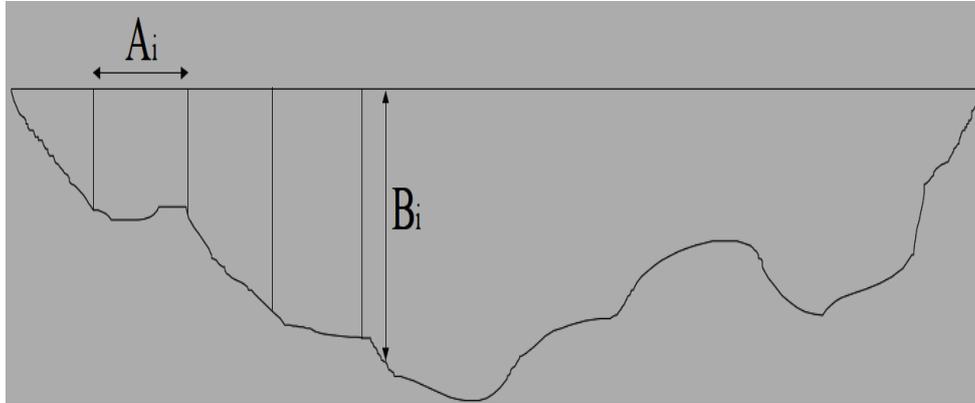
La medición de los parámetros ambientales fueron medidos *in - situ* con la ayuda de los electrodos de campo, se utilizó un equipo multiparamétrico waterproof (pH testr 30), el cual midió la variaciones de pH y temperatura. Para el correcto uso del equipo, se lo calibro en el laboratorio de química de la Universidad del Azuay (Figura 11). Durante las mediciones, se dejó el equipo dentro del río hasta estabilizarse, se limpió los electrodos con agua destilada antes y después de cada lectura (Jáimez–cuéllar et al, 2002).



**Figura 11.** Se ilustra toma del pH y temperatura dentro el área de estudio.  
**Fuente:** Maestrante, 2014

## **Caudal**

El caudal de cada estación se midió tomando medidas de profundidad ( $B_i$ ) mediante un palo graduado a intervalos regulares ( $A_i$ ) como se muestra en la figura 12, en el ancho del río, se utilizó una cinta métrica para determinar el ancho del río y con los datos de profundidad se obtuvo la profundidad media. Estos valores determinaron el área del río.



**Figura 12.** Método para tomar profundidad en ríos.  
**Fuente:** (Prat et al, 2004).

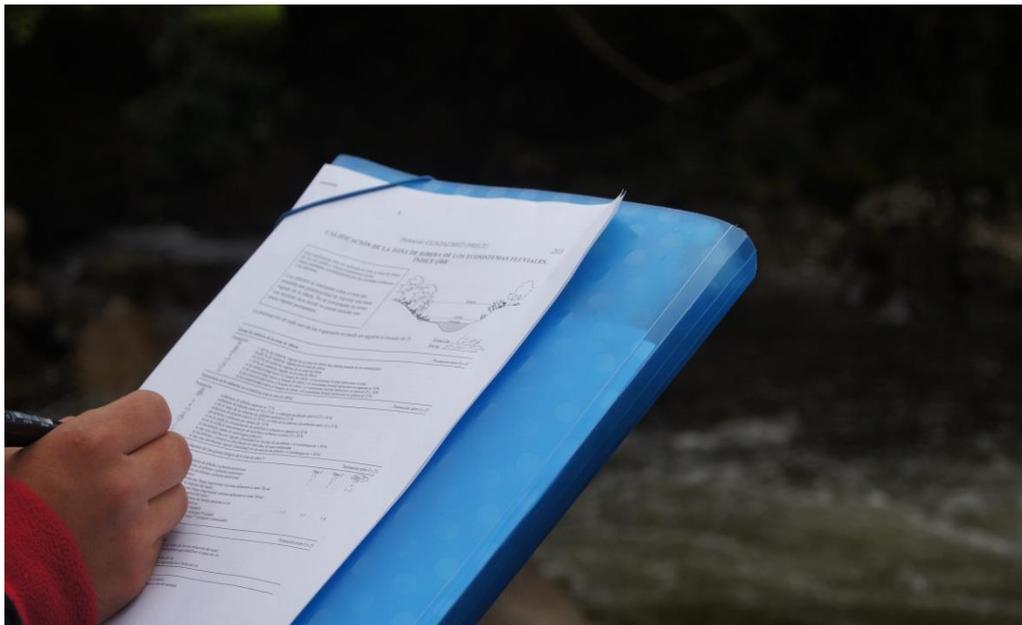
Además se debe obtuvo la velocidad del flujo utilizando el método del flotador, dejando caer un objeto sobre la superficie que seguirá río abajo durante una distancia conocida, tomando el tiempo que transcurre mientras el flotador recorre toda la distancia. Se tomaron 5 medidas de velocidad y se promediaron para tener una velocidad más acertada. Finalmente se aplica la siguiente fórmula:  $Q = A * V$ , dónde:  $Q$  = caudal ( $m^3 / s$ ),  $A$  = área ( $m^2$ ) y  $V$  = velocidad ( $m / s$ ) (Prat et al, 2004), (Figura 13).



**Figura 13.** Se ilustra toma del caudal dentro el área de estudio a una profundidad de un metro.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

## Índice Calidad de ribera (QBR)

Para determinar la calidad de ribera, se utilizó el índice QBR propuesto en el protocolo GUADALMED. Primero se seleccionó el área de observación, se escogió el total de longitud de cada estación de muestro y se consideró toda la anchura potencial del bosque de ribera para calcular el QBR. Se delimitó visualmente la orilla y la ribera de la zona riparia (Figura 14). En cada bloque del índice se escogió una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 o 0. La puntuación final de cada bloque se modificó por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, tantas veces como se cumplió la condición. Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25. La puntuación final fue el resultado de la suma de los cuatro bloques, por tanto varía entre 0 y 100. (Jáimez–Cuéllar et al, 2002).



**Figura 14.** Se ilustra la toma de datos de calidad de ribera en campo.

**Fuente:** Maestrante, 2014.

## Hábitat fluvial

Para determinar el la calidad del hábitat fluvial, se utilizó el índice de calidad de hábitat fluvial IHF, propuesto en el protocolo GUADALMED. Se seleccionó el área

de observación el cual corresponde al total del tramo de río de cada estación para proporcionar la información necesaria que se requiere para cubrir los siete bloques de los que consta el índice (Figura 14) Los siete bloques en los que está basado el IHF son independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser superior a la indicada en el anexo 4. La puntuación final fue el resultado de la suma de los siete bloques y por lo tanto nunca puede ser superior a 100 (Jáimez–Cuéllar et al, 2002).



**Figura 15.** Se ilustra tomado datos de hábitat Fluvial.  
Fuente: Maestrante, 2014.

### **Índice de refugio**

Para determinar el índice de refugio usamos la misma área utilizada en el índice IHF, se usó la expresión del índice en la cual no hay presencia de isletas, ya que no se

encontraron en toda el área de estudio (Ver anexo 2). Cada bloque se le asignó una puntuación de 0 a 5, la puntuación final se calculó mediante la siguiente formula (García de Jalón et al, 1994).

$$I_R = (C_{sb} + C_i + C_{vs} + C_p)/4 + C_e$$



## CAPÍTULO IV

### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1.2. RIQUEZA Y ABUNDANCIA RELATIVA

La riqueza de especies en la zona es baja, registrándose solamente tres especies a saber: *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo Trutta*, y *Astroblepus ubidiai*. En cuanto a la abundancia se ha logrado registrar un total de 578 individuos dentro las tres especies, que pertenecen a dos órdenes y dos familias. Dentro este grupo dos especies son introducidas y una es Endémica que comparten el mismo hábitat (Tabla 5).

**Tabla 5. Resumen de hallazgos de peces en el área de estudio.**

Escala Taxonómica	Abundancia	Nombre local
<i>Salmoniformes</i>		
<i>Salmonidae</i>	525	
<i>Salmo Trutta</i>	316	Salmon/ Trucha parda
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	209	Trucha arco iris
<i>Siluriformes</i>		
<i>Astroblepidae</i>	53	
<i>Astroblepus ubidiai</i>	53	Bagre/preñadilla

Fuente: Maestrante, 2013.

Como registro de interés científico en este estudio se destaca la presencia una especie Endémica *Astroblepus ubidiai*, de la cual se registró cincuenta y tres individuos, y por ende resulta ser una proporción baja, en relación a las otras dos (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo Trutta*) especies introducidas, esto puede sugerir un posible grado de afectación al ecosistema acuático. Las consecuencias de este hecho evidenciado no son aún del todo concluyente; Sin embargo, si implica una intromisión y altas posibilidades de afectación a las comunidades nativas por la competencia intraespecífica e interespecífica.

**Tabla 6. Análisis de la composición taxonómica de la ictiofauna dentro el área de estudio.**

Taxas	Género	Especies (S)	Proporción	Abundancia (N)	Abundancia (N)%
			Spp (%)		
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>578</b>	<b>100</b>
Salmoniformes					
<i>Salmonidae</i>	1	2	66,6666667	525	90,8304498
Siluriformes					
Astroblepidae	1	1	33,3333333	53	9,16955017

Fuente: Maestrante, 2014

Analizando globalmente los datos de la Tabla 5, 6 y el registro total de especies, se observa en general una diversidad baja, en lo que hay una alta similitud entre los sitios de muestreo, de las cuales comparten los procesos de hábitat entre sí. Se debe destacar que en el área de estudio se registró un complejo grupo taxonómico conformado por una especie endémica de compleja identificación *Astroblepus ubidiai*.

#### 4.1.3. ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE MUESTREO (CPUE) E INTERPRETACIÓN DE LA EPA

A lo largo de las estaciones de muestreo los resultados uniformizados con el método CPUE (Lauzanne et al. 1985, Lauzanne & Robles, 1986), revela un número de individuos de importancia en su composición ictica. Del total de los 78 individuos registrados de *Salmo trutta* están dentro de un intervalo entre 7 (poco comunes) – 10 (comunes) y de *Oncorhynchus mykiss* con 51 individuos cae dentro un solo intervalo (Poco Comunes) y la única especie endémica con 13 individuos que cae dentro el intervalo de 0-3 (Raro), el mismo que corrobora con el esfuerzo realizado (Tabla 7).

**Tabla 7. Abundancia por CPUE e Interpretación de la EPA.**

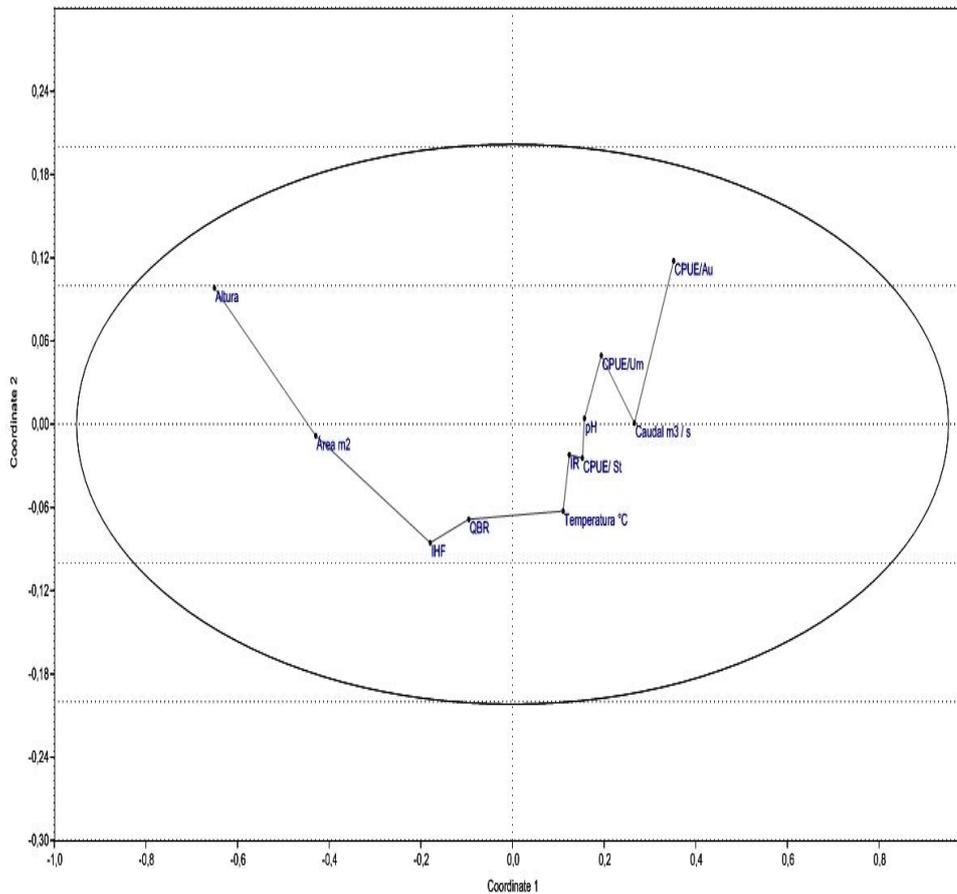
Especies	<i>Salmo trutta</i>		<i>Oncorhynchus mykiss</i>		<i>Astroblepus ubidiai</i>		
	Sitios	CPUE	EPA	CPUE	EPA	CPUE	EPA
LL1		10	Poco Comunes	6	Poco comunes	3	Raras
LI2		7	Poco Comunes	5	Poco comunes	1	Raras
LI3		6	Poco Comunes	6	Poco comunes	2	Raras
LI4		8	Poco Comunes	5	Poco comunes	2	Raras
LI5		10	Comunes	5	Poco comunes	2	Raras
LL6		9	Poco Comunes	6	Poco comunes	1	Raras
LI7		7	Poco Comunes	6	Poco comunes	1	Raras

L18	9	Poco Comunes	6	Poco comunes	1	Raras
L19	6	Poco Comunes	6	Poco comunes	1	Raras
L110	8	Poco Comunes	1	Poco comunes	0	Raras
	78		51		13	

**Fuente:** Maestrante, 2014

#### **4.1.4. ASOCIACIONES VARIABLES AMBIENTALES Y ABUNDANCIA (CPUE)**

Con los datos obtenidos en campo en una matriz primaria se realiza una ordenación directa, que consiste en un interpretar la similitud o disimilitud en relación a las variables ambientales y Abundancia (CPUE). La similitud o disimilitud se expresa en forma gráfica, son medida del grado de similitud o diferencia entre cada variable (Figura). Así los grupos representan una relación similar entre sí (Figura 16).

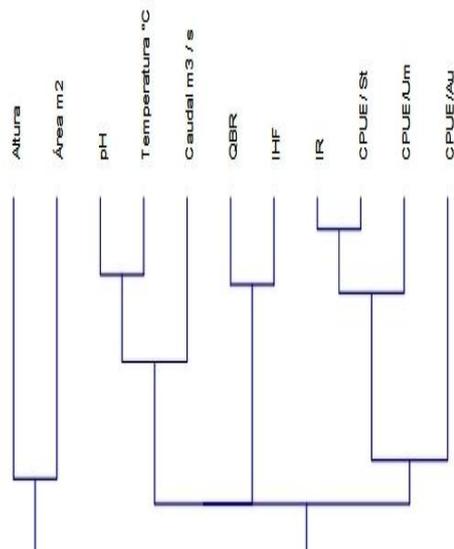
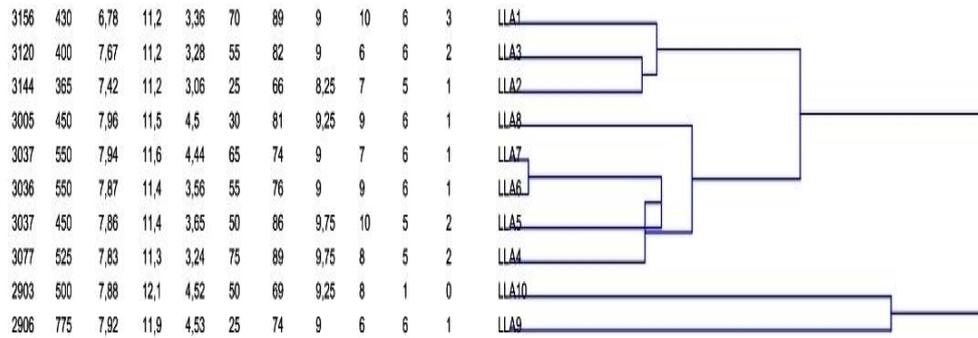


**Figura 16.** Se ilustra NMS en 3D las variables ambientales y su Abundancia (CPUE).  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

El resultado del NMS (Análisis de escala multidimensional no-métrico), nos muestran grafico en dos dimensiones, en donde se puede diferenciar tres grupos: Un grupo margen derecho compacto, otro en el centro y ultimo a izquierda. Al revisar las relaciones entre variables: Temperatura, Índice de Refugio, pH, caudal, y las Capturas por Unidad de Esfuerzo de Muestreo (PCUE) forman un grupo fuerte entre sí; otro grupo en el centro que están juntos son: Índice de Calidad de hábitat e Índice de Calidad de ribera; finalmente el área y altura no infieren es el resto de variables.

Para contrarrestar las variables se discute que el sitio de estudio se encuentra en altitudes superiores a los 2500 msnm., cuya presencia allí no es atribuible a

levantamientos de valles longitudinales hacia el Parque Nacional Cajas (PNC), por lo que se ha logrado separar en: a) Peces terrentícolas: que presentan adaptaciones especiales como ventosas bucales que les permite adherirse a los sustratos rocosos y remontar causes con barreras considerables el mismo que se registra *Astroblepus ubidiai*, pero su género se extiende a lo largo de la cuenca del río Paute y Cañar lo que se conoce hasta la fecha en el Sur; b) Peces fusiformes: que por su forma hidrodinámica remontan las corrientes fuertes dispersándose desde el PNC hasta los 1500 msnm que se ha registra *Salmo Trutta* y *Oncorhynchus mykiss* en la Cuenca del Paute hasta el proyecto hidroeléctrico Cardenillo y en la Cuenca del Río Cañar hasta la casa de máquinas del proyecto Hidroeléctrico Ocaña ( UDA, base de datos de peces, 2014).



**Figura 17.** Se ilustra un clusters de variables ambientales y similitud entre los sitios.  
**Fuente:** Maestrante, 2014

Al analizar el la figura 17 NMS se corrobora con cluster de Altura y Área en que no influyen en las demás variables, esto se discute que los tramos de estudio se encuentra en una sola zona de vida; No obstante, los índices de IHF y QBR se relacionan con las variables ambientales que nos indica la salud del ecosistema en específico. En este sentido el grupo más fuerte para los peces es Índice de refugio que se correlacionan con las tres especies de peces. Finalmente entre los sitio forman tres grupos muy homogéneos a saber: a) entre LL9 y LL10;b) LL5, LL6, LL7, L18;c) y L11 L13, L12.

Estos tres grupos revelan que no existe una diferencia significativa entre los sitios, corroborando como un ecosistema saludable para la sobrevivencia de la fauna acuática que todavía existe como el caso de los peces nativos (Figura 17).

#### 4.1.5. LONGITUD ESTÁNDAR Y PESO

En la tabla 8 se pueden observar los intervalos en centímetros de longitud total y peso en gramos de 15 especímenes en tres especies. No obstante, *Salmo Trutta* arroja un tamaño promedio de largo total (LT) 15,8 cm., con un peso promedio de 42.8 gr., y mientras que *Oncorhynchus mykiss* un tamaño promedio de 15,4 cm de LT, con un peso promedio de 40 gr. Los individuos colectados en este cuerpo agua son adultos y ningún juvenil en esta época con un caudal bajo.

En cuanto al grupo de bagres *Astroblepus ubidiai* presentan un patrón de longitud total (LT) de 15 cm con un peso promedio de 41.8 gr., que son especies adultas, en ningún sitio existen especies juveniles y alevines lo que podría existir una intromisión de impactos (especies invasoras, pérdida de cobertura vegetal, barreras, entre otros) a esta especie Endémica.

En cuanto a las especies de truchas (*Salmo Trutta* y *Oncorhynchus mykiss*) analizados por la variedad de tamaños y pesos podría estar influenciado por las condiciones climáticas del lugar (no fluctúan considerablemente todo el año), barreras geográficas (compuerta de hormigo armado en llaviuco) por lo que peces no pueden reproducirse continuamente, presentando individuos de tamaño juvenil (Ragash, 2009).

También, hay que considerar que en el sitio la población pesca con frecuencia y por lo tanto las comunidades de peces son bajas y de tamaño pequeño, pero aun así los cardúmenes de peces se mantienen, debido a la gran capacidad reproductiva que ha desarrollado esta especie introducidas (Prenda, et al. 2000).

**Tabla 8. Longitud total (cm) y peso en gramos (gr) de 15 individuos.**

Escala Taxonómica	Total Individuos	Tamaño LT (cm)	Promedio (cm)	Peso gr.	Promedio (gr.)
<i>Salmo Trutta</i>	5	19	15,8	67	42,8
		14		29	
		17		52	
		17		50	
		12		16	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	5	16	15,4	47	40
		19		56	
		16		43	
		16		39	
		10		15	
<i>Astroblepus ubidiai</i>	5	18	15	66	41,8
		14		29	
		16		51	
		17		49	
		10		14	

Elaboración: Maestrante, 2014

#### **4.1.6. ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA ICTIOFAUNA**

La composición general de las comunidades de peces se da por una base poblacional, y por ende trófica. Los órdenes más importantes están representados por Salmoniformes (peces con escamas), con una representación en un 90,8 % (2) especies, son en suma una población efectiva de sostén ecológico, que pasa adoptar el rol de omnívoros, siendo depredador por naturaleza de los Siluriformes el mismo que representa el en el área de estudio el 9, 1 % (1) con una sola especie (bagres con un cuerpo desnudo), y son insectívoros, bentónicos por naturaleza; además es una especie endémica de los Andes.

En particular, las truchas son especies consideradas muy combativas y potentes, pudiendo encontrarse en todos los tipos de hábitats propicios como ríos, lagos, arroyos, embalses de las hidroeléctricas y lagunas. Además, debido a su alto valor nutricional y otras características como su adaptabilidad al manipuleo, condiciones de alta densidad, alimentación artificial y por soportar temperaturas más altas que aguas menos oxigenadas que otros salmónidos, estas especies son muy utilizadas para la crianza a nivel industrial (Mora y Uyaguari,2014).

El rango de temperaturas de sobrevivencia es amplio (entre 1 – 21°C), no obstante el agua entre los 10 – 18°C es ideal para un mayor desarrollo de la trucha arcoíris. Sin embargo, temperaturas comprendidas entre los 8 – 13 °C son ideales para la incubación de huevecillos de trucha (Mora & Uyaguari, 2004). Esta capacidad de soportar bajas temperaturas y su rápida capacidad de crecimiento hacen que esta especie se cultive en piscinas en nuestro país, siendo una buena alternativa para pobladores de zonas en donde se desarrolle esta especie de trucha (Mora & Uyaguari, 2004).

