

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA Y
MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE LA
CALIDAD HÍDRICA EN DOS TRIBUTARIOS DEL RÍO BAJO
MADRE DE DIOS.**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE BIÓLOGO
PRESENTADO POR:**

Bach. Raúl Fernando Quispe Phocco

Asesor:

Blgo. Rolando Canales Pérez

**Cusco - Perú
2015**

Tesis financiada por la UNSAAC

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, a los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por sus conocimientos y enseñanzas impartidas a lo largo de mi formación profesional.

Profundo agradecimiento a mi asesor Blgo. Rolando Canales Perez por su constante orientación y asesoramiento de la presente investigación.

Reconocimiento y Gratitud a los dictaminantes Blgo. Edilberto Velarde Duran y Mgt. Esther Álvarez Moscoso por sus atinadas orientaciones en la elaboración del presente trabajo.

Al Blgo. MS.c. Julio M. Araújo Flores de la Universidad de Florida España, investigador del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Departamento de Ictiología por el adiestramiento en evaluación hidrobiológica, por la bibliografía facilitada y por el apoyo en la identificación de peces.

A MS.c. Hernán Ortega Jefe del Departamento de Ictiología, Conservador de la Colección Ictiológica, Profesor Principal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Por la bibliografía facilitada.

A los integrantes del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco en especial a los integrantes del Área de Herpetología por incentivar la investigación.

A mis amigos y compañeros de la facultad por todo el tiempo compartido durante nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A mi mama por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por todo su amor, apoyo y consejos.

A mis queridos hermanos Noemí, Luz, Lupe, Yovana y Gabriel por todos sus consejos y apoyo incondicional.

A Maruja Huaynillo Aduvire por ser mi inspiración y por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas; por su comprensión, paciencia y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

+++ A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estas conmigo siempre aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos sé que este momento hubiera sido tan especial para ti.

INDICE

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACION	5
OBJETIVOS	6

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 BASES TEORICAS	12
1.2.1 NOCIONES BASICAS SOBRE LOS PECES	12
1.2.1.1 Características generales de los peces	13
1.2.1.2 Biología y Ecología de los peces Amazónicos	14
1.2.1.2.1 Aspectos Reproductivos	14
1.2.1.2.2 Aspectos Tróficos	14
1.2.1.2.3 Edad y crecimiento	16
1.2.1.3 Composición y riqueza de la ictiofauna continental del Perú	16
1.3.1.4 Distribución de la ictiofauna continental del Perú	17
1.3.1.5 Descripción de las especies de peces más importantes	18
1.2.2 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA	22
1.2.2.1 Evaluación Biológica de la calidad de las Aguas	22
1.2.3 BIOINDICADORES	22
1.2.3.1 Macroinvertebrados como Bioindicadores	23
1.2.3.2 Ventajas del uso de Macroinvertebrados acuáticos como Bioindicadores	23
1.2.3.3 Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados	24
1.2.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	29
1.3 MARCO LEGAL	32

CAPITULO II: AREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN POLÍTICA	35
2.2 ACCESIBILIDAD	35
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	37
2.3.1 Zona de vida	37
2.3.2 Clima	37
2.3.3 Precipitación	38
2.3.4 Evapotranspiración.....	38
2.3.5 Humedad Relativa	38
2.3.6 Climatodiagrama	39
2.3.7 Hidrografía	41
2.3.8 Fisiografía	41
2.3.8.1 La llanura de Madre de Dios	42

	Pag.
2.3.9 Suelos	42
2.3.10 Actividad económica	43
2.3.11 Descripción de los ambientes estudiados	43
2.3.11.1 Quebrada Gamitana	43
2.3.11.2 Quebrada Valencia	44

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES	45
3.2 METODOLOGIA	46
3.2.1 DETERMINACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	46
3.2.2 EXTRACCION DE PECES	47
3.2.2.1 Aparejos	48
3.2.2.2 Artes	48
3.2.3 CLASIFICACION DE LA ICTIOFAUNA SEGÚN SU POTENCIAL DE USO	49
3.2.4 COLECTA DE MACROINVERTEBRADOS.....	49
3.2.5 IDENTIFICACION Y SISTEMATIZACION DE LA ICTIOFAUNA	50
3.2.6 IDENTIFICACION Y SISTEMATIZACION DE MACROINVERTEBRADOS	50
3.2.7 ÍNDICES DE DIVERSIDAD	51
3.2.7.1 Índice de dominancia de Simpson (1 - D)	51
3.2.7.2 Índice de equidad de Shannon-Wiener (H)	51
3.2.8 ÍNDICES DE SIMILITUD	52
3.2. 6.1 Coeficiente de Similitud de Jaccard	52
3.2.9 ÍNDICES BIÓTICOS	53
3.2.7.1 Índice de EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera).....	53
3.2.7.2 Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)	53
3.2.10 PARAMETROS FISICOQUIMICOS.....	54
3.2.11 DETERMINACION DE MERCURIO	55
3.2.12 PROCESAMIENTO DE DATOS	56