Los círculos presentes en la aleta caudal y las bandas iridiscentes en los flancos son características que permiten la identificación de esta especie. Sin embargo, en lagos la trucha arcoíris puede presentar una coloración casi sin manchas con franjas longitudinales rojizas casi inexistentes (fuera de la época de reproducción), estos individuos son conocidos como “plateadas” (Mora & Uyaguari, 2004).

La trucha es el pez más abundante en la Serranía ecuatoriana y en parte del Oriente, encontrándose en la mayor parte ríos y embalses. Esta especie habita principalmente en las provincias de Azuay, Carchi, Pichincha, Imbabura y Napo. La exitosa adaptación de esta especie a los ríos ecuatorianos se debe a que la trucha necesita aguas frías y bien oxigenadas para sobrevivir, característica que ofrecen la mayoría de los ambientes de la Sierra. A pesar de esto, la trucha arcoíris es bastante sensible a la polución y contaminación, por lo que cambios en su medio pueden llegar a afectar a sus poblaciones (Mora & Uyaguari, 2004).

Por otro lado, la trucha arcoíris ha desarrollado diferentes tipos de estrategias para sobrevivir y multiplicarse como la migración, por ejemplo, en un mismo cuerpo de agua pueden existir truchas residentes, migratorias de río y lagos, y anádromas o migratorias de mar. En el Ecuador su migración dependerá de la estación del año, estadio biológico, de las horas del día, del tipo de alimento o de la época de reproducción (Ragash, 2009).

En paralelo, también está presente *Salmo trutta* que necesita las mismas condiciones ambientales que la arco iris: Esta especie es oriunda de Europa, se ha introducido y se cultiva en Australia, Nueva Zelandia, Asia, Africa, EE.UU., y América del Sur, donde prospera en aguas frías y bien oxigenadas. En el área de los Andes Sudamericanos, fue introducida por primera vez en Argentina en 1904 y en Chile en 1905 (MacCrimmon y Marshall, 1968). Se desconoce la fecha de introducción en el Perú y Bolivia; y Ecuador. Dentro el área de estudio es poco común, según los pescadores es complejo capturar debido que es silvestre, pero en nuestro caso con las técnicas aplicadas no se tuvo ningún problema.

Esta especie se distingue por su cuerpo alargado, moderadamente comprimido con aleta caudal ligeramente emarginada a truncada, con una de coloración variable; dorso y flancos marrón, con manchas redondeadas dispersas marrón oscuro a negro,

manchas rojizas frecuentemente oceladas de azul claro esparcidas a nivel y debajo de la línea lateral; vientre amarillento con brillo metálico. Madura sexualmente a los dos años de edad, con un solo desove al año, se alimenta de truchas, larvas de insectos, caracoles y algas ( Obs. Per, 2014). El mayor tamaño que se ha registrado por el autor es de 77 cm (LT) en 7 libras (Figura 18).

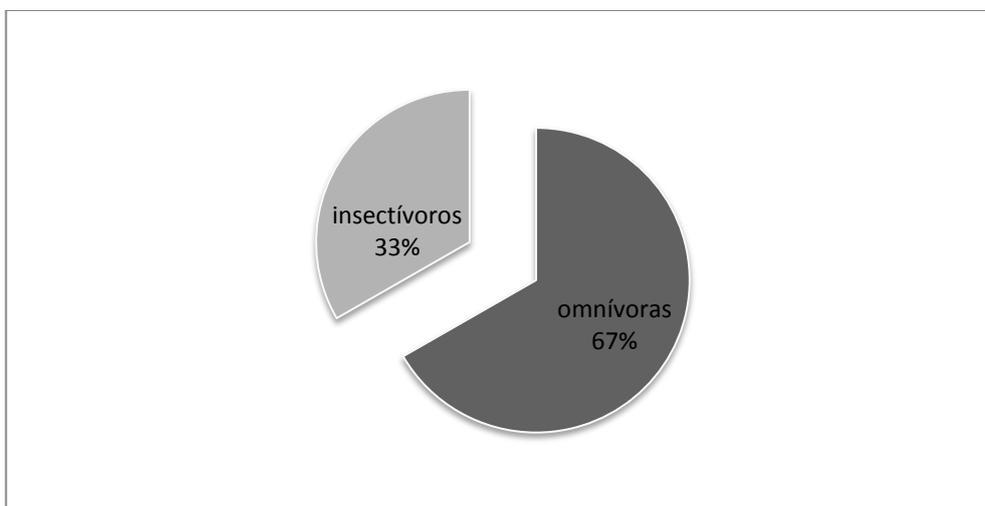


**Figura 18.** Se ilustra *Salmo trutta* capturada en el PNC, junto con el ayudante de campo, Danny, Villalta Nugra.

**Fuente:** Maestrante, 2014.

#### **4.2.1. NICHOS TRÓFICOS**

Sustentado en la explicación anterior, se puede apreciar la proporcionalidad de los nichos tróficos en los ecosistemas fluviales investigados, identificándose una dependencia a productores primarios, pues hay una baja proporción de insectívoros (*Astroblepus ubidiai*) y alta de omnívoros (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*) en las comunidades estudiadas, haciendo que las relaciones de competencia por el recurso alimento sean muy fuertes para mantener la red trófica con cierta estabilidad (Figura 19). Esta composición puede variar si se considera altas precipitaciones o viceversa (Obs. Per, 2014 de revisión de las vísceras).



**Figura 19.** Composición Trófica de las comunidades de peces dentro el área de estudio.  
**Elaboración:** Maestrante 2014.

#### 4.3.1. ORIGEN DE LAS ESPECIES DE PECES REGISTRADOS

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) proceden de la vertiente pacífica de América del Norte y fue introducida en el Ecuador en el año 1928, mediante un acuerdo entre el gobierno y una empresa Canadiense que seleccionó ríos, riachuelos y lagos de la región interandina para el cultivo de esta especie. En el país, esta especie es considerada invasora e introducida, debido al efecto que ha tenido sobre especies nativas (Mora y Uyaguari, 2014).

En contraste *Salmo trutta* es oriunda de Europa, se ha introducido y se cultiva en Australia, Nueva Zelandia, Asia, África, EE.UU, y América del Sur. En el área de los Andes Sudamericanos, fue introducida por primera vez en Argentina en 1904 y en Chile en 1905 (MacCrimmon y Marshall, 1968). Se desconoce la fecha de introducción en el Perú y Bolivia; y Ecuador.

En cuanto a los peces nativos; según Barriga (1991), a lo largo de la cordillera de los Andes existen alrededor de 15 especies de preñadillas, desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm como el caso de la microcuenca del río Llaviuco que esta sobre esta cota. En este sentido *Astroblepus ubidiai* fue descubierta en Lago de San Pablo dentro la cuenca Ictiohidrografica Mira que drena hacia el Océano Pacífico, esta especie es endémica de los Andes de Ecuador. Pero nuestros datos morfológicos revelan que *A. ubidiai* está presente dentro la subcuenca del río LLaviuco límites con el Parque Nacional Cajas (PNC) el mismo que pertenece la cuenca Ictiohidrografica del Santiago. Al ser confirmado mediante análisis de ADN se rompería esta hipótesis, que habita solamente en el lago San Pablo.

#### **4.4.1. ESPECIES MIGRATORIAS Y RESIDENTES**

En cuanto a la composición de la estructura de las poblaciones de peces para el área de estudio potencialmente alcanzaría tener al menos dos formas; i) Especies residentes: con una base estándar en los mismos cuerpos de agua de la familia Astroblepidae, que son bentónicos y su actividad es nocturna; y ii) Especies migratorias: peces pelágicos y bentopelagicos de la familia Salmonidae que tienen una distribución a lo largo de los principales cuerpos de agua del río llaviuco (Obs. per, 2013).

#### **4.5.1. ESPECIES INDICADORAS / SENSIBLES**

Las especies indicadoras pertenecientes a la familia Astroblepidae se consideran de sensibilidad alta y son indicadores de la calidad de hábitat, sobre todo cuando se encuentran especímenes adultos de tamaño apreciable (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005).

En particular esta especie prefiere aguas rápidas, rocas grandes y quebradas con alta pendiente; que es capaz de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosas que les sirve para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrado (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005 y video, 2012 no publicado).

#### **4.6.1. USO DE LOS RECURSOS**

En la zona de estudio es un sitio de pesca deportiva con caña y líneas, en el área no existe la piscicultura su principal actividad económica es el ganado de leche. En general la población se incentiva con la Trucha como fuente de alimento que es aprovechado en la época seca con métodos de pesca con corriente eléctrica, dinamita para obtener cantidades suficientes para la venta y consumo familiar.

Las pescas con frecuencia se registran en época lluviosa que es aplicado en los ríos anzuelo y atarraya. La densidad de pesca por esfuerzo (3 horas) de trabajo es de 20 truchas (7 libras aproximadamente) y las mismas que son vendidas a dos dólares la libra. La Población en general considera que la trucha silvestre mejor que la trucha de piscina para su paladar.

#### 4.7.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LAS TRES ESPECIES DE PECES REGISTRADOS: *Oncorhynchus mykiss*; *Salmo trutta*; *Astroblepus ubidiai*.

Por primera vez se registra oficialmente tres especies de peces para la Cuenca del río Llaviuco, dos introducidas y una endémica como un nuevo registro para el Sur de Ecuador. Por esta razón su importancia a la clasificación Taxonómica Científica.

##### a) *Oncorhynchus mykiss*

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Salmoniformes

**Familia:** Salmonidae

**Género:** *Oncorhynchus*

**Especie:** *O. mykiss* Walbaum 1792



##### **Sinonimia**

*Oncorhynchus mykiss gairdnerii* (Richardson, 1836)

*Oncorhynchus mykiss gilberti* (Jordan, 1894)

*Oncorhynchus mykiss irideus* (Gibbons, 1955)

*Oncorhynchus mykiss mykiss* (Walbaum, 1792)

*Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann, 1908)

*Oncorhynchus mykiss stonei* (Jordan, 1894)

*Oncorhynchus mykiss whitei* (Evermann, 1906).

### **Nombre común**

Trucha común, Trucha arco iris.

### **Descripción y diagnosis**

La trucha arco iris que recibe esta denominación por los puntos multicolor de su piel, es una de las principales especies de cría en agua dulce. Cuerpo de forma alargada, fusiforme con 60-66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 rayos dorsales blandos, 3-4 espinas anales, 8-12 rayos anales blandos, 19 rayos caudales. Aleta adiposa presente, usualmente con borde negro. Sin tubérculos nupciales, pero ocurren cambios menores en la cabeza, boca y color de los machos desovantes. Coloración azul a  $\pm$  verde oliva sobre una banda rosada a lo largo de la línea lateral y plateada por debajo de ella. Lomo, costados, cabeza y aletas cubiertas con pequeños puntos negros. La coloración varía con el hábitat, tamaño, y condición sexual. Tendencia de los residentes en corrientes y de los desovantes a ser más oscuros con color más intenso, mientras que los residentes de lagunas son más brillantes y más plateados. Al manipular el pez presenta una baba en forma de espuma (Bonnieux *et al*, 2002; Boujard *et al*; 2002; Hardy *et al* , 2000; Pillay, 1990; Purser y Forteach, 2003; Sedgwick, 1990; Shepherd, y Bromage, 1992; y Stevenson, 1987).

### **Talla máxima**

75 cm LT (Maestrante, 2014 y Base de Datos UDA, 2014)

### **Tipo de especie**

Introducida e invasora (Gall, *et al* 1992 y Lowe , 2000).

### **Distribución**

“Es nativa por el norte del océano Pacífico, desde el Japón pasando por el mar de Bering hasta Península de Baja California, en México, aunque de forma artificial ha sido introducida por el hombre en medio mundo con propósitos de pesca deportiva y acuicultura” (Gall, *et al* 1992 y Lowe , 2000).

### **Biología y Ecología**

La trucha arco iris es una especie resistente que tolera un amplio abanico de entornos y manipulación. Puede ocupar muy diversos hábitats a saber: lagunas, quebradas, ríos y

piscinas. Los alevines más pequeños son bentopelágicos, mientras que los juveniles de más edad se vuelven totalmente pelágicos. La temperatura del agua óptima para la cría se sitúa por debajo de los 21°C. El crecimiento y la maduración dependen de la temperatura del agua y del alimento. En condiciones normales, la trucha suele madurar a los 3 o 4 años (Gall, et al 1992).

Son carnívoras: en la naturaleza, las truchas adultas se alimentan de insectos acuáticos y terrestres, moluscos, crustáceos, huevos de peces y otros peces pequeños (preñadillas, guppys y entre otros grupos de fauna), pero el alimento más importante son los camarones de agua dulce, que contienen los pigmentos carotenoides responsables del color rosado-naranja en la carne. En acuicultura, la inclusión en los alimentos de los pigmentos sintéticos astaxantina y cantaxantina causa que se produzca esta coloración rosada (Purser y Forteach 2003).

### **Usos y amenazas**

Es una especie de importancia comercial en nuestro medio, y apreciada en la gastronomía. También es muy usado en pesca deportiva, puesto que la especie ha sido introducida en multitud de cursos de agua con este fin. De hecho, se le considera una especie invasora que está creando un problema ecológico en algunas áreas protegidas en las que se ha introducido (Frimodt, 1995). Está incluida en la lista *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo* por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

### **Referencias de aparición en Ecuador**

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) proceden de la vertiente pacífica de América del Norte y fue introducida en el Ecuador en el año 1928, mediante un acuerdo entre el gobierno y una empresa Canadiense que seleccionó ríos, riachuelos y lagos de la región interandina hacia las vertientes del Pacífico y Atlántico para el cultivo de esta especie (Mora & Uyaguari, 2004). En el Sur ha sido registrada a lo largo de la cuenca del Paute, Jubones y Cañar (Base de datos, UDA, 2014), entre los 1500 a 4000 msnm.

### **Registro de la especie en colecciones**

Z00A.V.Pe.00409

**b) *Salmo trutta* Linnaeus 1758**

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Salmoniformes

**Familia:** Salmonidae

**Género:** *Salmo*

**Especie:** *S. trutta* Linnaeus 1758



**Sinonimia**

Kottelat 1997:141. Località tipo - Danimarca (ora Sondmor, Norvegia). Vedere Kottelat 1997:141 per informazioni sulla località. *Salmo sylvaticus* Gmelin, 1789. Caroli a Linné Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species; v. 1 (pt 3). Sinonimo junior, combinazione originale, nomenclatura ICZN non valida. Opinioni Sinonimo di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, vedere Kottelat 1997:141. Località tipo - Norvegia; Berlino, Germania; Danzica Gdansk, Polonia. Tipo - Nessuno. Sintipi - ZMB (dispersi). *Salmo taurinus* Walker, 1812. Essays on natural history and rural economy. Originale non visionato. Nomenclatura ICZN non disponibile, il lavoro non presenta caratteristiche distintive. Opinioni - In sinonimia di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, vedere Kottelat 1997:142. Provenienza del materiale - Loch Leven, Scozia. *Salmo truttula* Nilsson, 1832. Prodrromus ichthyologiae

Scandinavicae. Lundae. Prodromus ichthyologiae Scandinavi-cae.: i-iv + 1-124. Sinonimo junior, combinación original, nomenclatura ICZN non valida. Opinioni-Sinonimo di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, o sinonimo di *Salmo lacustris* Linnaeus 1758, o specie valida, vedere Kottelat 1997:143. Località tipo - Mare intorno a Göteborg e lago Vättern, Svezia. *Trutta variabilis* Lunel, 1874. Histoire naturelle des poissons du bassin du Léman. Assoc. Zool. Léman. Histoire naturelle des poissons du bassin du Léman. 210 pp., Tav. 1 - 20. Sinonimo junior, combinación original, nomenclatura ICZN non valida. Opinioni - Sinonimo di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, o sinonimo di *Salmo lacustris* Linnaeus 1758 (stock dei grandi laghi europei), vedere Kottelat 1997:143. Località tipo - Lago Lemano (lago di Ginevra), Svizzera. Tipo - Nessuno. Sintipi - MHNG 807.35 (1), 816.06 (1), 816.07 (1). *Salmo venemensis* Günther, 1866. Catalogue of the fishes in the British Museum. v. 6. Basata su fonti di letteratura ed esemplari conservati. Sinonimo junior, combinación original, nomenclatura ICZN non valida. Opinioni - Sinonimo di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, vedere Berg 1948:250. Sinonimo di *Salmo trutta* Linnaeus 1758, o di *Salmo lacustris* Linnaeus 1758, o nomenclatura valida come *Salmo truttula* Nilsson 1832, vedere Kottelat 1997:143. Località tipo - Lago Vänern, Svezia. Tipo - Nessuno. Sintipi - (almeno 7) BMNH 1829.11.8.6 (1), 1853.3.16.37 (1 mancante), 1862.3.16.2 (1 impagliato e montato), 1862.3.16.3 (1 impagliato e montato).

### **Nombre común**

Trucha parda, Salmon

### **Descripción y diagnosis**

Es un pez esbelto, con unas proporciones corporales en las que la longitud total es aproximadamente 4 ó 5 veces la longitud de la cabeza. Coloración: muy variable; superficie dorsal  $\pm$  parduzca. Los costados de color café  $\pm$  amarillentos, verdoso; ventral  $\pm$  amarillenta, claro-blanquecino; en los costados presenta ocelos rojos o negros formando un anillo rojo con blanco (Juveniles), negro (adultos). Juveniles y adultos presentan una aleta adiposa roja  $\pm$  anaranjado.

Forma: Su cuerpo es fusiforme, ligeramente comprimido lateralmente y revestido de escamas pequeñas y lisas. El pedúnculo caudal es de aspecto potente. La aleta anal tiene de 6 a 9 radios bifurcados y en estado plegado los radios anteriores quedan sobre los posteriores. La aleta dorsal está insertada en el centro del cuerpo, algo más cerca de la cabeza, y es casi triangular y no muy larga, con el borde anterior convexo y tiene de 8 a 11 radios ramificados. Las aletas pectorales son más largas que las pélvicas. Éstas últimas se encuentran algo más atrasadas que la dorsal. La aleta caudal es

ahorquillada en los jóvenes pero va perdiendo la escotadura con la edad quedando con el tiempo recta o incluso convexa. Adiposa tras la dorsal, bastante cerca la cola. No presenta radios espinosos en sus aletas (Doadrio, 2002). (Pakkasmaa y Piironen, 2001); (Ojanguren y Braña, 2003).

### **Talla máxima**

75 cm LT (Crespo, 2014)

### **Tipo de especie**

Introducida e invasora (Eschmeyer, 2010).

### **Distribución**

Se extiende por Europa, oeste de Asia, noreste del Atlántico, mar Báltico, mar del Norte, mar Mediterráneo, mar Negro y mar Caspio. Especie introducida en numerosos sitios de todo el mundo a partir de 1863 (Eschmeyer, 2010).

### **Biología y Ecología**

Habita en arroyos, ríos y lagunas, limpias, cristalinas, bien oxigenadas y de corriente moderada a rápida. Requiere fondos de grava, arena, cuevas con vegetación de ribera, bajo los micrófitos por ejemplo en las lagunas del Parque Nacional Cajas. Los alevines más pequeños son bentopelágicos, mientras que los juveniles de más edad se vuelven totalmente pelágicos. Eurifágica: es oportunista y espectro alimentario amplio (invertebrados, moluscos y fauna acuática); Piscívora: cuando son adultos se alimentan de peces (Reatillo, Cabriel).

### **Usos y amenazas**

Es una especie de importancia similar que la Arco iris apreciada en nuestro medio. También es muy usado en pesca deportiva, puesto que la especie ha sido introducida en los cursos de agua con este fin. La abundancia en las quebradas y ríos es menor que la Arco iris, su habitar de preferencia son lagunas (Crespo 2014).

También es considera una especie invasora que está creando un problema ecológico en algunas áreas protegidas en las que se ha introducido. Está incluida en la lista *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo* por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

### **Referencias de aparición en Ecuador**

Es oriunda de Europa, se ha introducido y se cultiva en Australia, Nueva Zelandia, Asia, África, EE.UU, y América del Sur. Ecuador: se tiene registro en el Parque Nacional Cajas dentro las vertientes del Pacífico y Atlánticos sobre los 3000 msnm.

### **Registro de la especie en colecciones**

Z00A.V.Pe.00410.

**c) *Astroblepus ubidai* Pellegrin 1931**

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Siluriformes

**Familia:** Astroblepidae

**Género:** *Astroblepus*

**Especie:** *A. ubidai* Pellegrin 1931



**Sinonimia**

*Cyclopium ubidai* nov. sp.

**Nombre común**

Bagre, preñadilla

## **Descripción y diagnóstico**

Superficie dorsal presenta de color café ± amarillento-gris con un patrón de machas negras ± blanquecinas (pintado); Al observar en el microscopio la superficie dorsal se observa verrugas bien pronunciadas en los adultos machos (F. Nugra, 2014).

La altura del cuerpo de 6,5 a 6,75 veces en la longitud estándar; la longitud de la cabeza de 4,33 a 4,5 veces en la longitud del cuerpo; la cabeza es más largo que ancha; los ojos son muy pequeños; el interorbitario de 3 a 3,5 veces en la longitud de la cabeza y de 1,66 a 2 veces en la longitud del hocico; las fosas nasales están un poco más cerca de la punta del hocico que a los ojos, sus narinas están bien desarrolladas, pero no crecen a manera de un barbillón (membrana alargada que termina en una punta triangular de 3 a 4 mm); el disco bucal es 1,25 a 1,5 veces más ancho que largo, los labios son bien desarrollados y granulares; la hendidura bucal es ligeramente menor que el ancho de la cabeza; las barbillas maxilares, cortos alcanza entre el 60 y 65 % de la abertura branquial, extendido al centro de la cabeza alcanza a la narinas , alrededor de un tercio de la longitud de la cabeza; los dientes de la fila exterior del premaxilar son unicúspide, cónico, puntiagudo, los laterales más desarrollado; dientes de la mandibulares bicúspides; la inserción de la aleta dorsal está implantada de la mitad anterior del cuerpo, a 1,5 de su longitud desde la mitad del cuerpo hacia la región anterior, tiene un espina simple y finamente aserrada, de aproximadamente 66% de la longitud de la cabeza, seguida de 6 radios ramificados; la aleta adiposa es muy larga, gruesa y bien desarrollado que se extiende hasta el inicio de aleta caudal, sin espinas externa visibles fuera; la aleta anal está formada de una espina y 6 ramificados, la distancia desde su origen hasta el inicio de la aleta caudal igual a la longitud de la cabeza; la aleta pectoral insertada por delante del origen de la aleta dorsal, el extremo de la pectoral apenas sobrepasa el origen de la aleta ventral; la aleta ventral se inserta por debajo de los primeros radios dorsales y se extiende hasta el 75% (en hembras) y hasta el 80% (en macho de la distancia desde su base hasta el ano; el pedúnculo caudal es 1,75 veces más larga que alta, la aleta caudal marcadamente cóncava, con los extremos prolongados. Aleta dorsal con 6 rayos ramificados; 9 pectorales ramificados; ventral con 5 rayos ramificados; anales 6 rayos ramificados, caudal 13 rayos ramificados con espinas visibles en los extremos (Pellegrin, 1931) (Velez-Espino, 2004),y (Nugra, 2014).

## **Talla máxima**

15 cm LT

## **Tipo de especie**

Endémica

## **Estado de conversación (IUCN y CITES)**

(CR) (B2ab (ii,iii,iv,v))

## **Distribución**

Sur América; Ecuador: Vertiente del Pacífico en el río Mira; Vertiente del Atlántico río Llaviuco.

## **Biología y Ecología**

Existe una diferenciación sexual clara entre los dos sexos. Los machos presentan un órgano reproductor externo, el cual aparece cuando el pez alcanza más o menos los 5 centímetros de longitud. El hecho de que exista un órgano sexual externo en los machos indica que muy probablemente la fertilización de los huevos es interna, o en otras palabras macho y hembra deben copular para fertilizar los óvulos. Según deducciones existe la posibilidad que viva en aguas subterráneas en la primera etapa de su vida de luego eclosionar (Vélez & Rueda, 2002). En estado adulto habita en quebradas y afluentes de algunos ríos en zonas de intervención antrópica por encima de los 2500 m, prefiere aguas correntosas, con fondos pedregosos ricos en materia orgánica y material alóctono (Briñez-Vásquez 2004).

Al ser un pez Siluriforme, permanece la mayor parte del tiempo en el fondo o adherido al sustrato mediante la ventosa en su boca (Vélez & Rueda, 2002). Esta modificación de la boca, los labios prominentes le permite fijarse a las superficies; del labio superior se desprenden dos apéndices a cada lado lo que le da la denominación de pez gato, la cavidad bucal es pequeña. Insectívoro: Por anatomía y morfología de la boca se concluye que no es una especie depredadora, siendo su dieta principal los macroinvertebrados.

Esta especie no presenta vejiga natatoria. Tampoco tiene escamas, pero el cuerpo está recubierto por una película mucosa. Presenta a nivel pélvico un par de aletas que están unidas a manera de “V”. Esta característica, junto con la presencia de la ventosa bucal, permite preñadilla desplazarse en tierra y trepar en posición vertical (Vélez & Rueda, 2002).

Según (Vélez & Rueda, 2005) la preñadilla llega a medir en el primer año de vida entre 4 y 5 centímetros, de 7 a 8 centímetros al segundo año, 10 centímetros al tercer año, y un pez mayor de 11 centímetros sobrepasa los 4 años de edad. Aún, no se sabe cuál puede ser la edad máxima que esta especie pueda alcanzar.

## **Usos y amenazas**

La preñadilla es la especie símbolo de la Provincia de Imbabura, ya que de ella se deriva el nombre; proviene del quichua *imba* que significa preñadilla y *bura* que es criadero o sea Criadero de Preñadillas. Su nombre también se deriva de ciertas propiedades atribuidas a este pez relacionadas con la fertilidad femenina. Algunas mujeres indígenas, especialmente en la provincia de Imbabura, la consumen para acrecentar su fertilidad y durante la lactancia incrementar la secreción de leche materna.

Para los Incas, la preñadilla fue una figura económica, pues se usaba como moneda para intercambio y como tesoro para ofrecer tributos. Durante la colonización española, se mantuvo la tradición; según fuentes históricas en Cuenca (Azuay) pescaban en época de cuaresma para tributar en la Iglesia Católica (Moreano *et al.* 2005).

En cuanto a las amenazas, existen varias circunstancias que han llevado a la preñadilla a considerarse como una especie en peligro de extinción y a ingresar en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Moreano *et al.*, 2005). Según los estudios realizados en los hábitats de la preñadilla, *in situ*, se ha verificado que los principales problemas que estaría afectando a esta especie son: a) actividad turística; b) actividad piscícola; c) ganadería; d) obras de ingeniería (barreras de hormigón armado; d) basura; y e) expansión de la frontera agrícola en el Sur (Nugra, 2014).

## **Referencias de aparición en Ecuador**

En Imbabura en la Sierra Norte de Ecuador, en la Vertiente del Pacífico, pero estudios recientes se ha logrado determinar por su morfología en Sur dentro la provincia del Azuay sobre los 2500 msnm en la Vertiente del Atlántico.

## **Registro de la especie en colecciones**

Z00A.V.Pe.00405, Z00A.V.Pe.00406, Z00A.V.Pe.00407

## **4.7.2. COLECCIONES DENTRO EL MUSEO**

Los especímenes colectados fueron ingresados a la base de datos de la Universidad del Azuay (UDA) el mismo que mantiene bajo su custodia para que pueden ser revisados su colección por cualquier especialista o público en

general que esté interesado estudios de taxonomía, este sentido los números de colección son: *A. ubidiai*: Z00A.V.Pe.00405, Z00A.V.Pe.00406, Z00A.V.Pe.00407; *S. trutta*: Z00A.V.Pe.00410; *O. mykiss*: Z00A.V.Pe.00409.

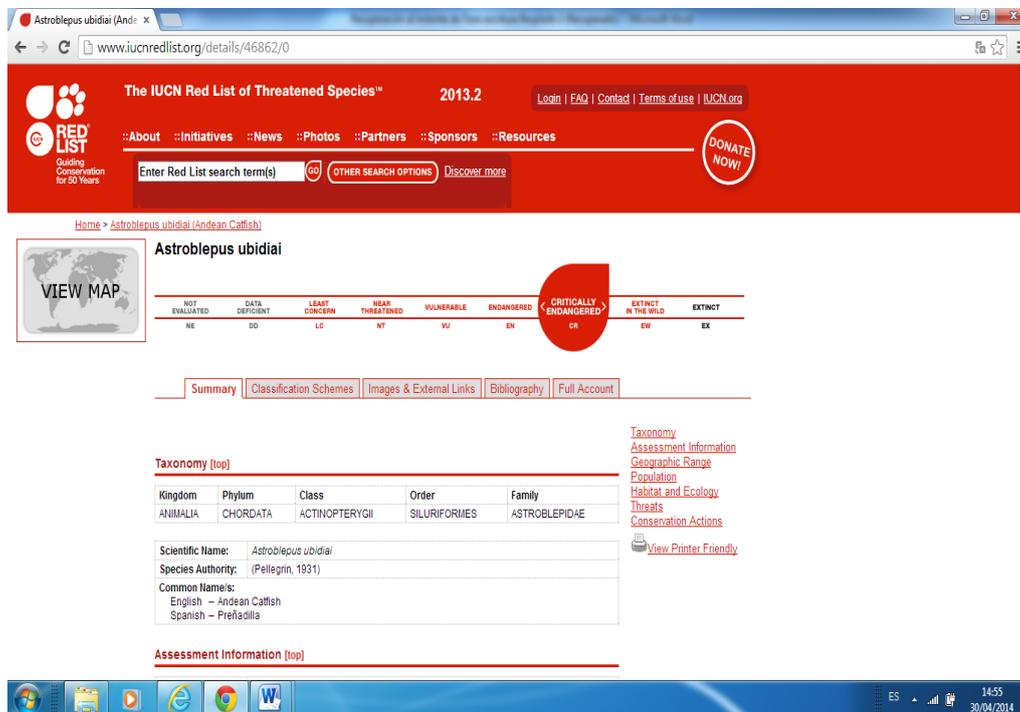


**Figura 20.** Se ilustra las colecciones de peces del Laboratorio de Zoología de la Universidad del Azuay.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

#### 4.8.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Se ha hecho una revisión bibliográfica en las listas categorizadas por el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (IUCN) y por el CITES (Convention International Trade Endareged Species) y ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)) para Ecuador.

No obstante, es una especie endémica de los Andes del Ecuador (*Astroblepus ubidiai*) (Velez-Espino, 2004). De acuerdo a la revisión de la IUCN se encuentra en lista roja, en la categoría de amenazado (**CR**) que significa que está en peligro crítico y por ende en peligro de extinción.



**Figura 21.** Se ilustra la página de la IUCN sobre *A. ubidiai* que se encuentra en peligro Crítico.  
**Fuente:** IUCN 2014.

## 4.9.1. ESPECIE EMBLEMÁTICA

La preñadilla se podría ya considerar como una especie emblemática por su alto valor biológico, ecológico, cultural o antrópico, que pasaría a formar parte del patrimonio ambiental. Esta especie emblemática, también llamado bandera llama la atención por su historia dentro las manifestaciones culturales y su estado de conservación que se encuentra amenazado según el libro rojo. No obstante, las sociedades en general consideran esta especie menos importante *versus* la trucha que llama la atención al público por la pesca, piscicultura y alimento dentro los platos típicos de la región.

### 4.9.2.1. HISTORIAS ANCESTRALES

El único pez más importante de Cuenca según las fuentes históricas ha sido el bagre y /o preñadilla, que realizaban pescas en el río Tomebamba con una densidad alta. No existe evidencias documentadas, pero existen fuentes históricas que citan de la pesca en los ríos de Cuenca con barbasco (*Jacquinia sprucei*) que llegaba desde la Costa por contrato de la Municipalidad de Cuenca.

Hoy en día estas pescas se han extinguido por varios factores: crecimiento de la población, pérdida de cobertura vegetal, contaminación del agua y la introducción de la trucha. No obstante, se cita las publicaciones encontradas en el Banco Central del Ecuador y otras fuentes que difunden por las redes sociales sobre el tema.

### **a) Semblanzas de Cuenca y su Independencia**

#### FUNDACIÓN

Tomado del Diario El comercio, del 3 de Noviembre de 1975. Quito

En aquellos tiempos el lugar era hermoso: una llanura florida, con muchos árboles frutales “Junto a esta ciudad están dos ríos grandes (a); vienen por metal de oro y plata y es buena agua, mejor que el agua de Quito. En él, un río de estos, en el más junto del pueblo (b) hay mucho pescado que llaman bagre (c) de a libra y de a dos y tres libras y en abundancia con que pasan su cuaresma. Hay gran abundancia de venados, conejos y perdices, gallinas y palomas.

(a) Matadero y el Machángara

(b) El matadero

(c) son varios y muchos los géneros y especies de peces fluviales a que los españoles llamaron bagres, casi todos pertenecientes a la antigua familia de los *Lofioides* (Albornoz, 1975).

### **b) Las Fiestas del 3 de Noviembre de Antaño**

Otro de los números cumbres que se llevaban a cabo el día 4 de noviembre era la Pesca en el río Matadero, que se iniciaba a la una de la tarde en el lugar donde hoy se levanta el Hotel “La Laguna”. Para el efecto arrojaban al río una gran cantidad de barbasco, cuya corteza machacada con agua es un verdadero narcótico para los peces. Conforme el río arrastraba el barbasco la pesca se iba extendiendo poco a poco hasta llegar a la confluencia con el río Machángara, en una extensión no menos de cinco kilómetros. Era de ver la gran cantidad de gente que se arrojaba al agua en espera de atrapar si o un “bagre” por lo menos algún pescado grande para el almuerzo del día siguiente. Los que se habían apostado en ambas orillas del río eran los que verdaderamente gozaban viendo la serie de peripecias de los pescadores que trataban coger a los peces, que a pesar de estar narcotizados, se les iba de las manos lo que naturalmente causaba hilaridad.

A las tres de la tarde un carro municipal recorría la Alameda (hoy avenida 3 de Noviembre) arrojando a diestra y siniestra naranjas, manzanas y duraznos al público, seguido de numerosos muchachos que trataban coger la mayor cantidad de frutas. Por lo visto, la pesca era una verdadera fiesta del pueblo que se desarrollaba en un ambiente de plena alegría y buen humor.

Al atardecer, muchos de los pescadores para evitar un resfriado se dedicaban a libar los sabrosos “draques” que a la postre terminaban más embarbascados que los mismos “bagres” (Sarmiento, 1984).

### **b) Pesca con Barbasco**

El barbasco se traía por contrato de la Municipalidad de Cuenca con el Sr. Pompilio Saldaña Durán, entablador de Gualaquiza, quién la traía desde esta ciudad. Saldaña Durán fue propietario de lo que hoy es Mercedes Molina en Gualaquiza; tuvo su casa grande de adobe que aún existe en ruinas y es propiedad actual de los Señores Jácome Brito, parientes también de Saldaña Durán. Pompilio Saldaña murió al caer al río Bomboiza mientras conducía por la orilla el afamado barbasco que conducía a Cuenca. Su cadáver (esqueleto) lo encontró luego de mucho tiempo su propio hijo que se pasó buscándolo; encontrado los huesos identificados por el cinturón cuya hebilla tenía sus iniciales; los traslado a Cuenca; en el camino de regreso de varios días veló los restos de su padre ( comentario por la redes sociales del grupo de pescadores de Azuay, 2014).

### **c) Consumo del recurso con fuente de alimento**

La preparación del bagre ha sido usada como fuente de proteínas para las mujeres que daban lactar a sus hijos para tener más leche. También los peces de los ríos de los andes ha sido consumido en semana santa para la preparación de la fanesca. No existe evidencia científica documentada sobre la preparación en plato típico.

Por lo tanto, al declinar esta especie, ahora se considera importante la trucha dentro los platos típicos de Cuenca, su preparación en diferentes gustos de cada persona. Pero de igual forma las truchas son capturados en época lluviosa por los pescadores para consumo familiar en época de cuaresma. La población que visita las hosterías y restaurantes consumen trucha fresca de piscinas con una deducción de un sabor diferente a la silvestre.

#### **d) Nombres comunes**

La preñadilla es la especie símbolo de la Provincia de Imbabura, ya que de ella se deriva el nombre; proviene del quichua *imba* que significa preñadilla y *bura* que es criadero o sea Criadero de Preñadillas.

Su nombre también se deriva de ciertas propiedades atribuidas a este pez relacionadas con la fertilidad femenina. Algunas mujeres indígenas, especialmente en la provincia de Imbabura, la consumen para acrecentar su fertilidad y durante la lactancia incrementar la secreción de leche materna.

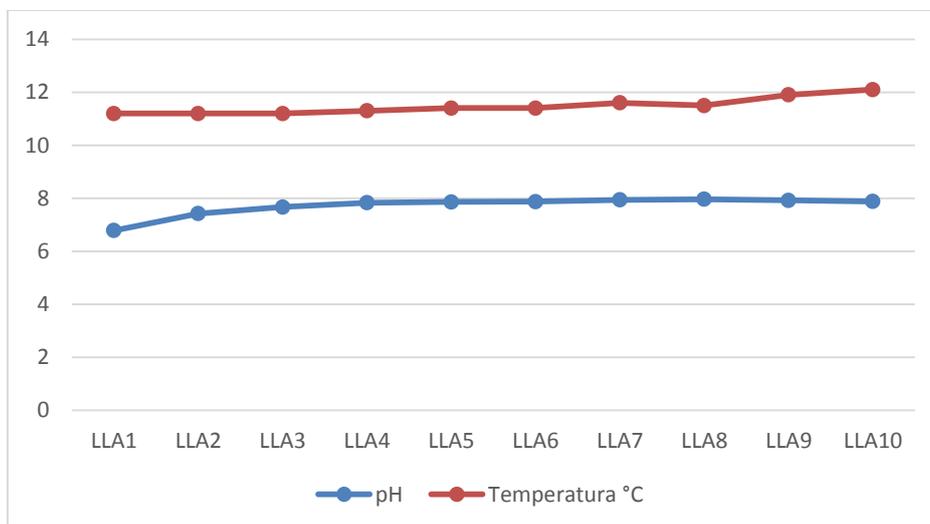
Para los Incas, la preñadilla fue una figura económica, pues se usaba como moneda para intercambio y como tesoro para ofrecer tributos. Durante la colonización española, se mantuvo la tradición, pues las comunidades tributaban con este pez a la Iglesia Católica en la Cuaresma (Moreano *et al.* 2005).

#### **e) Pesca de la Trucha como una nueva cultura**

Desde la introducción de trucha arcoíris en el Ecuador se ha desarrollado una verdadera cultura de cultivo y domesticación de esta especie, dando muchas ventajas a la industria pesquera del país y a los pequeños comerciantes, que encuentran en la piscicultura una alternativa económica. Además, el arte de la pesca ha sido aprovechado por varios años, tanto por pescadores locales y extranjeros, como una fuente de esparcimiento y recreación, conocida como pesca deportiva (Sevilla, 2009). Entonces al formar parte de nuestra cultura, los pescadores y comunidad en general se identifican con esta especie como algo propio nuestro, por lo que deriva que los peces de los Andes son desconocidos por la jóvenes de esta generación

#### **4.9.2.2. PARÁMETROS AMBIENTALES**

De los parámetros ambientales estudiados, sus valores a lo largo de las estaciones de muestreo indican un equilibrio de los factores físico-químicos para aguas de altura de ecosistemas naturales; con un pH casi neutro, y temperaturas estables para aguas frías de 10-12 °C (Roldán, 2003). En la figura 22 podemos observar la variación de pH y temperatura.

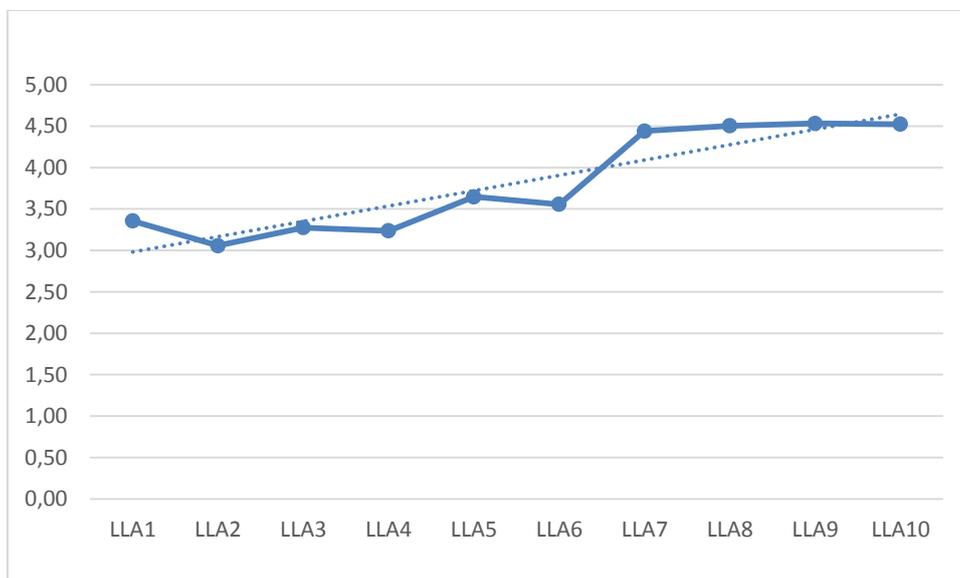


**Figura 22.** *Parámetros ambientales obtenidos en las estaciones de muestreo.*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En cuanto al oxígeno disuelto estas aguas muestran porcentajes de saturación superiores al 95 %, con una concentración promedio superior a los 7 mg/l (Carrasco y Mosquera, 2012) que son los valores deseados para aguas muy limpias y de alta montaña; y excelentes para un buen desarrollo de la fauna acuática (Roldán, 2003).

### **Caudal**

De los datos obtenidos, el caudal más bajo es de  $3.06 \text{ m}^3 / \text{s}$  correspondiente a Lla2 y el caudal más alto  $4.53 \text{ m}^3 / \text{s}$ . En figura 23 observamos que el caudal presenta un aumento progresivo río abajo, es decir, de la estación Lla1 a la estación Lla10. El aumento del caudal va aumentando en la mayoría de los casos, mientras se desciende por el río, debido a la escorrentía retenida por las riberas y especialmente por la unión de afluentes al río (Wetzel, 2001).



**Figura 23.** Caudal ( $m^3/s$ ) de cada estación de muestreo.

Fuente: Maestrante, 2014

### Calidad de ribera

Los resultados obtenidos del índice QBR como podemos observar en la tabla 9, que dos estaciones presentan una degradación extrema, por lo que poseen una calidad pésima, tres estaciones presenta una alteración fuerte, los que las ubica con mala calidad, cuatro estaciones presentan inicios de alteración importante, las cuales poseen calidad intermedia y una estación presenta un bosque ligeramente perturbado con calidad buena.

**Tabla 9.** Resultados QBR de las estaciones de muestreo.

QBR	Interpretación
LLA1	70 Calidad Intermedia
LLA2	25 Degradación Extrema
LLA3	55 Calidad Intermedia
LLA4	75 Calidad Buena
LLA5	50 Mala Calidad
LLA6	55 Calidad Intermedia
LLA7	65 Calidad Intermedia
LLA8	30 Mala Calidad
LLA9	25 Degradación Extrema

Fuente: Maestrante, 2014.

En este sentido se correlaciona con un mapa de cobertura vegetal tomado de Google earth, 2014, donde muestra los patrones de vegetación a lo largo del área de estudio. Se observa la calidad de ribera que tiene cada uno de los sitios estudiados con un anclaje de una degradación alta, debido a la ganadería que se practica en la zona (Figura 24).