CAPITULO IV: RESULTADOS E INTERPRETACIONES

4.1 PECES	57
4.1.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE PECES	57
4.1.2 INDICES DE DIVERSIDAD DE PECES.....	67
4.1.3 INDICE DE SIMILITUD DE PECES	68
4.1.3.1 Coeficiente de similitud de Jaccard.....	68
4.1.4 PECA	69
4.1.4.1 Actividad pesquera en los ambientes evaluados.....	69
4.1.4.2 Clasificación de la ictiofauna según su potencial de uso.....	73
4.2.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS	74
4.2.2 INDICES DE DIVERSIDAD MACROINVERTEBRADOS	78
4.2.2.1 Índices de Diversidad de (Shannon H) y (Simpson 1-D)	78
4.2.3 INDICE DE SIMILITUD DE MACROINVERTEBRADOS.....	79
4.2.3.1 Coeficiente de similitud de Jaccard	79
4.3 ÍNDICES BIÓTICOS	80
4.3.1 Calidad de Aguas por Indicadores Biológicos	80
4.3.1.1 Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP/Col.)	80

	Pag
4.3.1.2 Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)	81
4.4 Mercurio.....	82
4.4 Parametros fisicoquímicos.....	82
4.6 Conservación del ambiente acuático según estándares de calidad ambiental.....	85

DISCUSIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REVISION BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Región Madre de Dios Provincia de Tambopata Distrito de Las Piedras donde se hizo una descripción y análisis de la diversidad de la Ictiofauna y Macroinvertebrados como Bioindicadores de la Calidad Hídrica en dos tributarios del río Bajo Madre de Dios: Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia. Mediante un trabajo de campo que se realizó entre los meses de marzo, abril y mayo del 2014 se hizo el levantamiento de datos hidrobiológicos y fisicoquímicos con el objetivo de determinar la diversidad, riqueza, abundancia, similaridad, análisis de la pesca y calidad del agua mediante bioindicadores. La metodología empleada para la captura de peces se realizó mediante el uso de aparejos y artes de pesca, se registró 489 individuos de peces ordenados en una lista sistemática de seis órdenes Characiformes, Siluriformes, Myliobatiformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes y Perciformes, 22 familias, 62 géneros y 73 especies de peces y para la captura de macroinvertebrados se hizo uso de la red surber y se registró 3 phylum Arthropoda, Annelida y Mollusca, 4 clases, 11 órdenes, 19 familias y 26 especies de macroinvertebrados. Con toda esta información recaudada de peces y macroinvertebrados la Quebrada Gamitana registró mayor diversidad, riqueza y abundancia tanto en peces y macroinvertebrados, la similitud de la ictiofauna entre los dos ambientes estudiados fue de 44% y de macroinvertebrados fue de 50 % y con los índices bióticos (EPT) se determinó que la Quebrada Gamitana presenta calidad de agua Buena mientras que la Quebrada Valencia presento calidad de agua Regular y con el índice BMWP/Col los dos ambientes evaluados presentan aguas ligeramente contaminadas.

INTRODUCCION

Los ecosistemas acuáticos se encuentran actualmente entre los más amenazados del planeta debido a la actividad humana y estos ecosistemas están sufriendo una enorme pérdida de biodiversidad (Harding & et al., 1998). La cuenca amazónica es el reservorio de la biota acuática más diversa del mundo, pero a su vez los cuerpos de agua dulce son ecosistemas muy sensibles y amenazados, y considerados en peligro en todo el mundo, por lo que se debe incidir en el conocimiento de su biodiversidad. Se reconoce que el conocimiento de la biodiversidad acuática amazónica en nuestras latitudes es incompleto (Dudgeon, D. et al. 2005). En este contexto, los peces continentales, son el grupo más diverso de vertebrados, también el que presenta la mayor proporción de especies amenazadas (Duncan, J. R. & Lockwood, J. L. 2001)