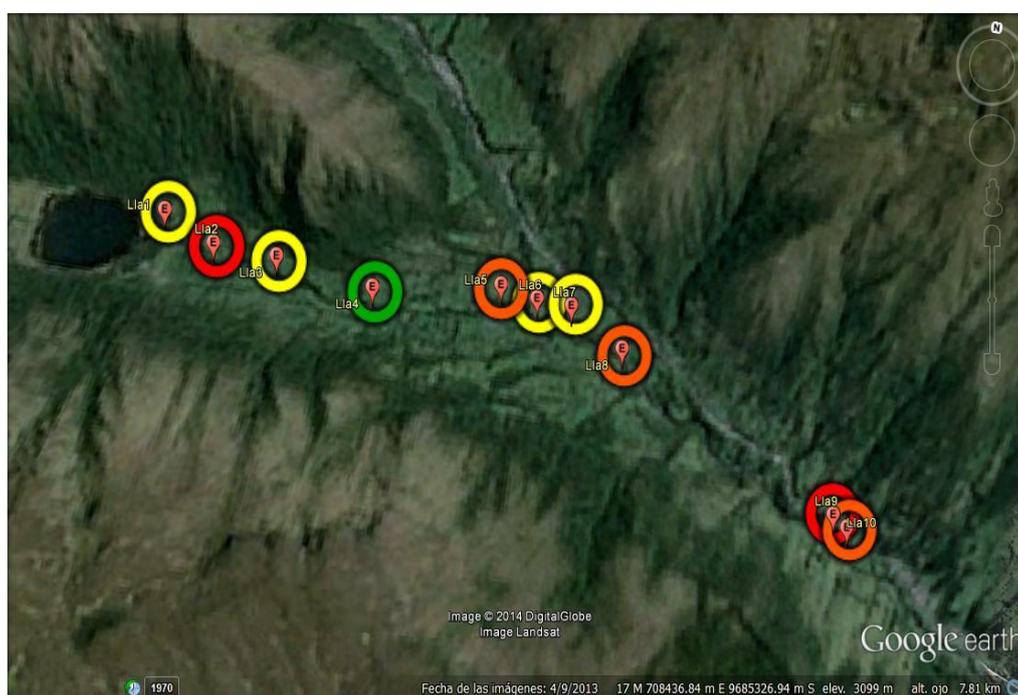
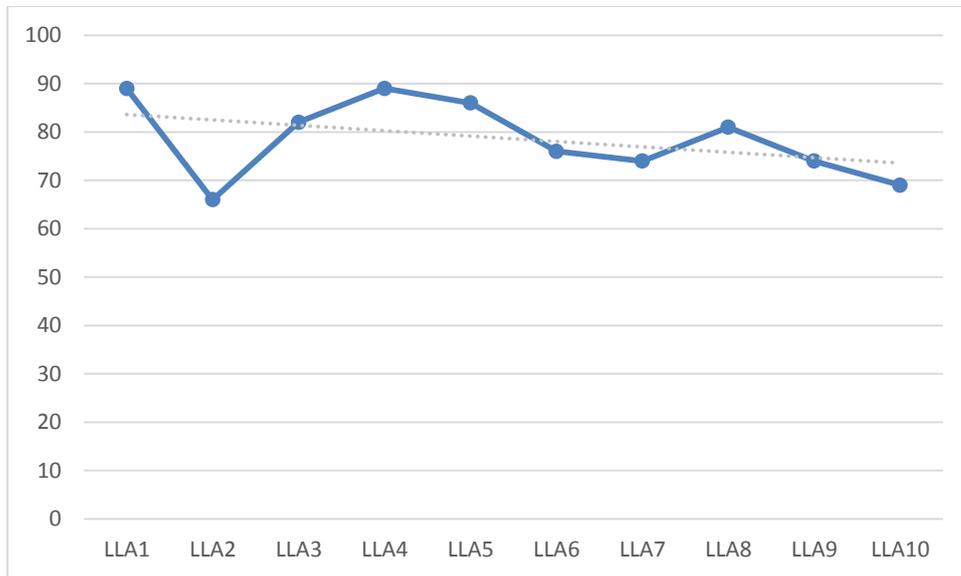


Figura 24. Se ilustra un mapa de calidad de ribera a lo largo de las estaciones de muestreo.

Fuente: Maestrante, 2014.

### Hábitat fluvial

Dentro de las características del hábitat fluvial encontramos que ocho estaciones presentan alta diversidad de hábitats, y dos estaciones presentan puntuaciones menores en el índice IHF por lo que presentan una diversidad de hábitats media. En la figura 25 podemos observar un tendencia que desciende la calidad ligeramente en las ultimas estaciones.

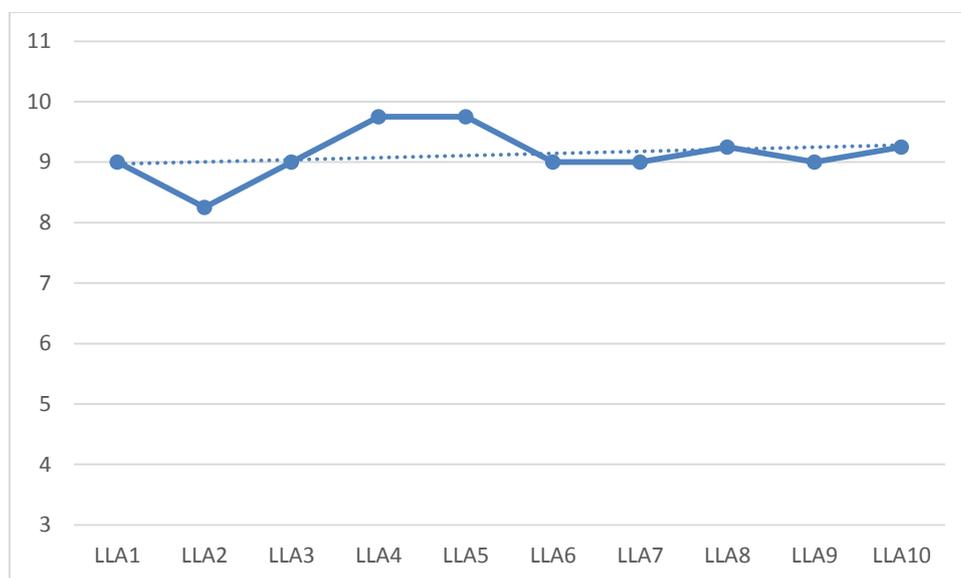


**Figura 25.** Resultados del índice IHF en cada estación de muestreo.

**Fuente:** Maestrante, 2014

### Índice de refugio

Según el índice de refugio podemos observar en la figura 26, casi todas las estaciones presentan una puntuación entre 9 y 10, lo que provoca una disponibilidad de refugio para los peces muy alta, esto también lo demuestra la línea de tendencia.



**Figura 26.** Índice de refugio de cada estación de muestreo.  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

### Resumen de todos los parámetros ambientales estudiados

En la tabla 10 podemos observar todos los parámetros estudiados, en la cual podemos relacionar la altura, el pH, el caudal y la temperatura; a medida que la altura descende, la temperatura, el caudal y el pH aumentan, sin embargo el pH en las últimas estaciones (presentan la altura más baja) tiende a estabilizarse. Los resultados de los índices QBR, IHF y refugio, no se relacionan con ningún parámetro, ya que, las características utilizadas para la caracterización de los índices no incluyen directamente estos parámetros. A pesar de que los índices tampoco se relacionan entre sí, cada uno es un complemento para determinar la calidad del ecosistema del río.

**Tabla 10. Resumen de todos los parámetros obtenidos en cada estación de muestreo.**

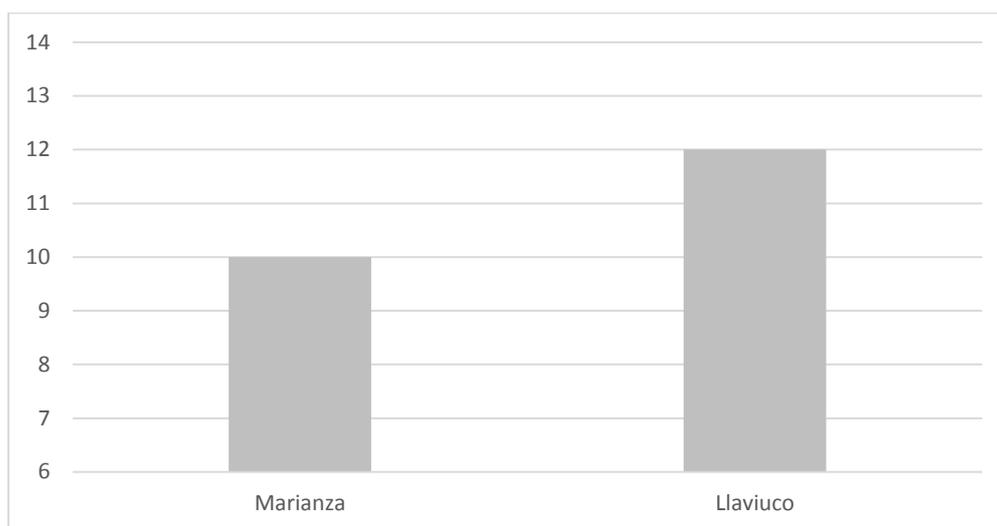
	Altura	Área m <sup>2</sup>	pH	Temperatura °C	Caudal m <sup>3</sup> /s	QBR	IHF	IR
LLA1	3156	430	6,78	11,2	3,36	70	89	9
LLA2	3144	365	7,42	11,2	3,06	25	66	8,25
LLA3	3120	400	7,67	11,2	3,28	55	82	9
LLA4	3077	525	7,83	11,3	3,24	75	89	9,75
LLA5	3037	450	7,86	11,4	3,65	50	86	9,75
LLA6	3036	550	7,87	11,4	3,56	55	76	9
LLA7	3037	550	7,94	11,6	4,44	65	74	9

LLA8	3005	450	7,96	11,5	4,50	30	81	9,25
LLA9	2906	775	7,92	11,9	4,53	25	74	9
LLA10	2903	500	7,88	12,1	4,52	50	69	9,25

Fuente: Maestrante, 2014

### 4.9.2.3. ENCUESTAS

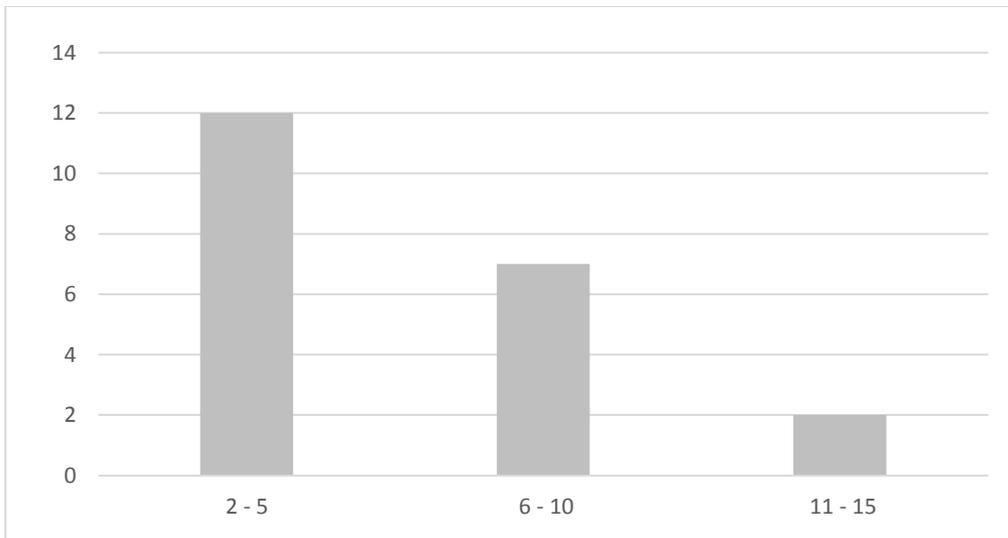
Se pudo realizar 22 encuestas a lo largo del área de estudio, a continuación encontraremos las ilustraciones en las cuales se muestra los resultados de cada pregunta. En la figura 27 podemos observar que la mayoría de las personas encuestadas viven por el sector de Llaviuco dentro el área de influencia directa del área de estudio.



**Figura 27.** Pregunta 1.1 ¿En qué comunidad o sector vive?

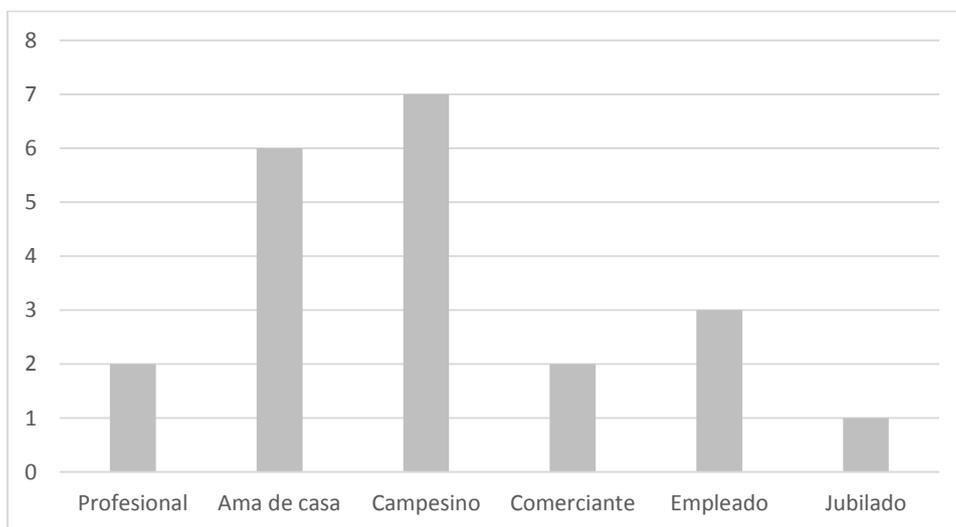
Fuente: Maestrante, 2014

En la figura 28 podemos observar que la mayoría de familias del área de estudio son pequeñas con dos a cinco miembros. La mayoría de hijos han salido de la ciudad o han emigrado a España y Estados Unidos. Quedando solamente los mayores para dedicar su tiempo a la agricultura y ganadera en pequeña escala.



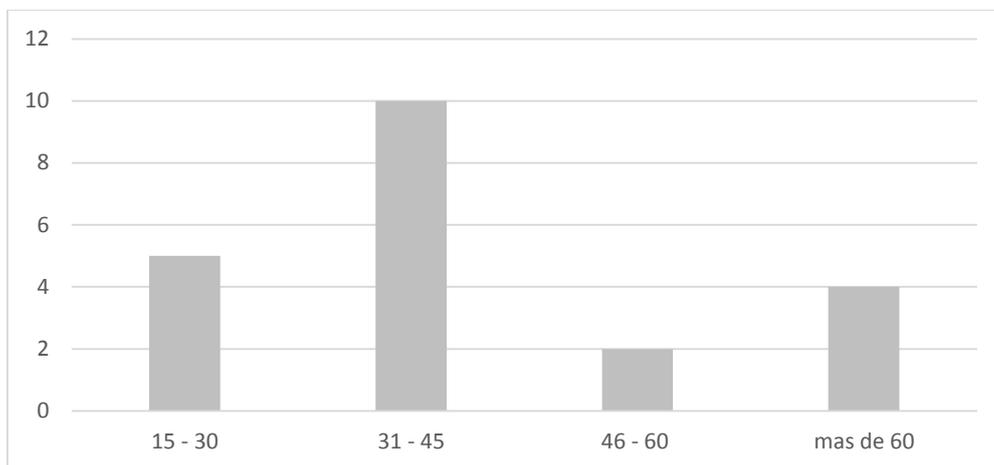
**Figura 28.** *Pregunta 1.2 ¿Cuántos miembros de la familia son?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014

En la figura 29 observamos que la mayoría de los encuestados trabajan en el mismo sector como agricultores y ganaderos o como amas de casa, y un menor número trabajan en otros lugares. Lo que corrobora a la pregunta anterior. La profesión más importante en el sector es el campesino por lo que los datos aportan con una confiabilidad alta.



**Figura 29.** *Pregunta 1.3 ¿Qué profesión tiene?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014

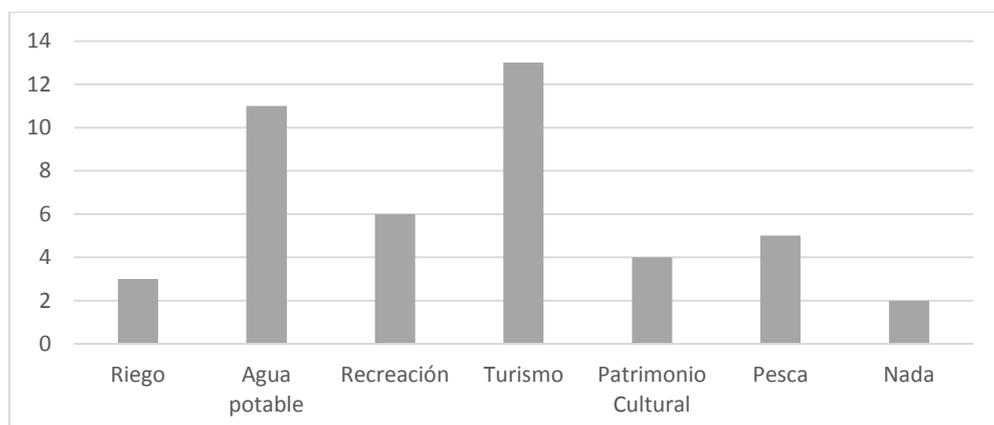
En la figura 30 observamos que la mayoría de los encuestados, los cuales la mayoría son cabezas de hogar, presentan una edad media entre 31 a 45 años. Es decir que los datos son confiables, de personas persona mayor a 30 años.



**Figura 30.** Pregunta 1.4 ¿Qué edad tiene?

**Fuente:** Maestrante, 2014

En la figura 31 podemos observar que los encuestados piensan que el río Llaviuco es importante porque atrae a turistas locales y extranjeros con diferentes fines de recreación y es una fuente de agua potable importante para Cuenca. Cabe recalcar que los encuestados pudieron escoger más de una opción.

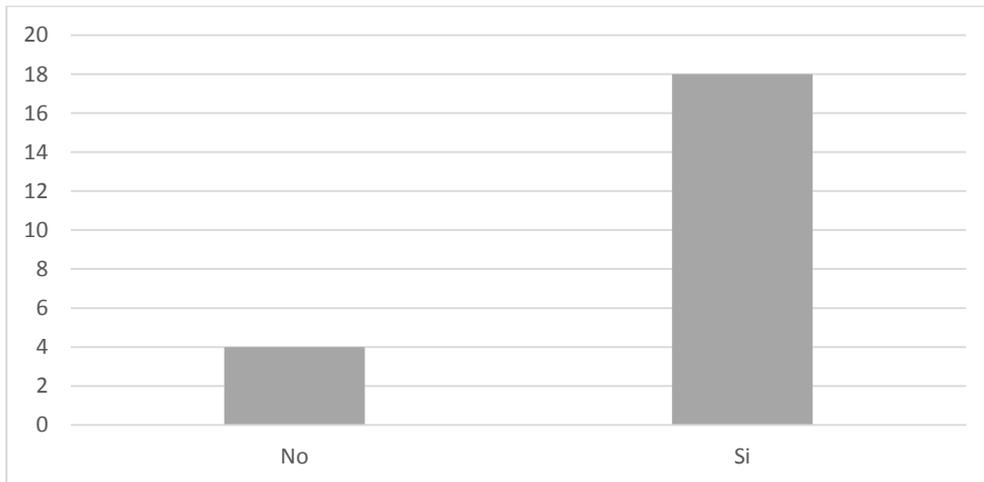


**Figura 31.** Pregunta 2.1.a ¿Qué tan importante es el río para usted?

**Fuente:** Maestrante, 2014.

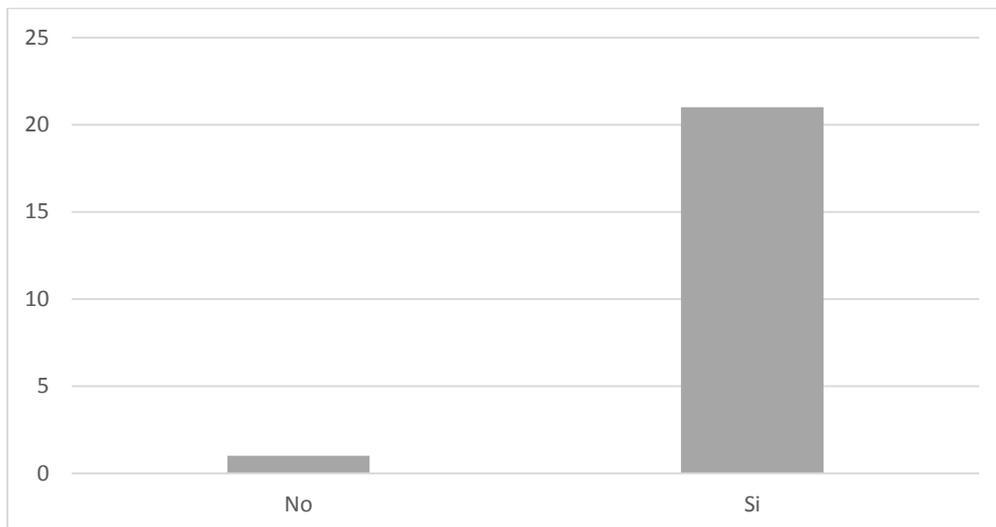
En la figura 32 observamos que a la mayoría de los encuestados si les importa tener una fuente de agua cerca de su vivienda. La mayoría de los encuestados dicen que son

importantes las fuentes de agua, ya que proporciona agua para el ganado, para riego, para pescar y para el uso doméstico.



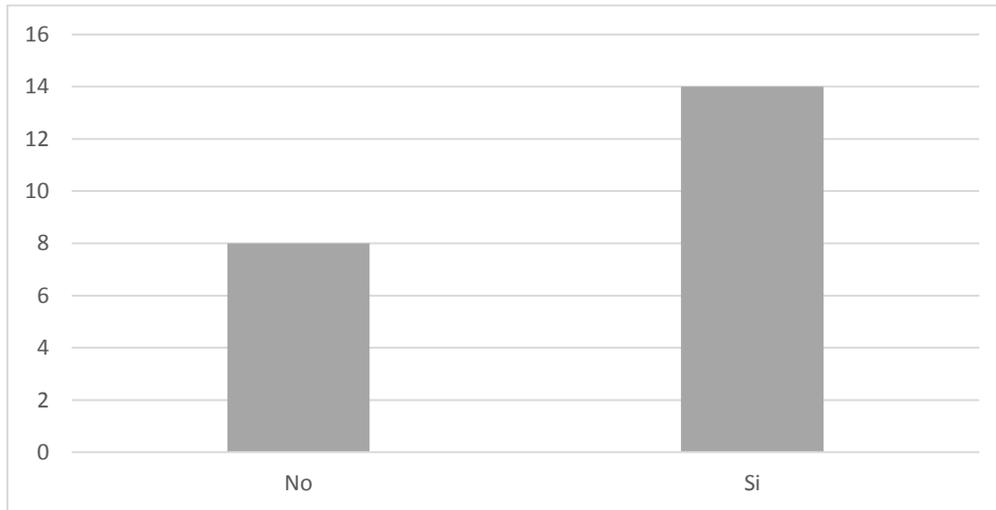
**Figura 32.** *Pregunta 2.1.b ¿Siente importante tener una laguna o río cerca donde vive?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 33 observamos que casi todos los encuestados piensan que es muy importante cuidar el agua, especialmente el río y las lagunas. La población esta consiente en cuidar los recursos hídricos ya que se sienten identificados con este recurso de importancia para sus actividades diarias.