El Perú presenta una zona privilegiada para el estudio de peces continentales, la importancia del estudio de la cuenca amazónica se debe a que alberga la mayor parte de la fauna peruana de peces continentales, representando más del 80% del total de reportes. (Ortega, H. & Vari, R. 1986). Los macroinvertebrados bentónicos habitan sobre o dentro del sedimento del fondo de los ecosistemas acuáticos, y aunque sus formas y tamaños son muy variados muchas especies bentónicas son muy sensibles a los factores bióticos y abióticos de su ambiente, y es por ello que la estructura comunitaria de estos grupos taxonómicos, sirve como un buen indicador de las condiciones de los sistemas acuáticos (Figueroa, J. & Stucchi, M. 2009). Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Martines, N. 2010)

En la Región Madre de Dios, Una de las actividades que llama la atención por su impacto tanto social como ambiental es la minería aurífera del tipo fluvial cuya actividad está deteriorando la cuenca del río Madre de Dios contaminando los peces con mercurio y generando impactos en los recursos hidrobiológicos (Brack, A. et al. 2011)

En el río Madre de Dios y sus zonas adyacentes, se han realizado en los últimos años importantes estudios ecológicos, en los cuales se ha puesto mucha atención al estudio de los peces (Carvalho, T. et al. 2012, Palacios, V. & Ortega, H. 2004, Barthem et al. 2003, entre otros) y diferentes estudios hidrobiológicos dando énfasis en el uso de los macroinvertebrados como indicadores biológicos realizados por (Araujo, J. 2012, Araujo, J. 2011 y Montalván, G. & Mogollón, V. 2009).

En el presente trabajo se evaluará la diversidad, composición específica, abundancia relativa de la comunidad de peces y macroinvertebrados, las fluctuaciones de las capturas en la pesca de consumo y descripción de los hábitats acuáticos observados en un inventario realizado en la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia y así como la calidad de aguas que presentan los ambientes estudiados haciendo uso de macroinvertebrados tal información permitirá reforzar las medidas de conservación.

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El problema a investigar implica el análisis de la presión antrópica, a través de diversas actividades, cuyos impactos aún no están debidamente caracterizados y tampoco cuantificados en su verdadera dimensión, en consecuencia el esclarecimiento de esos aspecto permitirá, a futuro, implementar las estrategias que cautelen los recursos icticos y los macroinvertebrados que en definitiva son componentes importantes de esos ecosistemas acuáticos.

JUSTIFICACION

Justifican este estudio:

Se conoce de manera insuficiente sobre el estado de la calidad del agua, diversidad de peces y macroinvertebrados en los ambientes acuáticos que se proponen en nuestra investigación ya que las principales actividades económicas que existen en la región como la minería, agricultura, pesca, tala y transporte pueden generar impactos a gran escala sobre los ecosistemas acuáticos. Los estudios hasta ahora realizados por otros autores en la cuenca del río Madre de Dios todavía no constituyen elementos suficientes para estimar con la debida solidez sobre la calidad hídrica, la composición de la diversidad de la ictiofauna y de macroinvertebrados en los ambientes que motiva el presente trabajo.

En base al conocimiento del estado en que se encuentren estos cuerpos de agua mediante Bioindicadores (macroinvertebrados) y la diversidad de peces permitirá caracterizar la dinámica de estos cuerpos de agua.

Se promoverá el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos en beneficio de las poblaciones locales, principalmente de las comunidades nativas colindantes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la Diversidad de la Ictiofauna y Macroinvertebrados como Bioindicadores de la Calidad Hídrica en dos tributarios del río bajo Madre de Dios: Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia.

Objetivos específicos

1. Identificar y cuantificar las especies de Peces y Macroinvertebrados.
2. Determinar la abundancia, riqueza y similaridad de los organismos de las comunidades biológicas seleccionadas: Peces y Macroinvertebrados.
3. Determinar la calidad del agua usando macroinvertebrados y parámetros fisicoquímicos.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES

Guevara, C. 2013. Evaluó la comunidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera en Madre de Dios. Donde identificó 20078 individuos agrupados en 156 taxas. Las métricas de bioindicación como diversidad de Shannon-Wiener (H'), ASPT, EPT, EPC y EIPT permitieron discriminar diferentes grados de impacto, donde una de las estaciones de estudio Quebrada la Pastora, mostró las peores condiciones, mientras que la Quebrada fundo INKATERRA fue la más conservada, colocando a las demás estaciones en condiciones intermedias. No se encontraron relaciones de la comunidad de macroinvertebrados con el mercurio en sedimento, sin embargo si fue con el oxígeno disuelto en agua, los sólidos totales disueltos, turbidez, nitratos y en general la integridad de bosque, donde dichos factores son importantes para sostener una adecuada diversidad de macroinvertebrados acuáticos.