**Figura 33.** *Pregunta 2.2.a ¿Piensa qué el cuidado del agua es importante?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

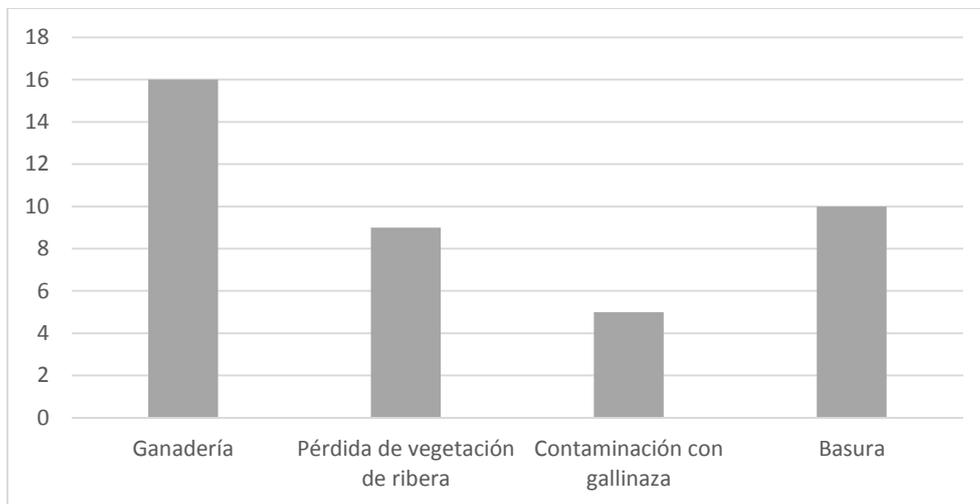
En la figura 34 podemos observar que la mayoría de los encuestados piensan que las actividades de las autoridades son suficientes para el cuidado de los ríos, pero los encuestados que no están de acuerdo piensan que es importante implementar acciones como disminuir el ganado, tener un mejor control de la basura y reforestar.



**Figura 34.** *Pregunta 2.2.b ¿Cree suficiente el control y cuidado que le brindan a los ríos las autoridades?*

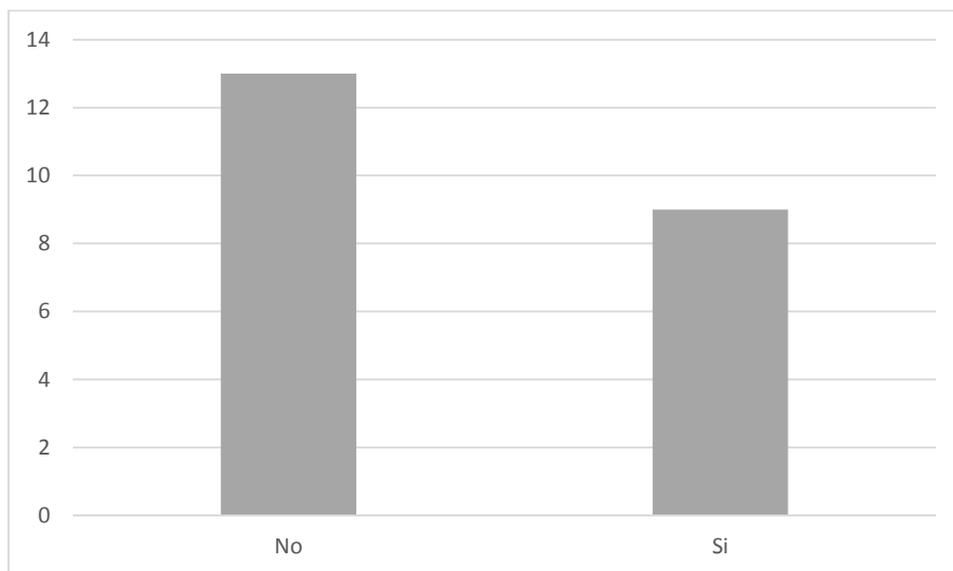
**Fuente:** Maestrante, 2014

En la figura 35 observamos que los encuestados piensan que la principal razón por la cual se afecta al río es por la presencia de ganado. Cabe recalcar que los encuestados pudieron escoger más de una opción. Los datos corroboran con nuestras observaciones realizadas en campo y con las variables ambientales obtenidas que se discute.



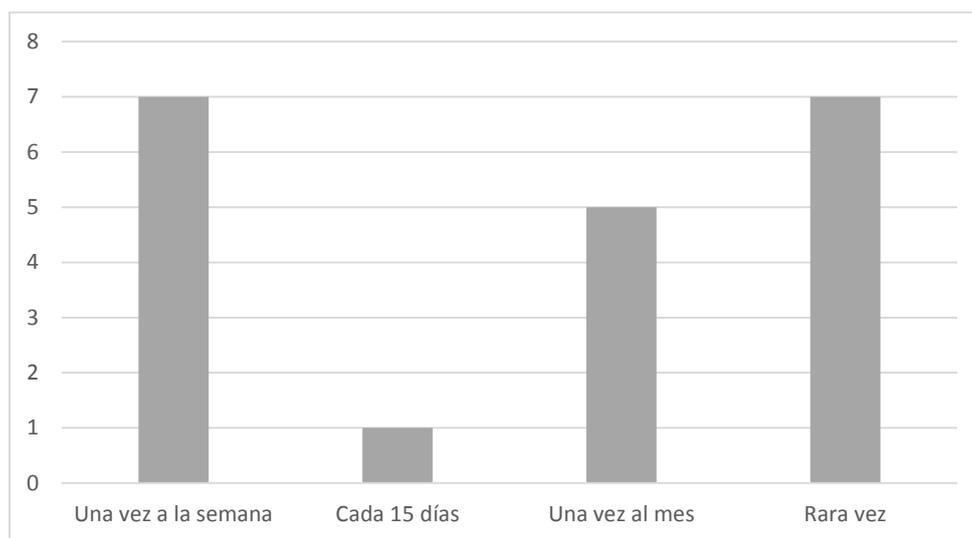
**Figura 35.** *Pregunta 2.3 ¿Qué piensa usted que puede estar afectando a los ríos?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 36 podemos observar que la mayoría encuestados dicen que el río Llaviuco no va tener problemas en el futuro. En contraste este río desde ya tiene problemas ambientales por la pérdida de cobertura vegetal, contaminación del agua por gallinaza y otros factores.



**Figura 36.** *Pregunta 2.4 ¿Piensa que el río Llaviuco puede tener algún problema en el futuro?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

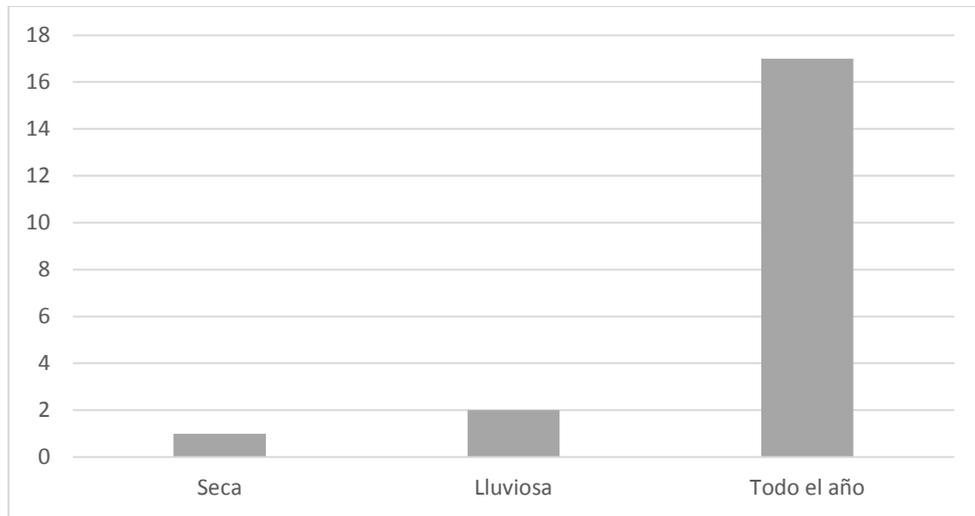
La figura 37 muestra que muchos de los encuestados pescan rara vez, pero muchos pescan una vez a la semana. Es decir que la gente del sector se preocupa más en sus actividades diarias. La pesca quedando solamente una actividad secundaria y los pescadores frecuentes son de Cuenca y otros sectores.



**Figura 37.** *Pregunta 3.1 ¿Cuántas veces a la semana pesca?*

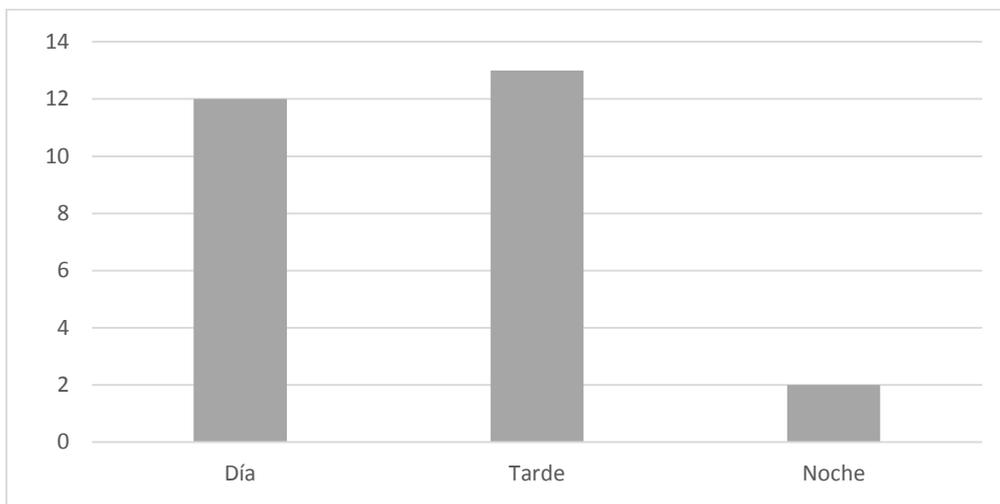
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 38 podemos observar que la mayoría de los encuestados que pescan, no tienen una estación del año específica, si no que realizan la pesca durante todo el año. La gran mayoría de los encuestados pescan principalmente en el Parque Nacional Cajas, y algunos sobre el río Llaviuco.



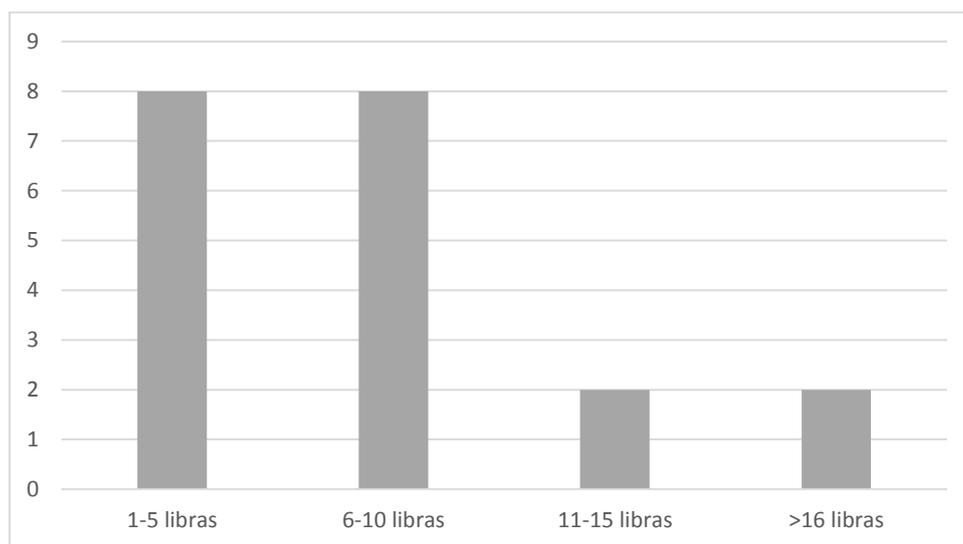
**Figura 38.** *Pregunta 3.1.a ¿En qué época del año pesca y en que sitios?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 39 podemos observar que la mayoría de los encuestados pescan en la tarde y en el día, unos pocos lo hacen por la noche. Es decir que la población se dedica a esta actividad después de sus actividades diarias, considerando que para capturar las truchas y peces nativos en nuestra investigación se realiza de noche.



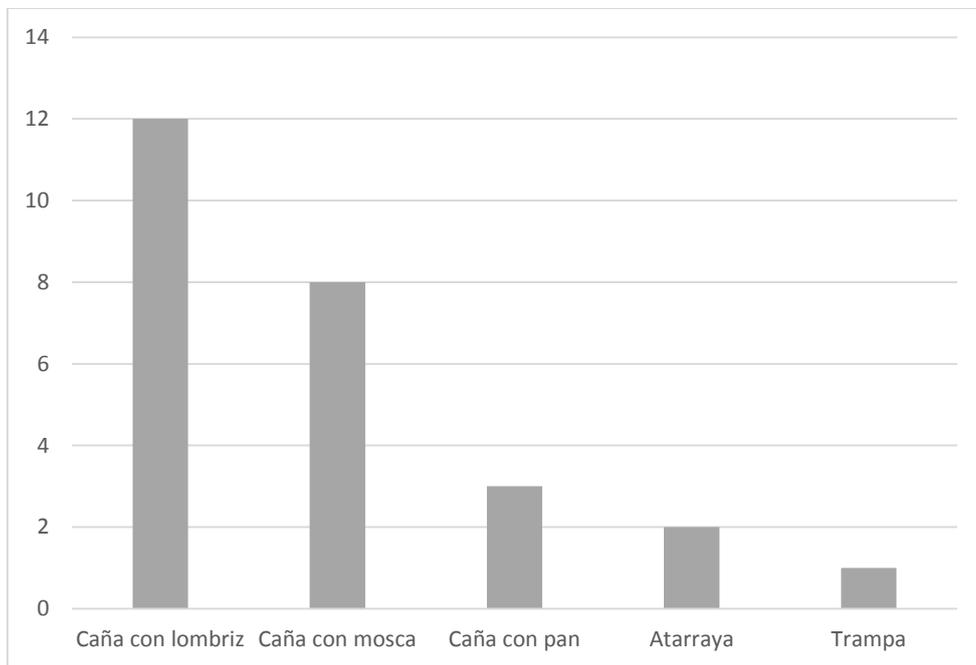
**Figura 39.** *Pregunta 3.1.b ¿A qué hora del día pesca?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

La figura 40 muestra que los encuestados cada vez que pescan obtienen de una a 10 libras, son pocos los que obtienen mayor cantidad. Esto corrobora con los datos obtenidos en campo que se obtiene la misma densidad de peces aplicando diferentes técnicas para investigación.



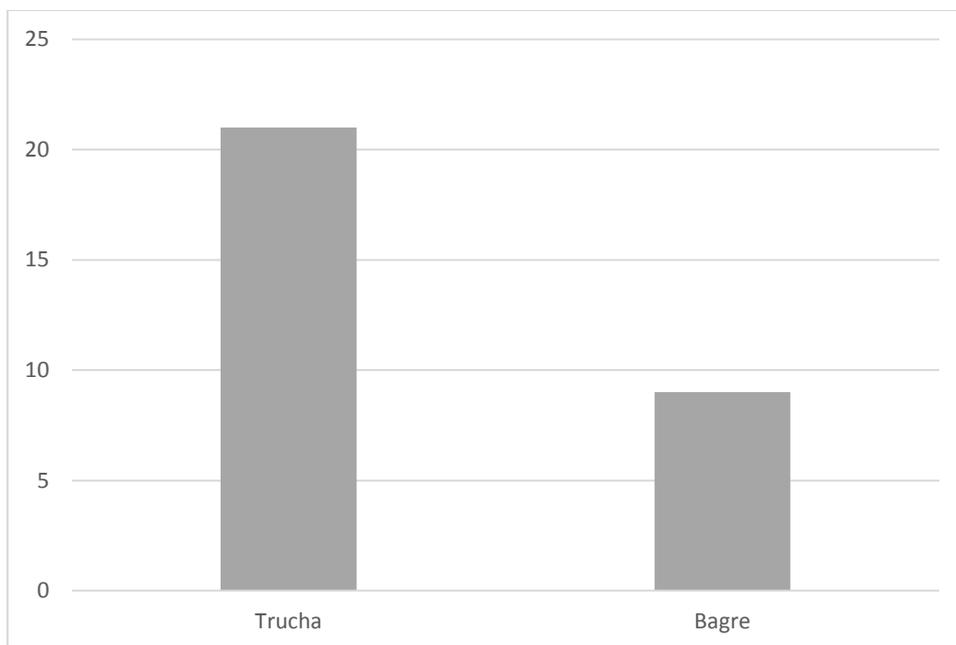
**Figura 40.** *Pregunta 3.1.c ¿Cuánto pescan ahora?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014

En la figura 41 podemos observar que la mayoría de los encuestados revelan que pescan con caña y lombriz de tierra, también existe otro grupo que pesca con caña y mosca. Estas técnicas de pesca las utilizan porque para ellos son las más fáciles y efectivas. Pero ninguno utiliza linternas de 200 lumens, técnica aplicada por el investigador.



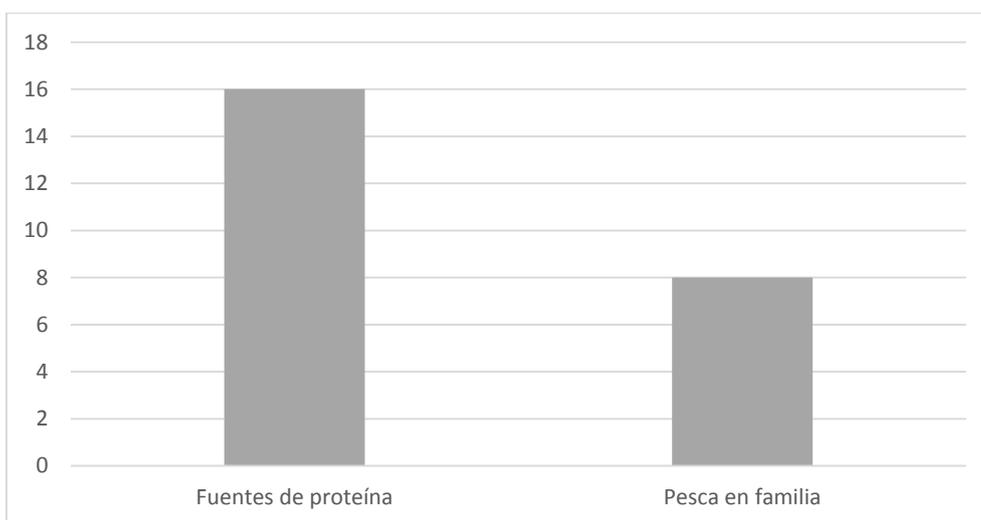
**Figura 41.** Pregunta 3.2 ¿Qué técnica de pesca es la que más utiliza y por qué?  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 42 podemos observar que la mayoría de los encuestados pescan trucha, aunque algunos pescan los dos tipos de peces. Esto nos corrobora con nuestros datos una baja abundancia del bagre *versus* la truchas en alta proporción.



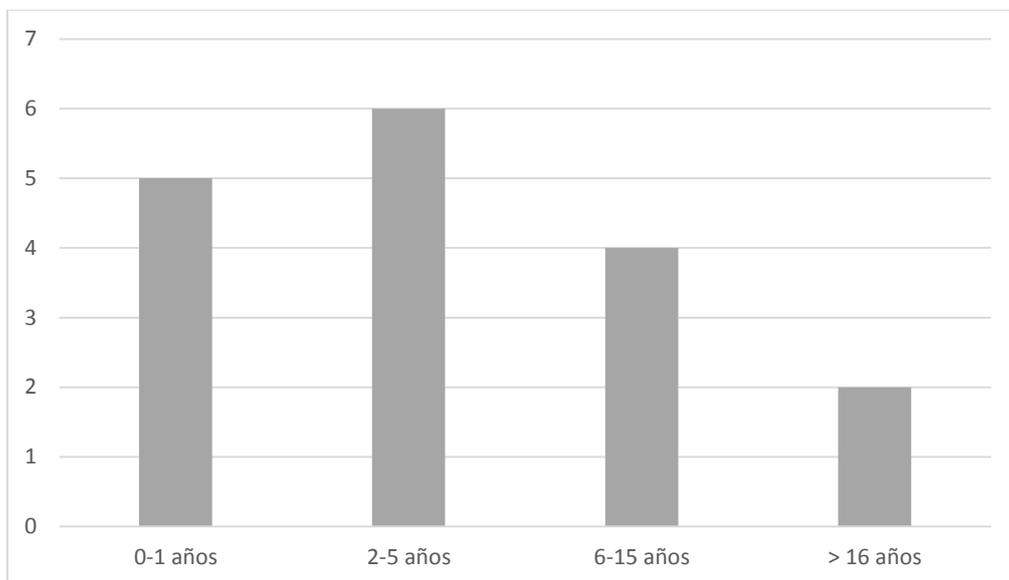
**Figura 42.** *Pregunta 3.3 ¿Qué peces pescan en el PNC y en el río Llaviuco?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 43 la mayoría de los encuestados aseguran que en el pasado al bagre se lo utilizaba como alimento principalmente. También se corrobora con la fuentes históricas, sobre la pescas a lo largo de los ríos de Cuenca y hoy en día ha declinado esta actividad.



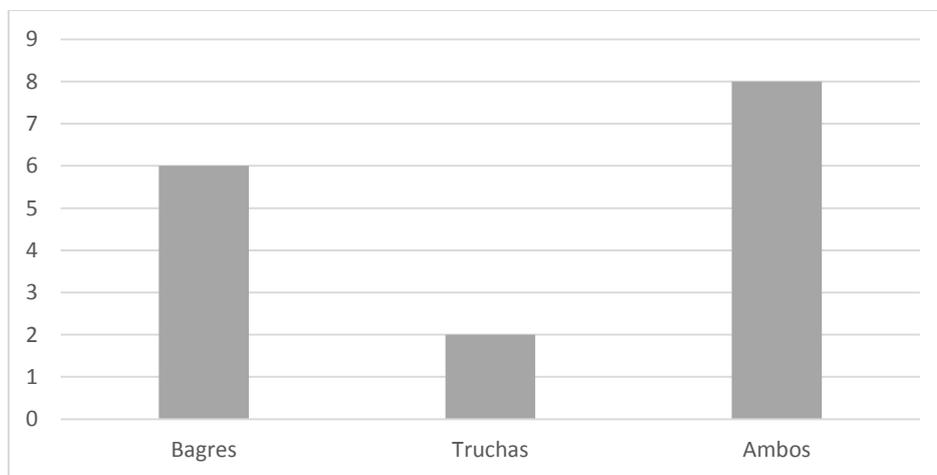
**Figura 43.** *Pregunta 3.4 ¿Qué importancia ha tenido el pez bagre en el pasado?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 44 la mayoría de los encuestados dicen que la última vez que vieron al bagre, fue de dos a cinco años atrás, sin embargo, hay muchos que lo han visto hace solo un año. Todos los que afirmaron ver al bagre lo hicieron solo en el río Llaviuco.