Ortega, H. & et al. 2012. Reconocen 1064 especies continentales para el Perú (55 familias y 17 órdenes). La mayoría de las especies corresponden al Súper Orden Ostariophysi (82%), teniendo como órdenes dominantes a Characiformes y Siluriformes. Characidae es la familia más diversa con 24% del total de especies. Los autores estiman que el número de especies continentales para el Perú estaría alrededor de las 1300 especies.

Carvalho, T. et al. 2012. Evaluaron los peces del río Las Piedras, cuenca de Madre de Dios, Amazonía peruana situado en la parte suroeste de la cuenca del Amazonas en el sureste de Perú. Las colecciones fueron hechas durante el estiaje (junio, 2011) 180-270 m de altitud, en el Arco de Fitzcarrald. Esta es la última de las cuatro expediciones a la región con el objetivo de comparar la ictiofauna a través de las cabeceras de las mayores cuencas tributarias en la Amazonía occidental: Juruá, Ucayali, Ríos Purús y Madre de Dios. Veintiún sitios a lo largo del río Las Piedras y sus afluentes se muestrearon y un total de 144 especies pertenecientes a 32 familias y siete órdenes fueron capturados e

identificados. Las familias más diversas fueron Characidae (34 spp.), Loricariidae (23 spp.), Y Pimelodidae (19 spp.).

Araujo, J. 2012. Realizo el estudio Hidrobiológico en la concesión de conservación Villa Carmen Pilcopata Cusco y Madre de Dios donde hace una descripción de la diversidad y el estado de conservación de los cuerpos de agua donde se registró 44 especies de peces, 39 familias de bentos, 39 especies de fitoplancton y 8 especies de zooplancton. De acuerdo los índices de calidad del agua para las taxas de bentos (EPT y BMWP) ambos presentan al río Piñi-Piñi y Quebradas a Piñi-Piñi como los cuerpos de agua mejor situado, siendo el río Pilcopata el peor valorado.

Araujo, J. 2011. Hace una descripción de la diversidad y el estado de conservación del río Tahuamanu en el departamento de Madre de Dios (Perú). Realizó el levantamiento de datos hidrobiológicos del río Tahuamanu entre la ciudad de Iberia y la quebrada Canales el cual es primer inventario de Plancton y Bentos realizado en el área de estudio, además realiza un importante inventario de los parámetros limnológicos así la riqueza de especies en peces fue de 98, fitoplancton 40, zooplancton 14 especies y el bentos registró 30 familias. De acuerdo a la calidad de taxas del bentos (EPT) la calidad del agua del río en la estación Luchador E3 presentó el mejor grado de conservación y la estación Iberia (Portillo) E1 el más bajo. Los índices de plancton en general indican buen estado de conservación de la quebrada Guacamayo y el más bajo en Chico Preto (próximos a Iberia). Análisis de mercurio en muestras de músculo de pescado comerciales superando los niveles permitidos de mercurio el zungaro, chambira y mota punteada.

Quispe, R. 2011. Realizo el estudio de la diversidad riqueza y abundancia de la ictiofauna de los ambientes loticos conocidos como: Quebrada Concepción, Madama, Carachamayoc, Gamitana y el ambiente lentico Lago Valencia. Donde registro 57 especies de peces, 49 géneros, 18 familias, y cuatro órdenes (Characiformes, Siluriformes, Myliobatiformes y Perciformes). Donde la Quebrada Gamitana presento mayor diversidad respecto a los otros ambientes evaluados.

Araujo, J. 2010. Realizo el estudio hidrobiológico en la Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja sonene época seca, describe la diversidad y el estado de conservación de las dos principales cuencas que surcan el área, los ríos Tambopata y Heath. La riqueza de especies en peces fue de 148. 105 en ríos y 89 en lagos donde predominaron los órdenes Characiformes y Siluriformes. Fitoplancton contabilizo 114 especies, zooplancton 59 especies y bentos registró 30 familias. De acuerdo a la composición del bentos determino la calidad de agua.

Goulding, M. et al. 2010. Evaluaron peces migratorios ampliamente distribuidos en la cuenca alta del Madeira como Carácidos y bagres (zúngaro, torre, doncella, puma zúngaro, achacubo, dorado y mota flemosa) tanto durante la época de estiaje como la época de aguas altas y también evaluaron las Migraciones locales entre las tierras bajas y el piedemonte en el río Inambari .

Montalván, G. & Mogollón, V. 2009. Evaluaron la riqueza y abundancia de plancton, perifiton, macrorinvertebrados bentónicos y peces en once cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto de perforación de diez pozos exploratorios de petróleo, en el lote 111, Madre de Dios. Donde la densidad del fitoplancton vario entre 3 y 50 cel/l. y entre los macroinvertebrados el más numeroso fue el anélido *pristina sp.* El cual alcanzo densidades de 1000 org/m². La familia más importante de peces fue characidae, con 21 especies.