**Figura 44.** *Pregunta 3.5 ¿Cuándo fue la última vez que observó peces bagres y dónde?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014.

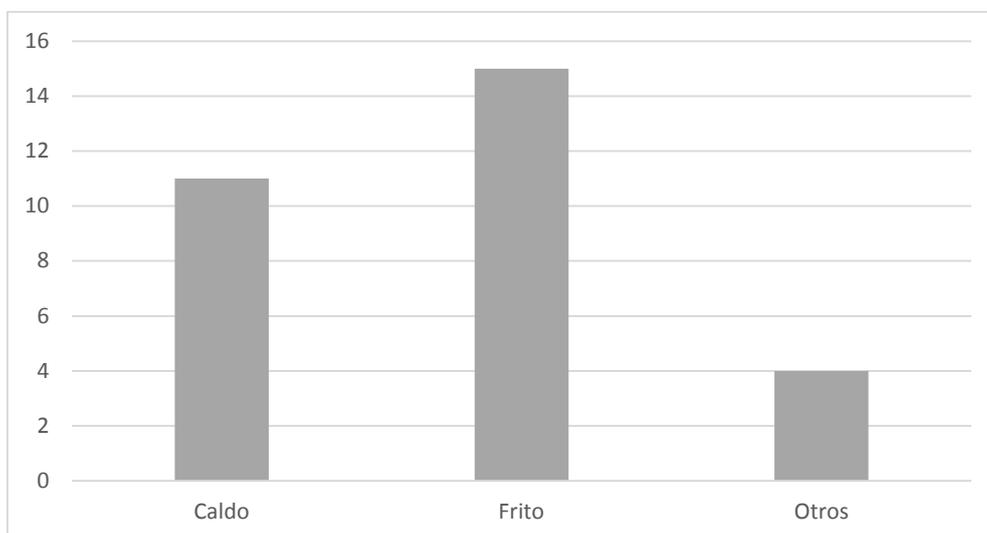
En la figura 45 podemos observar que la mayoría de los encuestados revelan que hay una disminución de ambos tipos de peces, tanto el bagre como la trucha; y piensan que esto está ocurriendo por la contaminación producida por la basura y por la pesca.



**Figura 45.** *Pregunta 3.6 ¿Qué peces han desaparecido o disminuido su abundancia en los ríos y por qué?*

**Fuente:** Maestrante, 2014.

La figura 46 muestra que la mayoría de los encuestados dicen que generalmente al bagre en el pasado se lo preparaba frito, pero también se solía preparar en caldo. Se corrobora con las fuentes históricas que los bagres de río eran aprovechados como fuente de alimento en el pasado.

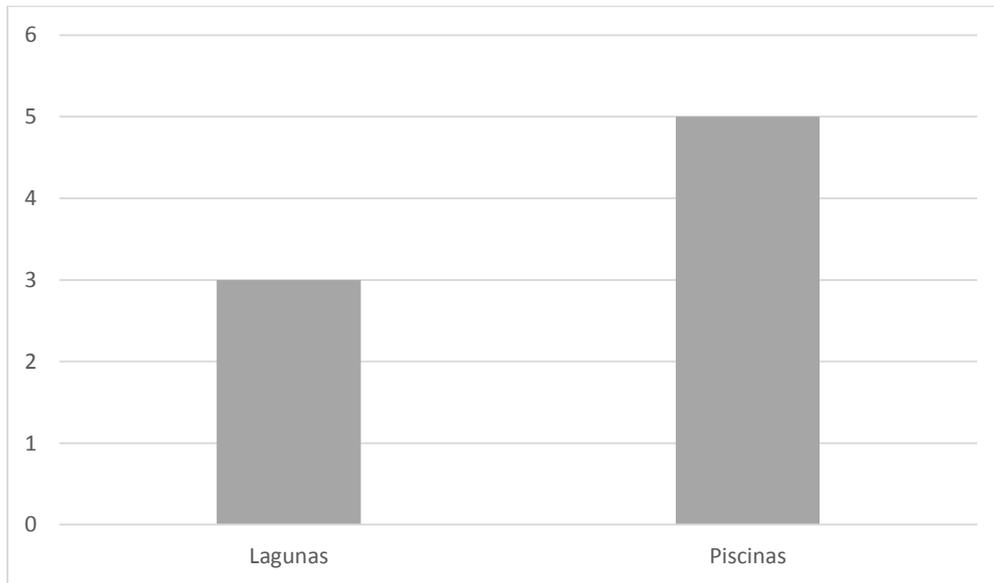


**Figura 46.** *Pregunta 3.7 ¿Cómo preparaban los peces para alimento en el pasado?*

**Fuente:** Maestrante, 2014

En la figura 47 observamos que la mayoría de los encuestados que siembra peces, lo realizan en piscinas, a través de todo el año sin tener una fecha definida, aunque unos

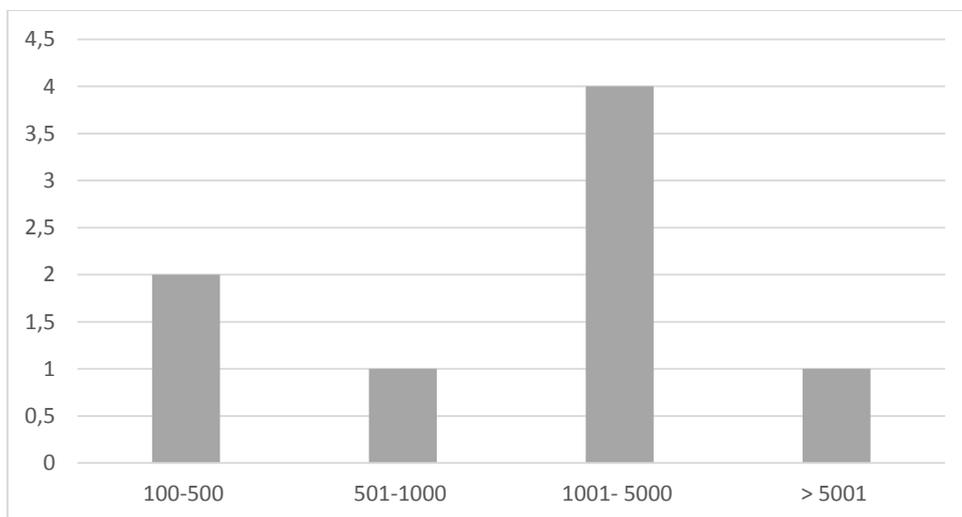
pocos siembran los peces entre julio y agosto. Es importante señalar que solamente siembran trucha especies introducida en la zona.



**Figura 47.** *Pregunta 4.1 ¿Dónde y cuándo siembran peces?*

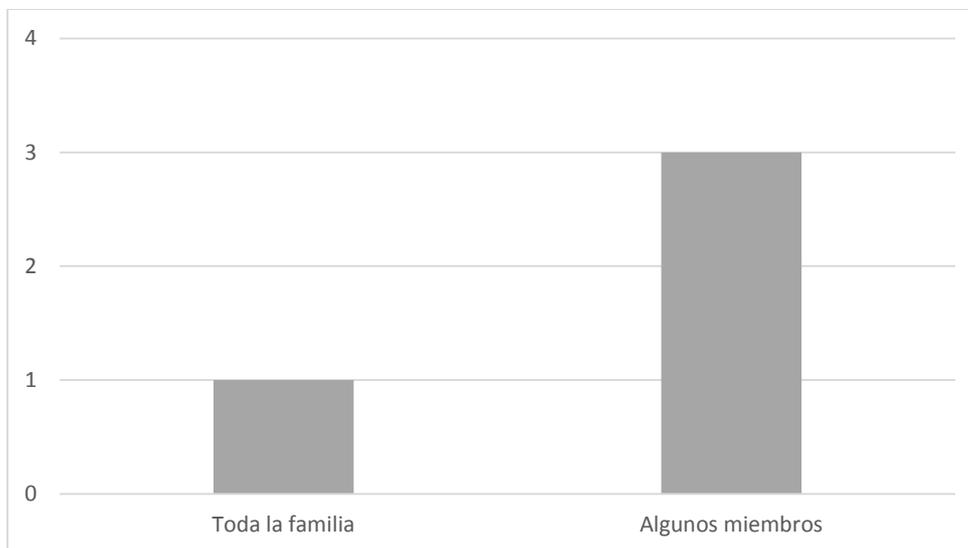
**Fuente:** Maestrante, 2014.

En la figura 48 podemos observar que la mayoría de las personas encuestadas que siembran peces, realizan siembras entre 1000 a 5000 alevines, y consiguen a los alevines en criaderos. Pero trabajo de campo se observa que la mayoría de los pobladores que se dedican a esta actividad tienen reproductores y obtienen alevines de forma artesanal.



**Figura 48.** *Pregunta 4.2 ¿Cuántos alevines siembran y dónde los consiguen?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014

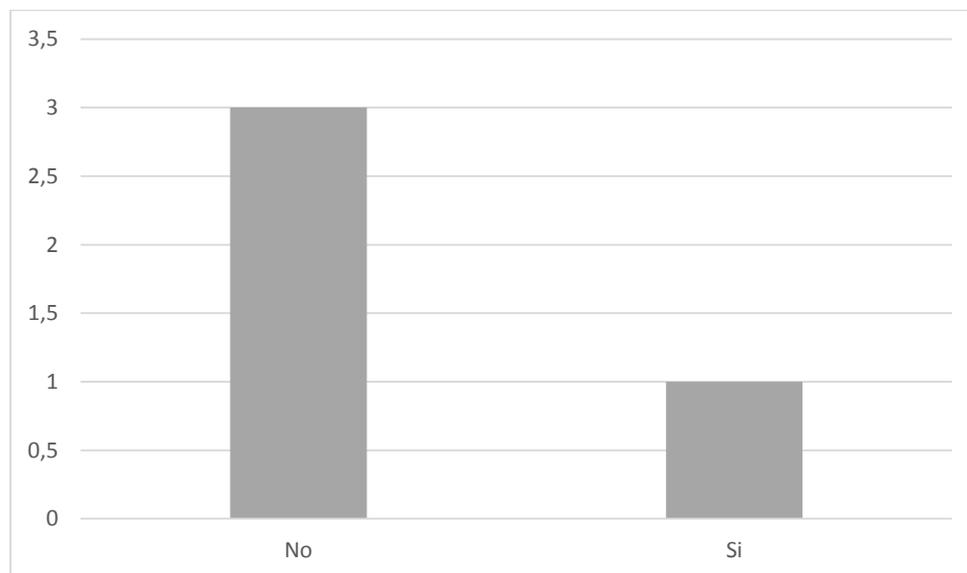
Como podemos observar en la figura 49 que las personas encuestadas que siembran peces revelan que solo unos pocos miembros de la familia ayudan en la siembra de los peces. Es un trabajo duro, por los que necesitan atención a tiempo completa.



**Figura 49.** *Pregunta 5.1 ¿Quiénes trabajan en el cultivo de la trucha y en que época del año?*  
**Fuente:** Maestrante, 2014

En la ilustración 32 podemos observar que la mayoría de las personas encuestadas que siembran peces dicen que el rédito económico es muy poco por todo el esfuerzo que se

debe hacer para sembrar los peces. Lo que se recomienda que se capaciten para tener resultados favorables.



**Figura 50.** *..Pregunta 5.2 ¿El ingreso económico es significativo para usted en comparación al esfuerzo de trabajo?*

**Fuente:** Maestrante, 2014



# CAPITULO V

## 5.1. CONCLUSIONES

El área de estudio general arroja una riqueza de un total de 578 individuos pertenecientes a tres especies, dos órdenes en dos familias. Dentro este grupo dos especies son introducidas una endémica que comparten el mismo hábitat.

En contraste, con los resultados uniformizados con el método CPUE revela un número de individuos de importancia en su composición ictica. Del total de los 78 individuos registrados de *Salmo trutta* están dentro de un intervalo entre 7 (poco comunes) – 10 (comunes) y de *Oncorhynchus mykiss* con 51 individuos cae dentro un solo intervalo de Poco Comunes y la única especie endémica con 13 individuos que cae dentro el intervalo de Raro con menor a 3 individuos que nos pone en alerta su baja densidad.

En este mismo sentido al realizar una ordenación se corrobora con análisis de cluster de Altura y Área en que no influyen en las demás variables ambientales se mantienen aislados, esto se discute que los tramos de estudio se encuentra en una sola zona de vida; No obstante, los índices de IHF y QBR se relacionan con las variables ambientales que más nos indica la salud del ecosistema en específico. En este sentido el grupo más fuerte para los peces es Índice de refugio que se correlacionan con las tres especies de peces.

De los muestreos de fauna acuática realizados en campo, estos fueron limitados a un espacio corto de tiempo, en un punto restringido del ciclo hidrológico del Sur de Ecuador, por lo que a pesar de encontrar tres especies, en directa proporción a la gradiente altitudinal, es importante aclarar que la orientación general del estudio fue obtener una línea base para futuros estudios de la ictiofauna en la zona; Además la revisión de información relacionada permite completar con cierta calidad, que nos aproxima a tener insumos claros para decidir sobre acciones a ejecutar en los ecosistemas acuáticos, especialmente monitoreo y trabajo de taxonomía en las vertientes del Pacífico y Amazonas.

En cuanto a la composición de las comunidades de peces según las muestras recolectadas insinúan que sus poblaciones aún están agrupadas en cardúmenes que en

abundancia hay una perceptible dominancia de los Salmoniformes (peces de escamas) mientras los Siluriformes (peces de cuero) son menos (bagre) pudiéndose inferir niveles fuertes de competencia por el recurso alimenticio. Ante tal situación se interpreta la calidad del hábitat, la cobertura vegetal y cuerpos de aguas en estado degradación por las actividades de ganado leche en particular.

Sustentado en la explicación anterior, se puede apreciar la proporcionalidad de los nichos tróficos en los ecosistemas fluviales investigados, identificándose una dependencia a productores primarios, pues hay una alta proporción de insectívoros y omnívoros en las comunidades estudiadas, haciendo que las relaciones de competencia por el recurso alimento sean muy fuertes para mantener la red trófica con cierta estabilidad.

En cuanto a su origen se las especies *Oncorhynchus mykiss* es proceden de la vertiente pacífica de América del Norte y *Salmo trutta* es oriunda de Europa. Estas dos especies ahora forman parte de los ecosistemas acuáticos de nuestros ríos alto andinos, no se conoce a ciencia cierta el impacto ambiental que estaría ocurriendo sobre la fauna acuática. Lo que denota la falta de alevines que podría estar siendo depredados por peces adultos.

Esta evidencia ha sido confirmado por el autor, al hacer estudios en los ríos de la cuenca del Paute y PNC, las trucha se alimentan de peces de su misma especie en el PNC, no así ocurre en el Embalse Mazar al hacer un lavado estomacal se documenta una abundancia de peces de *Poecilia reticulata*. En este mismo sentido se han hecho pruebas de pesca con línea utilizando carnada viva de trucha para capturar *Astroblepus* spp lo que se ha tenido éxito al considerar dentro su gremio como insectívoro; no obstante, se usa carnada viva del genero *Astroblepus* para capturar truchas y se tiene éxito. Esta práctica de campo se realizó en el río Santa Bárbara en la noche con aguas claras utilizando linternas de 200 lumens.

Por otro lado, *Astroblepus ubidiai* fue descubierta en Imbabura, en el Lago San Pablo en la Cuenca del Río Mira hacia el Océano Pacífico, existe aún la única especie de preñadilla endémica de los Andes del Ecuador y está amenazada; pero esta hipótesis podría romperse al hacer estudios de ADN, lo que ahora se analiza con su morfología y se llega a discutir que también estaría en los drenajes de la Cuenca del río Santiago, esta situación tendría que resolverse con estudios y ampliación del área de estudio (Com. Pers. Dr. Scott Schaefer, 2014).

En cuanto a la composición de la estructura de las poblaciones de peces para el área de estudio potencialmente alcanzaría tener al menos dos formas; i) Especies residentes:

con una base estándar en los mismos cuerpos de agua de la familia Astroblepidae, que son bentónicos y su actividad es nocturna; y ii) Especies migratorias: peces pelágicos y bentopelagicos de la familia Salmonidae que tienen una distribución a lo largo de los principales cuerpos de agua del río Llaviuco (Obs. per, 2013).

Esta especie de los andes se propone considerar como especie emblemática por su alto valor biológico, ecológico, cultural o antrópico, que pasaría a formar parte del patrimonio ambiental. Esta especie emblemática, también llamada bandera llama la atención por su historia dentro las manifestaciones culturales y su estado de conservación que se encuentra en el libro rojo de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). No obstante, las sociedades en general consideran esta especie menos importante *versus* la trucha que llama la atención por la pesca deportiva, piscicultura y gastronomía.

En paralelo, en este estudio se ha prestado atención a las evidencias documentadas, pero existen publicaciones en los diarios locales y camaradería en las redes sociales que describen de la pesca del bagre en los ríos de Cuenca con barbasco (*Jacquinia sprucei*) que llegaba de la costa por contrato de la Municipalidad de Cuenca. Hoy en día estas pescas se han extinguido, debido a factores como el crecimiento de la población, pérdida de cobertura vegetal, contaminación del agua y la introducción de la trucha que estaría compitiendo por recursos.

La preñadilla es una especie símbolo de la provincia de Imbabura y Azuay, es donde proviene su nombre del quichia *imba* que significa preñadilla y *bura* que criadero de preñadillas, esta especie ha sido considerada como una fuente de proteínas para las mujeres indígenas para incrementar la secreción de leche materna. Bajo esta figura, los Incas también usaban como un tesoro para ofrendar tributos, que hasta hace pocos años se mantuvo esta tradición en la tributación a la iglesia Católica en las fiestas de Cuaresma. Hoy en día, no existen estos peces en abundancia para hacer este tipo de manifestaciones culturales por lo que ha sido remplazado por la trucha como un especie símbolo para el consumo, pesca deportiva, piscicultura.

Finalmente, podemos concluir que los parámetros ambientales (pH y temperatura) se encuentran dentro de su rango normal, debido a que sus valores no superan los normales para la zona en la que se encuentran: los valores de pH están entre 6 y 8, y los valores de la temperatura entre 10 y 12 °C (Roldán, 2003). También podemos concluir que el canal del río no ha sido modificado, ya que, el perfil del caudal río abajo es normal (Wetzel, 2001).

Con respecto a los resultados de los tres índices de calidad, podemos ver que la diversidad de hábitats del río Llaviuco es alta, y la disponibilidad de refugio para la

fauna acuática es muy alta, pero la calidad de ribera presenta en promedio una calidad media, a pesar de que la ribera no esté en sus óptimas condiciones podemos concluir que el río Llaviuco presenta un ecosistema muy bueno para la vida de la fauna acuática, porque las características que disminuyen la calidad de la ribera son principalmente por conectividad y la presencia de algunos pastizales en ciertas porciones del río, lo cual es un limitante para la diversidad de micromamíferos y algunas especies de aves, mas no para la fauna acuática (Barquín et al, 2011); sin embargo, casi todas las estaciones la ribera presentaron un buffer de aproximadamente 4 a 6 m, la cual es suficiente para no afectar a la fauna acuática.

Según los resultados obtenidos de las encuestas podemos concluir lo siguiente: de toda la comunidad del sector son pocas las personas que pescan. Existe una disminución en la población en la población de los peces, especialmente del bagre. El bagre por los habitantes del sector se ha registrado en el río Llaviuco y no en el Parque Nacional Cajas. Existe criaderos de peces a lo largo del río, pero son pocas las personas que realizan esta actividad.

## 6.1. RECOMENDACIONES

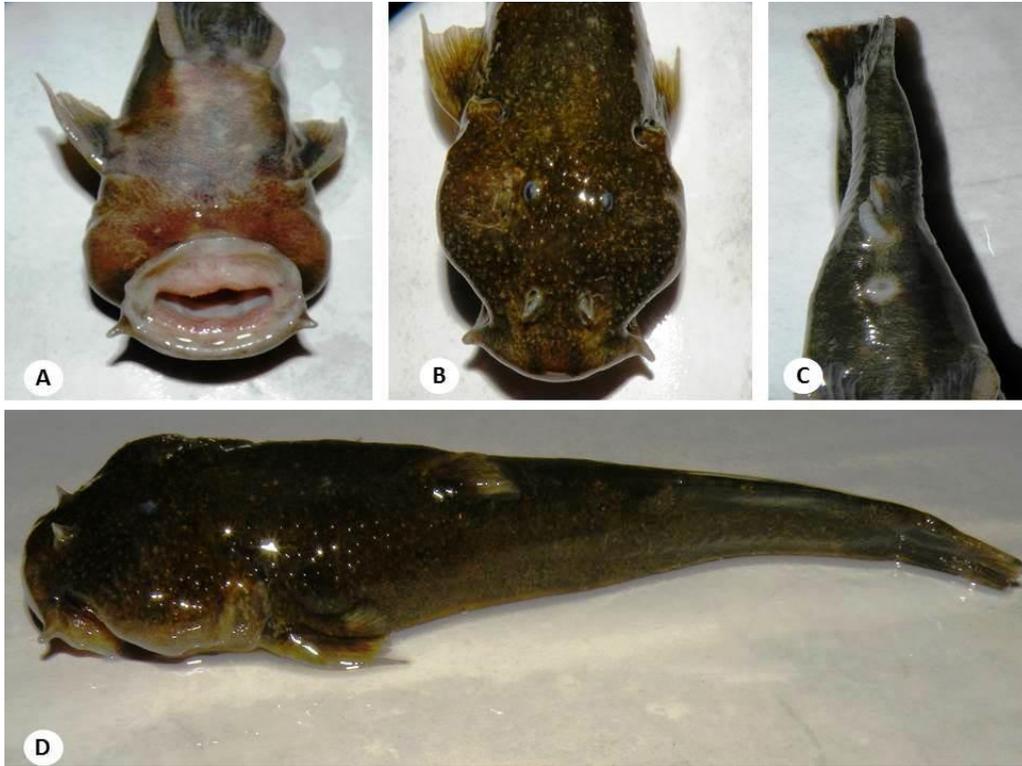
Principios	Recomendaciones
Inventario de peces y estudios ecológicos	Establecer un inventario completo de peces que habitan en los ríos principales que drenan a la cuenca del río Paute, para determinar su taxonomía completa mediante ADN de la Familia Astroblepidae y Loricariidae que son los principales grupos de peces que habitan en estos cuerpos de agua.
	Realizar criaderos en piscinas seminaturales, con el propósito de recuperar esta especie Endémica de los Andes de Ecuador.
	Realizar una Guía ilustrada de las especies de peces que habitan dentro el macizo del PNC.
	Determinar los cambios climáticos que podría estar ocurriendo en los cuerpos de agua mediante indicadores directos en el caso de los peces Alto andinos.
	Realizar un estudio completo de ictioplanton de todas las especies de peces registrados.
	Realizar el control de la trucha en los ríos principales mediante pescas estandarizadas.
Protección, turismo y conservación de hábitats naturales	Zonificar los sitios donde pierde la continuidad ecológica del río por las actividades antropogénicas.
	Realizar una concientización sobre el cuidado de las especies de peces nativos <i>versus</i> los introducidos.
	Educación ambiental sobre ictiología en todos los sectores de la sociedad (Escuelas, Colegios, Universidades, y Público en general).

	Trabajar en conjunto con los pescadores sobre la importancia de los peces nativos <i>versus</i> los introducidos.
--	---

## **ANEXOS**



**ANEXO 1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE *A. Ubidiai***



**Simbología:** A: boca en forma de ventosa; B: cabeza; C: Papila genital externa del macho; D: espécimen completo.

**Fuente:** Maestrante, 2014

## ANEXO 2. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE DE REFUGIO.

### Índice de Refugio

Fecha:

Operador:

	<b>IR</b>																		
<b>Interpretación</b>																			
<b>Refugio debido a la profundidad de la columna de agua (Cp)</b>																			
<b>Refugio debido a la vegetación sumergida (Cvs)</b>																			
<b>Refugio debido al tipo de sustrato (Cst)</b>																			
<b>Refugio debido al sombreado (Csb)</b>																			
<b>Refugio debido a cornisas, cuevas y bancos (Ce)</b>																			
<b>Estación</b>																			

Fuente: Maestrante, 2014

## ANEXO 3. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE QBR

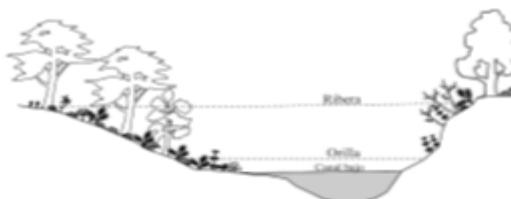
Protocolo GUADALMED (PRECE)

203

### CALIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES. ÍNDICE QBR

*Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de las rías (orilla y ribera propiamente dichas). Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.*

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

#### Grado de cobertura de la zona de ribera Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
-5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

#### Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
-5	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
-5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-10	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

#### Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera\*) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	-	1	1-2
0	sin árboles autóctonos			
+10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+5	si el número de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
-5	si hay estructuras construidas por el hombre			
-5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto autóctono** aislada			
-10	si hay sp. de árboles y/o arbustos autóctonos** formando comunidades			
-10	si hay vertidos de basuras			

#### Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
-10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-10	si existe alguna presa -o- u otra infraestructura transversal en el lecho del río

**Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)**

\* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

## ANEXO 4. FICHA PARA ELABORAR EL ÍNDICE IHF

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF			
		Estación	
		Fecha	
		Operador	
Bloques	Puntuación		
<b>1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas</b>			
<b>Rápidos</b>	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión: 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión: 30 - 60%	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión: > 60%	0	
<b>Sólo pozas</b>	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
		<b>TOTAL (suma categoría)</b>	
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	
Frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
		<b>TOTAL (suma categoría)</b>	
<b>3. Composición del sustrato</b>			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arenas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
		<b>TOTAL (sumar categorías)</b>	
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>			
rápido: < 0.3 m	4 categorías: Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
lento: < 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
		<b>TOTAL (suma categoría)</b>	
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
Sombreado con ventanías		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Exposición		3	
		<b>TOTAL (suma categoría)</b>	
<b>6. Elementos heterogeneidad</b>			
Heterogeneidad	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
		<b>TOTAL (sumar categorías)</b>	
<b>7. Cobertura de vegetación acuática</b>			
% Pteridofitas + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
		<b>TOTAL (sumar categorías)</b>	
<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>			
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla.			
Inclusión rápidos - sedimentación pozas		10	
Frecuencia de rápidos		10	
Composición del sustrato		20	
Regimen velocidad / profundidad		10	
Porcentaje de sombra en el cauce		10	
Elementos de heterogeneidad		10	
Cobertura de vegetación acuática		30	

## ANEXO 5 MODELO DE LA ENCUESTA REALIZADA

Encuesta
0.1 Introducción del Maestrante ( encuestador) 0.2. Explicación del uso del información (=> una investigación sobre la ictiofauna a lo largo del Río Llaviuco) 0.3. Asegurar que la gente se presente como anónimo, no es necesario que den sus nombres:

Parte 1 : General
1.1. Comunidad u sector:
1.2. Cuantos miembros de la familia son:
1.3. Profesión:
1.4. Edad :

Parte 2 : Microcuena del Río Llaviuco	
2.1.a. Que tan importante es el rio para usted? <i>(Puede ser: riego, agua potable, ingresos económicos, recreación, turismo, patrimonio cultural, y entre otros)</i>	
2.1.b. Siente importante de tener una laguna u rio cerca donde vive? <i>( agua para el ganado, pesca, riego y entre otros)</i>	
2.2.a. Piensan que el cuidado del agua es importante? <i>( río llaviuco, lagunas, y entre otros)</i>	
2.2.b Cree suficiente el control y cuidado que le brindan a los ríos las autoridades?	
Si	No
Que debería hacer en caso de ser no?	
2.3. Que piensa usted que pueda estar afectando a los ríos? <i>( ganadería, perdida de vegetación de ribera , contaminación con gallinaza, basura)</i>	

2.4. Piensa que el Río Llaviuco puede tener algún problema en el futuro? ( <i>captación de agua y riego</i> )

Parte 3: Peces y pesca ( <i>utilizar Tabla 1</i> )
3.1. Cuantas veces a la semana pescan? ( <i>todo la familia</i> )
3.1.a. En que épocas del año pescan y que sitios? ( <i>seca u lluviosa</i> )
3.1.b. Horas de pesca? ( <i>Día, tarde, y noche</i> )
3.1.c. Cuanto pescan ahora y dónde? ( <i>Tabla 1</i> )
3.2. Que técnicas de pesca son las más usadas y por qué? ( <i>Dibujar si es necesario</i> )

3.3. Que peces pescan en el PNC y río Llaviuco?		
Trucha:	Bagre:	Otros:
3.4. Qué importancia ha tenido el pez bagre en el pasado? ( <i>fuelle de proteínas, usos ancestrales, y pesca en familia</i> )		
3.5. Cuando fue la última vez que observo peces bagres y dónde?		
3.6. Que peces han desaparecido u disminuido su abundancia en los ríos y porque ? ( bagres, truchas u otro)		
3.7. Como preparaban los peces para alimento en el pasado? ( bagres). ( <i>En caldo de bagre, frito u otros</i> )		

<b>Parte 4: Piscicultura-siembra de peces</b>			
4.1. Donde y cuando siembran peces?			
a) Ríos:	b) Piscinas:	c) lagunas:	c) otros:
4.2. Cuantos alevines siembran y donde consiguen? ( <i>del río, criaderos u otras</i> )			

<b>Parte 5: Varios</b>	
5.1. Quienes trabajan en el cultivo de la trucha y en que épocas del año?	

5.2 El ingreso económico es significativo para usted en comparación al esfuerzo de trabajo?

## Parte 6: Comentarios y observaciones

6.1. Utilizar esta parte para comentarios y observaciones de los <b>encuestadores</b> , sobre alguna pregunta en particular. <i>(utilizar el número de la pregunta)</i>

6.2. Utilizar esta parte para comentarios y observaciones de <b>los encuestados</b> , sobre la encuesta en general o sobre una pregunta en particular (utilizar el número de la pregunta si es necesario)

<p style="text-align: center;"><b>TABLA 1 : Cantidades de peces por lugar y temporada</b>  <i>(si no hay idea de cantidades exactos: utilizar mucho y poco (intentar de definir mucho y poco))</i></p>			
Lugar Temporada	1.	2.	3.
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			

**Fuente:** Maestrante, 2014

## ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO



Estación Lla1



Estación Lla2



Estación Lla3



Estación Lla4



Estación Lla5



Estación Lla6



Estación Lla7



Estación Lla8



Estación Lla9

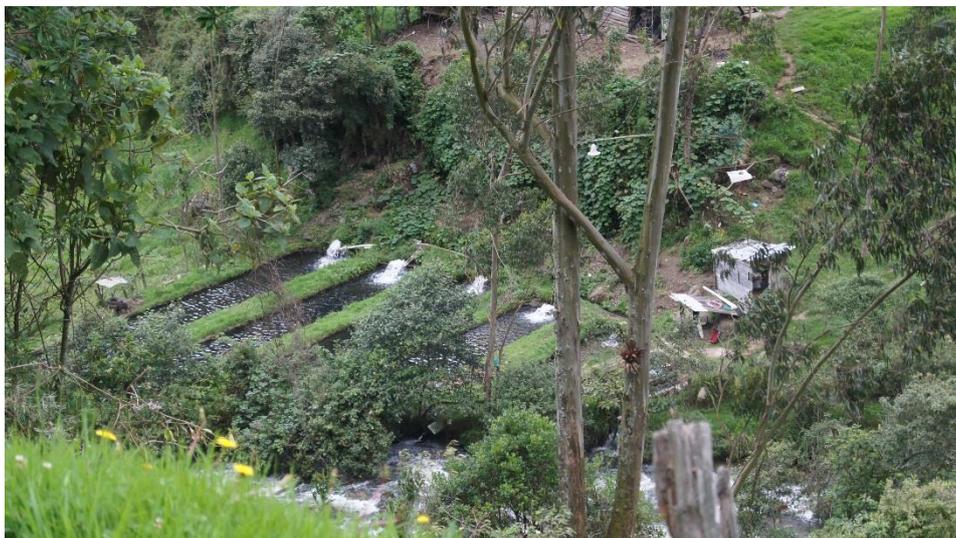


Estación Lla10

## ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS DE INTERÉS



Musgos y líquenes dentro del río



Criadero de truchas junto al río

## ANEXO 8. DATOS DE CAMPO CRUDOS

Sitios	Códigos	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	Astroblepus ubidiai	Total
LL1	La1	10	4	3	
	La2	9	6	2	
	La3	11	3	2	
	La4	4	2	1	
	La5	5	7	2	
		39	22	10	71
Sitios	Códigos	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	Astroblepus ubidiai	
L12	La6	5	4	3	
	La7	6	6	1	
	La8	7	8	2	
	La9	7	4	1	
	La10	6	3	1	
		31	25	8	64
Sitios	Códigos	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	Astroblepus ubidiai	
L13	La11	6	4	1	
	La12	3	6	2	
	La13	4	5	1	
	La14	3	5	1	
	La15	6	4	1	
		22	24	6	52
Sitios	Códigos	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	Astroblepus ubidiai	
L14	La16	6	4	1	
	La17	9	3	1	
	La18	2	8	1	
	La19	6	1	1	
	La20	8	4	2	
		31	20	6	57
Sitios	Códigos	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	Astroblepus ubidiai	
L15	La21	7	1	1	
	La22	9	2	1	
	La23	9	4	1	
	La24	8	5	1	
	La25	6	8	3	
		39	20	7	66

Sitios	Códigos	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Astroblepus ubidiai</i>	
L16	La26	7	8	1	
	La27	5	7	1	
	La28	5	3	0	
	La29	8	2	1	
	La30	9	2	0	
		34	22	3	59
Sitios	Códigos	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Astroblepus ubidiai</i>	
L17	La31	5	4	2	
	La32	7	5	1	
	La33	3	4	1	
	La34	8	4	0	
	La35	6	7	1	
		29	24	5	58
Sitios	Códigos	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Astroblepus ubidiai</i>	
L18	La36	6	5	1	
	La37	6	8	0	
	La38	9	5	1	
	La39	7	1	1	
	La40	6	4	1	
		34	23	4	61
Sitios	Códigos	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Astroblepus ubidiai</i>	
L19	La41	9	2	1	
	La42	0	9	1	
	La43	6	9	1	
	La44	0	4	0	
	La45	9	0	1	
		24	24	4	52
Sitios	Códigos	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Astroblepus ubidiai</i>	
L110	La46	3	1	0	
	La47	9	3	0	
	La48	4	0	0	
	La49	8	1	0	
	La50	9	0	0	
		33	5	0	38
Total					578

Fuente: Maestrante, 2014

**ANEXO 9. RESUMEN POR CADA SITIO DE ABUNDANCIA DE ESPECIES**

Sitios	Salmo trutta	Oncorhynchus mykiss	<i>Astroblepus ubidiai</i>	Total
LL1	39	22	10	71
LI2	31	25	8	64
LI3	22	24	6	52
LI4	31	20	6	57
LI5	39	20	7	66
LL6	34	22	3	59
LI7	29	24	5	58
LI8	34	23	4	61
LI9	24	24	4	52
LI10	33	5	0	38
	316	209	53	578

Fuente: Maestrante, 2014.

## ANEXO 10. RESUMEN DE VARIABLES AMBIENTALES

Sitios	Altura	Área m <sup>2</sup>	pH	Temperatura °C	Caudal m <sup>3</sup> /s	QBR	IHF	IR	CPUE/ St	CPUE/Um	CPUE/Au
LLA1	3156	430	6,78	11,2	3,36	70	89	9	10	6	3
LLA2	3144	365	7,42	11,2	3,06	25	66	8,25	7	5	1
LLA3	3120	400	7,67	11,2	3,28	55	82	9	6	6	2
LLA4	3077	525	7,83	11,3	3,24	75	89	9,75	8	5	2
LLA5	3037	450	7,86	11,4	3,65	50	86	9,75	10	5	2
LLA6	3036	550	7,87	11,4	3,56	55	76	9	9	6	1
LLA7	3037	550	7,94	11,6	4,44	65	74	9	7	6	1
LLA8	3005	450	7,96	11,5	4,5	30	81	9,25	9	6	1
LLA9	2906	775	7,92	11,9	4,53	25	74	9	6	6	1
LLA10	2903	500	7,88	12,1	4,52	50	69	9,25	8	1	0

Fuente: Maestrante, 2014

## ANEXO 11. DETALLE DE LOS RESULTADOS DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTRO.

Estación	Ancho del río (m)	Profundidad media (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> / s)
Lla1	8,6	0,3	1,2	3,4
Lla2	7,3	0,5	0,8	3,1
Lla3	8,0	0,6	0,7	3,3
Lla4	10,5	0,5	0,7	3,3
Lla5	9,0	0,6	0,7	3,7
Lla6	11,0	0,7	0,5	3,5
Lla7	11,0	0,7	0,6	4,4
Lla8	10,0	0,9	0,5	4,5
Lla9	15,5	0,4	0,7	4,5
Lla10	10,0	0,6	0,7	4,5

Fuente: Maestrante, 2014

## **ANEXO 12. NOMENCLATURA EMPLEADA EN LAS FICHAS DE ESPECIES ENCONTRADAS**

### **Medidas**

- LE – Longitud estándar
- LT – Longitud total
- MPC – Mayor profundidad del cuerpo
- LPD – Longitud predorsal
- LC – Longitud de la cabeza; (LC en Loricariidae se mide desde la punta del rostro hasta el final del supraoccipital).
- DO – Diámetro del ojo
- LR – Longitud del rostro
- LPO – Longitud postorbital
- DIO – Distancia interorbital

### **Conteos**

- D – Radios dorsales
- A – Radios anales
- P – Radios pectorales
- V – Radios ventrales o pélvicos
- C – Radios caudales
- ELL – Escamas en la línea lateral
- EL – Escamas laterales
- EPD – Escamas predorsales
- ET – Escamas transversales que incluyen las que están por arriba y por debajo de la línea lateral.

## ANEXO 13. CLAVES DICOTÓMICAS

Se usan claves taxonómicas a nivel de especie para los peces nativos.

1. a) Aleta adiposa con una espina bien desarrollada, libre y móvil, unida al pedúnculo caudal por una membrana semitransparente.  
..... 2
- b) Aleta adiposa con o sin la presencia de una espina, si está presente es pequeña y poco desarrollada, o bien está cubierta por piel total o parcialmente.  
..... 3
2. a) La inserción de las aletas ventrales está por debajo de la inserción de la aleta dorsal; las aletas ventrales llegan a la abertura anal.  
..... *Astroblepus cyclopus*
- b) La inserción de las aletas ventrales está un poco por debajo de la inserción de la aleta dorsal; las aletas ventrales no llegan a la abertura anal, alcanza los 2/3 de su distancia.  
..... *Astroblepus chimborazoi*
3. b) Dientes de la serie externa del premaxilar bicúspide u obtuso tipo incisivo.  
..... 4
- a) Dientes de la serie externa del premaxilar mayoritariamente unicúspides, más o menos puntiagudo o redondeado, pero nunca con borde obtuso; puede presentar 3 ó 4 dientes medios de tipo bicúspides (como en *A. mindoense*).  
..... 5
4. a) Dientes de la serie externa del premaxilar totalmente bicúspide.  
..... *Astroblepus fissidens*

b Dientes de la serie externa del premaxilar obtusos, tipo incisivo.

..... *Astroblepus siimonsi*

5. a) Aleta adiposa débil o poco desarrollada; espina pectoral no llega a la parte media de la aleta ventral.

..... 6

b) Aleta adiposa fuerte y bien desarrollada (carnosa); espina pectoral llega casi a la parte media de la aleta ventral y en algunos casos puede superarla (puede haber hembras de *A. theresiae* cuya pectoral no llegue a la parte media de ventral, pero tiene muy bien definida y desarrollada la aleta caudal).

..... 11

6. a) Aleta adiposa sin espina (verificar si no existe espina embebida en la piel).

..... 7

b) Aleta adiposa con una pequeña espina, cubierta completamente por piel en adultos, puede ser apenas perceptible al tacto (verificar la presencia de la espina embebida en la piel).

..... 8

7. a) Longitud de la aleta dorsal entre el 75 a 85% de la longitud de la cabeza; barbillones largos, se extienden del 75 al 80% de la distancia entre éstos y la abertura branquial.

..... *Astroblepus brachycephalus*

b) Longitud de la aleta dorsal no mayor al 65% de la longitud de la cabeza; barbillones cortos, por debajo del 60% de la distancia entre éstos y la abertura branquial.

..... *Astroblepus ubidiai*

- 8 a) Las aletas ventrales largas, se extiende entre el 75 a 85% de la distancia entre su inserción a la abertura anal.

..... 9

b) Las aletas ventrales cortas, se extienden máximo hasta un 65% de la distancia entre su inserción y la abertura anal.

..... 10

9. a) El primer radio dorsal alargado llega al 65% de la longitud de la cabeza; usualmente con pequeñas manchas pálidas a lo largo de los poros de la línea lateral.

..... *Astroblepus eigenmanni*

b) El primer radio dorsal alargado apenas sobrepasa el 50% de la longitud de la cabeza; no se distingue diferencia en la coloración de la línea lateral.

..... *Astroblepus regani*

10. a) Barbillones largos, se extienden hasta el 80% de la distancia entre éstos y la abertura branquial.

..... *Astroblepus whymperi*

b) Barbillones alcanzan un 60% de la distancia entre éstos y la abertura branquial.

..... *Astroblepus ubidiai*

11. a) Aleta adiposa con un pequeño nódulo embebido en la mitad postero-superior de la misma.

..... *Astroblepus chotae*

b) Aleta adiposa sin ningún nódulo.

..... 12

12. a) Aletas pectorales muy largas, sus radios pueden alcanzar la abertura anal e incluso sobrepasarla.

..... *Astroblepus longifilis*

b) Aletas pectorales más cortas, sus radios no alcanzan la abertura anal, pueden extenderse hasta el tercio posterior de la aleta ventral.

..... 13

13. a) Distancia interocular menos a la distancia entre el ojo y la narina posterior.

..... *Astroblepus grivalvii*

b) Distancia interocular igual o mayor a la distancia entre el ojo y la narina posterior.

..... 14

14. a) Todos los dientes de la fila externa del maxilar son unicúspides; Las narinas se prolongan como un pequeño barbillón que alcanzan hasta un 33% de la longitud de la cabeza; no presenta barras oscuras en la aleta caudal.

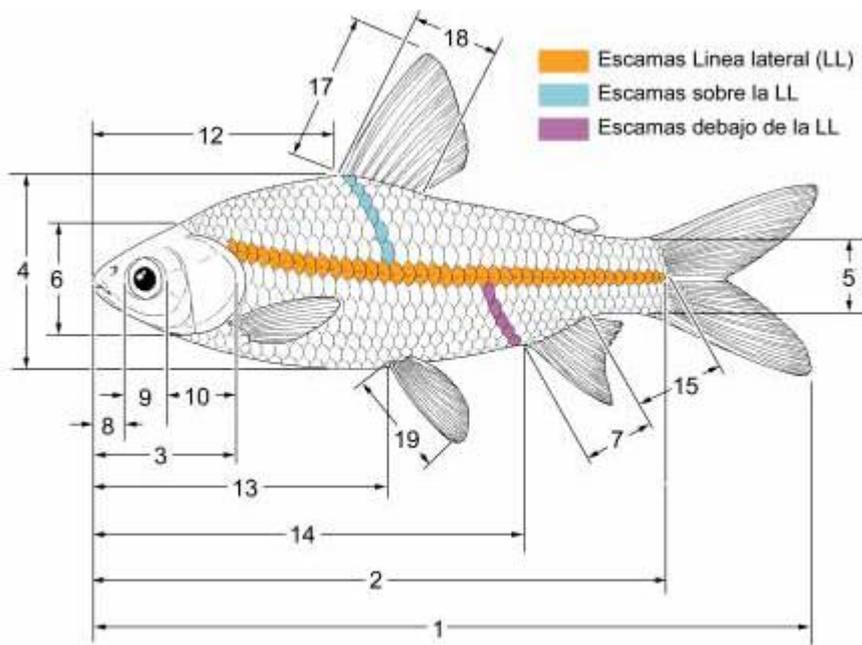
..... *Astroblepus theresiae*

b) Los dientes de la fila externa del maxilar son unicúspides, excepto unos 3 o 4 ubicados en la parte media medio; Las narinas menos desarrolladas, pueden prolongarse como un corto barbillón, pero no llegan al 30% de la longitud de la cabeza; presenta una barra oscuras en la aleta caudal.