Osorio, D. 2008. Registro 36 especies de peces para Cocha Cashu, (Estación Biológica perteneciente al Parque Nacional del Manu) y 36 para Totorá (ambiente lentic dentro del mismo parque) y determino diferencias significativas entre Cocha Cashu y Totorá en cuanto a la calidad del agua. Describe aspectos de la ecología de peces como: diversidad, similaridad, especies indicadoras y las variaciones en la estructura de las comunidades, en los periodos de vaciante y creciente, en ambas cochas y analizo la distribución espacial de las especies de mayor tamaño, que son importantes en la dieta de *Pteronura brasiliensis* ("lobo de río"),

Palacios, V. & Ortega, H. 2004. Estudiaron la composición taxonómica de la ictiofauna, la diversidad, riqueza y abundancia, además las características

ecológicas (rango altitudinal, tipo de hábitat y agua y la estimación del estado de conservación de cada ambiente mediante el índice ecológico (IBI), de la cuenca del Río Inambari (Madre de Dios). Se colectaron 1411 individuos agrupados en 52 especies, 35 géneros, 13 familias y cuatro órdenes. Los Characiformes (65%) y Siluriformes (25%) fueron los más diversos, destacándose tres nuevos registros para Perú: *Serrapinnus notomelas*, *Pseudopimelodus bufonius* y *Pseudocetopsis gobiodes* y una especie endémica: *Chaetostoma marcapatae*.

Tello, S. 2002. Analiza la situación actual de la pesca y la acuicultura en Madre de Dios donde concluye que la cuenca del río Madre de Dios posee una importante riqueza pesquera y existe una demanda insatisfecha de pescado en la población urbana, la pesca y el impacto de las actividades mineras sobre los ecosistemas acuáticos están afectando a los recursos pesqueros, la presencia de paiche en la cuenca del río Madre de Dios debería ser aprovechada como una buena oportunidad de negocio y la acuicultura se presenta como una opción productiva de mucho potencial en Madre de Dios.

Chang, F. 1998. Presenta una lista de peces registrados en la Zona Reservada Tambopata-Candamo, sureste del Perú. Esta fauna incluye 36 familias, 138 géneros y 232 especies; characiformes y siluriformes son los grupos dominantes en todos los ambientes. La composición faunística muestra el patrón general hallado en otras regiones de la Amazonía.

Chang, F. 1996. Describe la pesquería en Madre de Dios, Perú. Donde indica que hay una baja actividad de pesca en relación con otros lugares de la Amazonia Peruana como Loreto y Ucayali e indica que 40 son las especies comercializadas en Madre de Dios, el "boquichico" y la "doncella" son las especies más comercializadas en Madre de Dios y calcula el potencial pesquero de la cuenca que sería de 12712.12 ton/año, sin embargo la productividad de los ecosistemas puede ser afectado por el incremento de la deforestación y la minería aurífera. Además el cultivo en áreas naturales del "paiche" (especie introducida en esta región) parece ocasionar la disminución de la población de otros peces nativos de la zona.

Ortega, H. & Vari, R. 1986. Menciona que 736 especies de peces nativos e introducidos que habitan las aguas continentales del Perú. El 85% de las especies habitan la región oriental (Cuenca Amazonas); un 5.3% en la cuenca del Lago Titicaca; el 2.8% en diferentes cuerpos de agua de los Andes y solamente el 5% de las especies viven en los ríos costeros. Las especies introducidas constituyen el 1.8% y son utilizadas principalmente en piscicultura.

1.2 BASES TEORICAS

1.2.1 NOCIONES BASICAS SOBRE LOS PECES

Los peces son animales de sangre fría (ectotermos = poiquilotermos), caracterizados por poseer vértebras, branquias y aletas. Dependen fundamentalmente del agua, que es el medio donde viven. Su origen se remonta al período devónico, hace 300 millones de años. Los peces son los vertebrados más numerosos estimando que hay cerca de 20.000 especies vivientes.

Los peces se clasifican en tres grandes grupos elementales:

- a) **Placodermos:** Son peces acorazados, especies arcaicas ya extinguidas.
- b) **Condroictios:** Peces cartilaginosos como es el caso de rayas, tiburones, etc. Se caracterizan por tener esqueleto cartilaginoso, piel recubierta por escamas placoideas (con una placa en la base y una espina saliente), poseer de cinco a siete pares de branquias separadas por laminillas branquiales (por eso también se los denomina elasmobranquios; elasma = laminilla), aleta caudal con un lóbulo mayor que el otro y la boca provista de varias series de dientes, muy duros y puntiagudos, que son reemplazados por los anteriores cuando estos se caen por el uso. (Mancini, M. 2002).
- c) **Osteictios:** Peces óseos (teleosteos), son los más numerosos y complejos, y donde ya se han clasificado más de 20.000 especies. La mayoría de ellos se encuentran actualmente poblando las aguas continentales y marítimas. (Mancini, M. 2002). Entre las características sobresalientes de los peces óseos se destacan las siguientes:
 - Son vertebrados acuáticos de esqueleto óseo.
 - Respiran por medio de branquias
 - Tienen la piel recubiertas por escamas.
 - Presentan sistema circulatorio simple.
 - Poseen aletas de diversas estructuras y formas.
 - Su reproducción es generalmente externa.
 - Son animales poiquilotermos.
 - Tienen vejiga gaseosa.

La anatomía de los peces se encuentra condicionada por dos grandes factores que inciden sobre su existencia, por una parte el medio acuático, y por otra la condición de animales poiquilothermos. Muchas de las funciones de los teleosteos son similares a las de otros vertebrados y no deben considerarse como primitivos precursores de dichos mamíferos, son avanzados desde el punto de vista de la evolución y casi infinitos en su diversidad (Mancini, M. 2002).

1.2.1.1 Características generales de los peces

Los peces están formados por tres partes: cabeza, tronco y la región caudal. La cabeza va desde la parte más anterior (hocico) hasta el opérculo (escudo óseo lateral que cubre las branquias). El tronco va desde el opérculo hasta la apertura anal. Es donde se encuentran las vísceras del pez y las extremidades, que son las aletas y que pueden ser pectorales, ventrales y dorsales. La región caudal va desde la apertura anal hasta el final del cuerpo. La piel de los peces está formada por escamas, que son cubiertas dérmicas de naturaleza calcárea. Las escamas nos ayudan a determinar la edad de los peces, mediante los anillos concéntricos que se forman en ellas. También nos pueden dar idea de si el pez ha estado enfermo. La alimentación es muy diversa la mayoría de ellos tienen mandíbulas, que se modifican más o menos en función del hábitat alimenticio y la mayoría de ellos son carnívoros y depredadores, pero también los hay herbívoros, plactofagos, omnívoros y algunos parásitos. (Mancini, M. 2002).

La mayoría de los peces se desplazan a lo largo de su ciclo biológico, produciéndose dos tipos de movimientos migratorios: Peces catádromos dulceacuícolas, que viven en los ríos y se van a reproducir a los mares y peces anádromos especies marinas que van a reproducirse al río. Existen gran variedad de estrategias reproductoras, pero casi siempre reproducción sexual, dioicos, y fecundación y desarrollo de huevos externos. Los peces dulce acuícolas suelen poner poca cantidad de huevos, de tamaño más pequeño y dedicándoles cuidados parentales, mientras que los marinos ponen gran cantidad, de tamaño muy pequeño y no les dedican cuidados. Los peces presentan cuatro mecanismos de adaptación al agua como flotación locomoción respiración y regulación osmótica. (Mancini, M. 2002).

1.2.1.2 Biología y Ecología de los peces Amazónicos

La fauna de peces de agua dulce de sud América, es una de las más diversas. Más de 3000 especies han sido descritas para la cuenca del Amazonas. Sin embargo, este número es aún una subestimación y podría superar las 5000 especies (Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1979 y Lauzanne, L. Loubens G. & Guennec, G. 1992). Los trabajos que se realizaron en los ríos de la cuenca amazónica han tratado mayormente sobre los aspectos biológicos y ecológicos ayudando a comprender la relación entre las estrategias de vida y las presiones selectivas del medioambiente sobre las especies ícticas.

1.2.1.2.1 Aspectos Reproductivos

Las especies a lo largo de su historia evolutiva han desarrollado estrategias reproductivas para optimizar la viabilidad de su descendencia. Para comprender la biología de una especie y sus ciclos de vida es importante conocer algunos parámetros de las poblaciones de la especie. En los peces, los parámetros a considerar son: la talla de madurez sexual (parámetro utilizado para el manejo de los stocks en piscicultura), el tiempo y duración del periodo reproductivo, aspectos que constituyen componentes críticos en las estrategias de vida en los peces (Villacorta, M. & Saint, P. 1999).