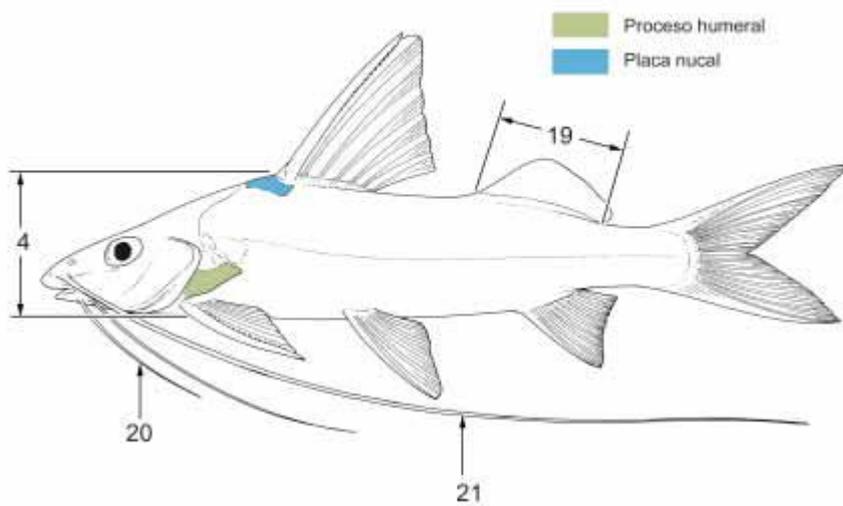
..... *Astroblepus mindoense*

\*Tomado del Borrador de la Guía de peces del Occidente con sus respectivas fuentes ( No Publicado, Jiménez, 2014).

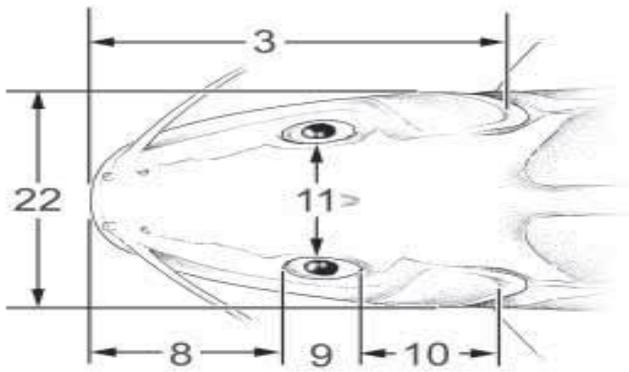
## ANEXO 14. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS PECES PARA TAXONOMÍA



Medidas de los Peces



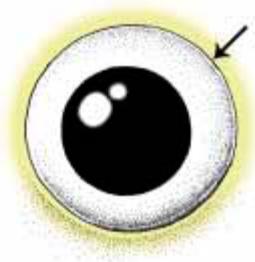
## Medidas de los Siluriformes



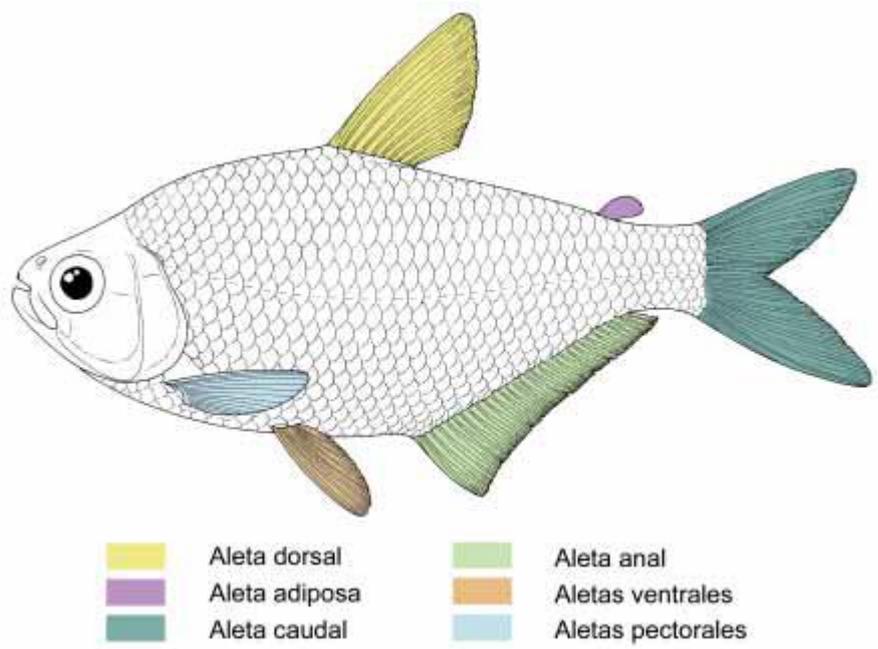
## Mediada de la cabeza



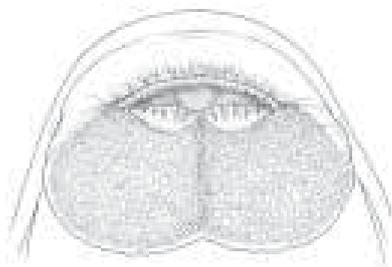
## Borde orbital cubierto



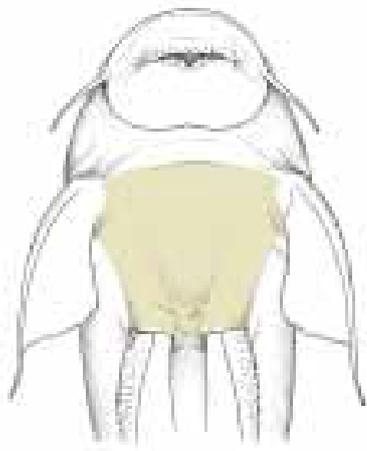
## Borde orbital libre



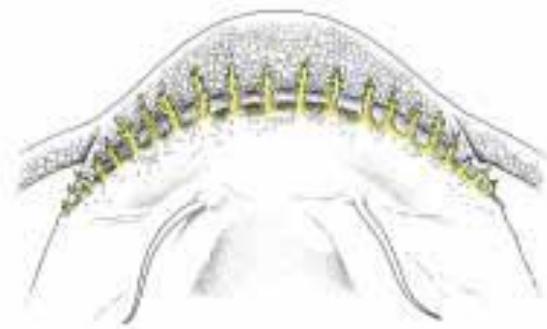
### Medidas de las Aletas



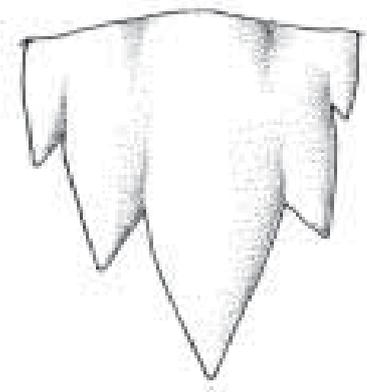
### Boca inferior ventosa



Abdómen desnudo



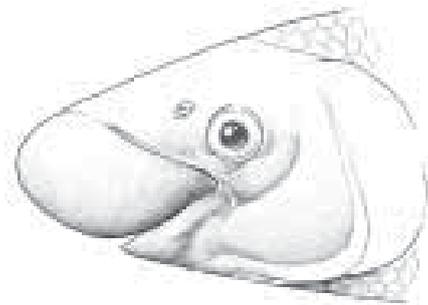
Papilas en labio inferior



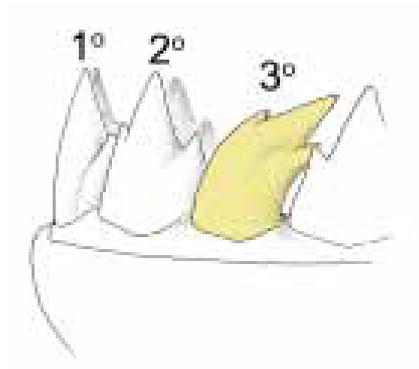
Dientes multicúspides



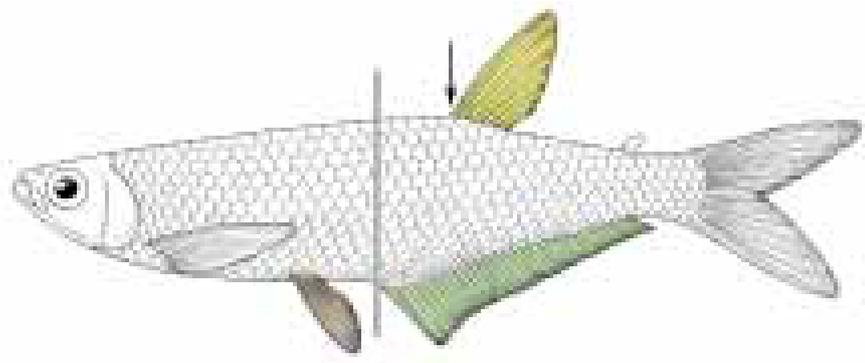
Radio ramificado



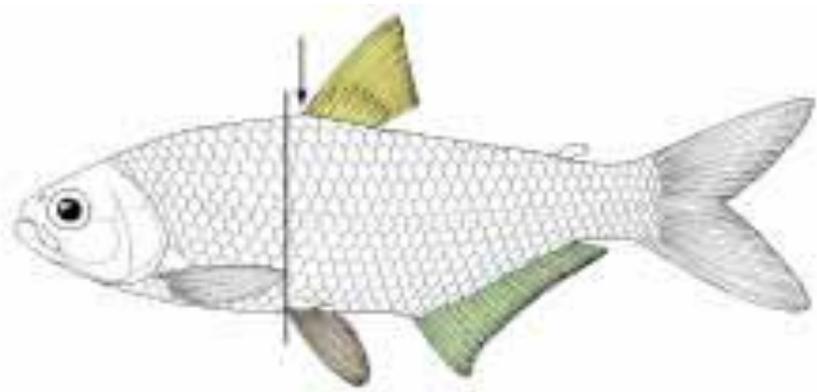
Labio superior carnosus



3er diente en forma de gancho



Dorsal después de anal



Dorsal entre las ventrales y anal

**Fuente:** Maldonado-Ocampo et al, 2005.

## **ANEXO 15. GLOSARIO**

**Exógeno, na.:** Dicho de un órgano: Que se forma en el exterior de otro, como las esporas de ciertos hongos.

**Endógeno:** Que se forma o nace en el interior.

**Multivoltino:** se reproduce todo el tiempo

**Orogénesis:** E la formación o rejuvenecimiento de montañas y cordilleras causadaspor la deformación compresiva de regiones más o menos extensas de litosfera.

**Intraespecífica:** Se produce una competencia entre los individuos de la misma especie.

**Interespecífica:** Se produce una competencia entre individuos de especies diferentes.

**Vómer:** es un hueso emplazado en el paladar superior, dotado de dientes y con forma parecida a la de un bolo.



## 7.1. BIBLIOGRAFIA

Abell, R. Allan, J. 2002. Riparian shade and stream temperatures in an agricultural catchment, Michigan, USA.

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

Allan, J. 1996. *Stream ecology; structure and function of running waters*. Chapman & Hall.

Barquín, J. Fernández, D. Álvarez, M. Peñas, F. 2011. Riparian quality and habitat heterogeneity assessment in Cantabrian rivers. Environmental Hydraulics Institute, University of Cantabria. *Limnetica* 30. España

Barriga, R. S., 1991. *Peces de agua Dulce*. Quito- Ecuador.

Barriga, R. S., 2012. *Lista de Peces de Agua dulce e Intermareales del Ecuador*. Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional Quito, Ecuador.

Bohlke J. 1958. Studies on fishes of the family Characidae, No. 14 A report on several extensive recent collections from Ecuador. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. Vol. CX, ps. 1-121.

Bonnieux, F., Gloaguen, Y., Rainelli, P., Faure, A., Fauconneau, B., le Bail, P.Y., Maise, G. y Prunet, P. 2002. The case of growth hormones in French trout farming. *Technological Forecasting and Social Change*, 43:369-379.

Boujard, T., Labbe, L. & Auperin, B. 2002. Feeding behaviour, energy expenditure and growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. *Aquaculture Research*, 33:1233-1242.

Boulenger, G.A. 1898. Viaggio del Dr. Enrico Festa nell Ecuador e regioni Vince. Poissone de Equater (Premiere Partie). *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. R. Univ. Torino*, N. 329. Vol. 9 No. 1.346.

Briñez-Vásquez G. N. 2004. Distribución altitudinal, diversidad y algunos aspectos ecológicos de la familia Astrolepididae (Pisses: Siluriformes) en la cuenca del río Coello (Tolima). Trabajo de Grado. Programa de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 134 p.

- Bunn, S. Davies, P. Mosisch, T. 1999. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation.
- Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
- Carrasco M.C. 2006. Monitoreo de zooplancton en la laguna de Surocucho, cuenca de Llaviuco, provincia del Azuay. Estudio efectuado para ETAPA.
- Carrasco, M. Mosquera, P. 2012. Estudio de la integridad biótica de ríos y quebradas del Parque Nacional Cajas. ETAPA. Ecuador.
- Carrasco, M.C. y L.P., López. 2010. Calidad del hábitat en los ríos Tomebamba y Yanuncay en Ecuador. Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento de Cuenca-Ecuador.
- Cowx, I.G. (ed.) 1991. Catch effort sampling strategies: their application in freshwater fisheries management. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, 415 p.
- Cummins, K. 2002. Riparian stream linkage paradigm. *Limnologie* 28.
- Davies-Colley, R. Rutherford, J. 2005. Some approaches for measuring and modelling riparian shade. *Ecological Engineering*.
- Doadrio, I. (Ed.) (2002). Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Segunda edición. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Egenmann, C. H. 1922. The Fishes of western South America, Part I. *Men. Carnegie Mus.*, vol. 9 No. 1.346. ps.
- Elosegi, A. Diez, J. Mutz, M. 2010. Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems. *Hydrobiologia*.
- Elosegi, A. Flores, L. Diez, J. 2011. The importance of local processes on river hábitat characteristics; A Basque stream case study. *Limnetica* 30(2).
- Eschmeyer, W. N. (ed.) (2010). Catalog of Fishes electronic version (22 Abril 2014). <http://research.calacademy.org/>.
- Eschmeyer, W.N. 1998. Catalog of Fishes. Vols. 1-3. California Academy of Sciences, San Francisco California, 2905 pp.
- ETAPA, 2010. Guía de Mamíferos del Parque Nacional Cajas. Cuenca-Ecuador.

- Fowler, H. W. 1943. The new characins from eastern Ecuador *Notulae Naturae*, No. 119, 5 ps.
- Frimodt, C., 1995. "Multilingual illustrated guide to the world's commercial coldwater fish". Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, Inglaterra. 215 p.
- Gall, G.A.E. y P.A. Crandell, 1992. "The rainbow trout". *Aquaculture* 100:1-10.
- García de Jalón, D. Mayo, M. Hervella, F. Mingo, A. 1994. Manual práctico para la gestión sostenible de la pesca fluvial. España.
- González, M. n.a. Las riberas, elementos clave del paisaje y en la gestión del agua. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Hardy, R.W., Fornshell, G.C.G. & Brannon, E.L. 2000. Rainbow trout culture. In: R. Stickney (ed.) *Fish Culture*, pp. 716-722. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Humboldt, F.H. 1821. Recherches sur les poissons fluviatiles de l'Amérique équinoxiale. (In: Humboldt and Bonpland, *Recueil observations de zoologie et anatomie comparee*, vol. 2, livr. 11, ps 145-216.
- Jaimez-Cuellar, P. Vivas, S. Bonada, N. Robles, S. Mellado, A. Álvarez, M. Avilés, J. Casas, J. Ortega, M. Pardo, I. Prat, N. Rieradevall, M. Cantero, C. Sánchez, A. Suarez, L. Toro, M. Vidal, R. Zamora, C. Alba, J. 2002. Protocolo GUADALMED (PRECE). Universidad de Barcelona. España.
- Katzer F. 1903. Grundzüge der geologie des unteren Amazonasgebietes (dès Staates Pará, in Brasilien). Leipzig, Max Weg, 298 p.
- Lauzanne, L. & E. Robles. 1986. Resultados de pesca de las redes de mallas pequeñas del convenio piscícola de Trinidad, Bolivia. ORSTOM-CORDEBENI. Trinidad, 25 p.
- Lauzanne, L., I. Cantrelle & E. Robles. 1985. Algunos resultados de pesca de las redes experimentales empleadas por el convenio piscícola de Trinidad, Bolivia. Informe N° 3. ORSTOM CORDEBENIUTB, Trinidad. 26 p.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database*. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición, en inglés, sacada junto con el número 12 de la revista *Aliens*, diciembre de 2000. Versión traducida y actualizada: Noviembre de 2004.

- Lundberg J. G. 1998. The temporal context for diversification of neotropical fishes. pp. 49 – 68. En: L. R. Malabarba, R.E. Reis, R. P. Vari, C. A. S. Lucena y Z. M. S. Lucena (eds.). 1998. Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Museu de Ciências e Tecnologia, Edipucrs. Porto Alegre, Brazil. 603 p.
- MacCrimmon, H.R. y T.L. Marshall, 1968 World distribution of brown trout, *Salmo trutta*. J.Fish. Res.Board Can., 25:2527–48.
- Maldonado-Ocampo, J.A.; Ortega-Lara, A.; Usma O., J.S.; Galvis V., G.; Villanavarró, F.A.; Vásquez G., L.; Prada-Pedrerós, S. y Ardila R., C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. -Colombia. 346 p.
- Mittermer, R.A., P. Robles y C. Goetsch-Mittermeier. 1997. Mega-diversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. México: CEMEX S.A. y agrupación Sierra Madre.
- Mora, V., & Uyaguari, M. (2004). Situación actual de las especies introducidas en el Ecuador con fines acuícolas. Tesis de grados previa a la obtención del título de Ingeniero Acuicultor , 176 p.
- Moreano, M., Y. Reascos y E. M. del Pino. 2005. Un pez gato milenario: La preñadilla, *Astroblepus ubidiai* (Siluriformes: Astroblepidae). Nuestra Ciencia Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Pontificia Universidad Católica de Quito 7: 6-8.
- Naiman, R. Decamps, H. McClain, M. 2005. Riparia. Ecology, conservation, and management of stream side communities. Elsevier. UK.
- Ojanguren A. F., Braña, F. (2003). Effects of size and morphology on swimming performance in juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.). Ecology of Freshwater Fish, 12: 241-246.
- Ovchynnyk, M. M. 1971. Peces de agua dulce del Ecuador y Perspectivas para Desarrollar sus cultivos. Atin American Studies Center. Michigan State University, East Lansing, Michigan 68 ps.
- Pakkasmaa, S., Piironen, J. (2001). Morphological differentiation among local trout (*Salmo trutta*) populations. Biological Journal of the Linnean Society, 72: 231–239.
- Pardo, I., M. Álvarez, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez-Cuellar, G. Moya, N. Prat, N. Robles, M. Toro, & M. R. Vidal-Abarca. 2002.

- El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21 (3-4): 115-134. Trinidad. 26 p.
- Pellegrin, J. 1931. Description d'un poisson nouveau de l'Equateur appartenant à la famille des Loricariidés. *Revue Suisse de Zoologie* v. 38 (no. 8): 113-115..
- Pillay T.V.R. 1990. *Aquaculture Principles and Practice*. Fishing News Books (Blackwell Science), Oxford, England. 575 pp.
- Prat, N. Rios, B. Acosta, R. Rieradevall, M. 2004. Un protocolo para determinar el estado ecológico de los ríos andinos. Universidad de Barcelona. España.
- Purser, J. & Forteach, N. 2003. Salmonids. In: J.S. Lucas & P.C. Southgate (eds.), *Aquaculture: farming aquatic animals and plants*, pp. 295-320. Blackwell Publishing, Oxford, England.
- Regan, B.A. 1904. A Monograph of the Fishes of the Family Loricariidae. The Transactions of the Zoological Society of London. Vol. VII. Part III. P 191-351.
- Risser, P.G. 1990. The ecological importance of land-water ecotones.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la Calidad del agua en Colombia. Uso del método BMW/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Roldán. G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Primera edición. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Roldán. G. Ramírez. J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia. Universidad Católica de Oriente. Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, Colombia.
- Schultz, L.P. 1944. The Catfish of Venezuela, with descriptions of thirty-eight new form. *Proceeding of the United States National Museum*. Vol. 94. N°3172. P 173-338.
- Sedgwick, S.D. 1990. *Trout Farming Handbook* 5th edition. Fishing News Books (Blackwell Science), Oxford, England. 192 pp.
- Shepherd, J. & Bromage, N. 1992. *Intensive Fish Farming*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 416 pp.
- Sierra, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Ecuador.
- Stevenson, J.P. 1987. *Trout Farming Manual* 2nd edition. Fishing News Books, Farnham, England. 186 pp.

Stoddard, J. Larsen, L. Hawkins, C. Johnson, R. Norris, R. 2006. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecological Applications*, 16(4).

Vélez A. y Rueda A. Índice de Calidad de Hábitat para la Conservación del Pez Andino Preñadilla (*Astroblepus ubidiai*) en las Tierras Altas de Imbabura. In Mercure, S. Wilson, W. Whillans, T. 2004. *Gestión Integral de Cuencas y Asentamientos Humanos: Primer Encuentro Intercultural Imbakucha 2002*. Quito. Abya Yala. Cap. 38. p 441-454.

Velez-Espino, L.A, 2004. Distribution and habitat suitability index model for the Andean catfish *Astroblepus ubidiai* (Pisces: Siluriformes) in Ecuador. Environmental and Resource Studies Program, Trent University, Peterborough, Ontario, K9J 7B8, Canada.

Velez-Espino, L.A, 2004. Taxonomic revision, ecology and endangerment categorization of the Andean catfish *Astroblepus ubidiai* (Teleostei: Astroblepidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 13: 367–378, 2003. Toronto, Ontario, Canada.

Velez-Espino, L.A, 2005. Conservation Aquaculture of the Andean catfish *astroblepus ubidiai*: effect of light intensity on growth rate and number of reproductive allocations. Watershed Ecosystems Graduate Program. Trent University, Peterborough, ON. K9J 7B8, Canada.

Velez-Espino, L.A, 2005. Population viability and perturbation analyses in remnant populations of the Andean catfish *Astroblepus ubidiai*. *Ecology of Freshwater Fish* 2005: 14: 125–138. Blackwell Munksgaard.

Velez-Espino, L.A. 2004. *Astroblepus ubidiai*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on **26 February 2014**.

Vieira-Lanero, R. Servia, M. Barca, S. Couto, M. Rivas, S. Sánchez, J. Nachón, D. Silva, S. Gómez-Sande, P. Morquecho, C. Lago, L. Cobo, F. n.a. Índices de calidad de la vegetación de ribera y del hábitat fluvial en los afluentes de la margen española del Baixo Miño. Universidad de Santiago de Compostela. España.

Vimos, D.J., 2010. Tesis de maestría., “Efectos de las truchas exóticas en los productores primarios y s secundarios de ríos tropicales alto – andinos”. Universidad San Francisco de Quito.

Vuilleumier F. y M. Monasterio (eds.) 1986. High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, Oxford. 671.

Wagner, Moritz. 1870. Ueber die hydrographischen Verhältnisse und das Vorkommen der Susswasserfische in den Staten Panama und Ecuador. Abhandl. K. bayer Akad. Wiss. Munchen, Mathem-physikal. Bd. 10 Abth. 1 ps. 63.113.

Wetzel R. 2001. Limnology. Lakes and River Ecosystems. Third Edition. USA.