1.2.1.2.2 Aspectos Tróficos

Los factores principales que influyen sobre la supervivencia y crecimiento de los peces: (1) la calidad del agua a través de la disponibilidad de oxígeno, de la temperatura y la composición química; (2) la predación; (3) la disponibilidad alimentaria. Aspectos importantes que influyen sobre el éxito evolutivo de una especie a través de la capacidad del mantenimiento o expansión del rango de distribución de la población (Balon, E. K. 1975).

a) Hábitat

Las variaciones de las condiciones estacionales de las planicies inundadas en la Amazonia producen un incremento en la densidad, diversidad y riqueza de este medioambiente. El incremento del número de comunidades de peces es más evidente en época de inundación que en época de estiaje (Pouilly et al., 1999).

Puede haber una diferencia de más de 10 metros en el nivel de agua de los grandes ríos de la Amazonía, según la estación del año. Durante la estación seca, cuando los pequeños canales y los lagos son poco profundos, los peces están en el cauce principal del río y en la época de lluvias, los ríos se llenan, crecen los lagos y la selva baja queda inundada. Muchos peces, se desplazan a las zonas inundadas donde se alimentan de los frutos y semillas que caen de los árboles al agua. A consecuencia de estos fenómenos, los peces llevan un tipo de vida cíclico pasando del cauce principal durante la época seca (caracterizados por una gran concentración de biomasa y una intensa predación) al bosque o la pampa inundada en la época de lluvias que transforma los ríos en lagos, diluyendo así la ictiofauna (Yañez, M. 1999.).

b) Calidad de agua

De acuerdo a su origen y composición, las aguas de los ríos más grandes han sido catalogadas como "blancas", "claras" y "negras", destacando las diferencias que existen entre los ríos y los ambientes de sus fuentes. (Junk, W. 1984).

Las *aguas blancas*, consideradas como las más ricas en sales y nutrientes, tienen su origen en las vertientes andinas. Su color es ligeramente pardo, son turbias y con pH neutro. Los sedimentos que causan la turbiedad impiden una producción primaria en los ríos y se depositan a lo largo de los cauces principales, las áreas inundables y las lagunas. Al decantarse los sedimentos aportan nutrientes que son importantes para la productividad natural.

Las aguas claras, se consideran escasa o moderadamente productivas. Son aguas puras que provienen de zonas rocosas arcaicas y de zonas de suelos tropicales rojos o amarillos que no tienen grandes zonas pantanosas. Su color es más o menos transparente con tonalidades amarillas o verdes, y con un pH ligeramente ácido. Desempeñan un importante papel en la producción pesquera de los ríos que forman bahías. En los lugares en que la corriente disminuye, se forma una especie de lago fluvial, que sustenta poblaciones de peces.

Las aguas negras son de baja productividad biológica. Estas aguas carecen de iones inorgánicos, casi no tienen nutrientes y son fuertemente ácidas. Tienen su

origen en los terrenos amazónicos más bajos y tierras pantanosas en las que en general predominan los suelos podzólicos, y están cargadas de materia orgánica en suspensión coloidal que les da un color oscuro. (Junk, W. 1984).

c) Alimentación

La cantidad de nutrientes en las planicies de inundación está determinada por los ciclos hidrobiológicos de la cuenca Amazónica durante las aguas altas, las regiones terrestres son convertidas en hábitats acuáticos que ofrecen un espacio más amplio para los peces. Estos nuevos hábitats acuáticos llamados lagunas o várzeas constituyen una entrada de los nutrientes alóctonos como las frutas, los artrópodos terrestres y la materia orgánica del suelo originando una fuente suplementaria de recursos durante toda la fase de inundación. La disponibilidad de alimento en un ecosistema inestable es altamente variable debido a la variación de las estaciones (hidrológicas) entre años. La mayoría de las especies acumulan reservas durante los periodos de aguas altas y en algunos casos realizan migraciones de pequeñas o grandes escalas entre el cauce principal y las planicies de inundación, para encontrar una mayor disponibilidad de alimento y de mejores condiciones de hábitat (menor competencia y mayor espacio para las crías) (Junk, W. J. & Piedade, M. 1997).

1.2.1.2.3 Edad y crecimiento

La edad es un dato que se utiliza para el estudio de la demografía y la dinámica de las poblaciones naturales. También es utilizada en la cronología de las etapas de vida de los individuos y de las poblaciones. Es así que el conocimiento de la edad de una población es necesaria para el análisis de las variaciones temporales en estructura y en abundancia. Para los peces, el crecimiento es uno de los aspectos más estudiados en la dinámica de las poblaciones y la composición de las edades de captura. (Campana, S. E. 2001).

1.2.1.3 Composición y riqueza de la ictiofauna continental del Perú.

La ictiología continental es la ciencia que se encarga del estudio de los peces de agua dulce, la ictiofauna continental peruana es una de las más ricas del planeta, y en la actualidad se encuentra entre los 10 países con mayor diversidad del

mundo. En cuanto a la composición taxonómica actualizada, hasta el año 2012 se tiene 1064 especies y estimaciones quizás conservadoras elevan a 1300 el número real de especies presentes (Ortega, H. & et al. 2012.). Donde son dominantes los Characiformes (peces escamados) y los Siluriformes (bagres, peces de cuero); cada uno con el 37%, y unido a los Gymnotiformes (peces eléctricos), reúnen el 82% del total, que en conjunto conforman la notable riqueza del Super Orden Ostariophysi. Seguidamente con una moderada riqueza se registran 91 especies (8.7%) de Perciformes, anotándose el incremento en el género *Apistogramma* y 57 especies (5.4%) para el orden Cyprinodontiformes. Finalmente, otros órdenes que son formas de origen marino, como Clupeiformes (11 especies), Myliobatiformes (12), Pleuronectiformes (5), Beloniformes (5), y ocho órdenes más (12 especies en total) conforman juntos un 4% de la ictiofauna continental peruana.

1.2.1.4 Distribución de la ictiofauna continental del Perú

La ictiofauna en el Perú se distribuye de manera totalmente diferenciada en tres sistemas de drenaje principales: 1) ríos costeros que drenan al Océano Pacífico. 2), la cuenca endorreica del Lago Titicaca y 3) el sistema amazónico peruano, con sub cuencas importantes: Ucayali, Marañón, Madre de Dios y entre otros. A lo largo de la costa peruana se han reportado aproximadamente 4% de especies que habitan los ríos que drenan al Pacífico, principalmente del departamento de Tumbes. En los altos Andes han sido registradas 80 especies sobre los 1000 msnm. Más de 50 de estas especies de aguas frías son endémicas y pertenecen mayormente a los géneros *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus*. En la Amazonia Peruana más de 800 especies han sido registradas. El grupo mejor representado es Ostariophysi, que incluye los órdenes Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes y por otro lado, los Perciformes. Sin embargo, a pesar de mostrar una saludable diversidad íctica, existen numerosos problemas ecológicos que amenazan los diferentes ambientes acuáticos en el país. Por ejemplo, la deforestación, la minería de oro descontrolada, actividades extractivas de petróleo y la aplicación de inadecuados métodos de agricultura (en áreas bajas del llano amazónico) son los principales problemas que enfrentan y afectan a la calidad acuática y a los peces. Adicionalmente, al menos 19 especies exóticas han sido introducidas con varios fines y pueden significar

amenazas fuertes para los hábitats y las formas nativas de peces. (Ortega, H. et al 2012.)

1.2.1.5 Descripción de las especies de peces más importantes

- Especies como el *Hoplias malabaricus* “Huasaco” son predadores y se ubican en la cima de la cadena trófica. Habitan en aguas abiertas pero están asociados a cursos de agua somera en las planicies inundables y en las quebradas del interior del bosque. De hábitos nocturnos, suelen ocultarse en el cieno y la vegetación durante el día. De alguna manera, los huasacos constituyen reminiscencias de los “peces caminantes”. Aunque en realidad, los “huasacos”, más que caminar con la ayuda de sus aletas pectorales, atraviesan galerías acuáticas, de pocos centímetros de profundidad, formadas principalmente bajo la hojarasca en las terrazas altas. Para dispersarse, los “huasacos” se desplazan a través de la capa de hojas, siempre y cuando cuenten con suficiente humedad como para evitar los efectos de la desecación. Estos peces se desplazan del interior del bosque a pozas o estanques, formadas luego de las lluvias e inundaciones (Matute, j. et al. 2009).
- *Prochilodus nigricans* comúnmente llamados “Bocachicos” se encuentran entre los peces para consumo humano más importantes de América del Sur. Carecen de dientes y se alimentan de detritus que obtienen al remover la vegetación sumergida. Los “bocachicos” son famosos por realizar masivas migraciones estacionales aguas arriba. Estas suelen empezar en la época de estiaje y continúan hasta que los dos primeros meses de la estación creciente. No se conoce sus sitios de desove, pero se sospecha que se encuentran en las cercanías de las estribaciones andinas. Se les encuentran en los lagos de la llanura inundable y en los canales de los ríos (Matute, j. et al. 2009).
- *Salminus affinis* “Sábalo” es uno de los peces para consumo humano más apreciados. Se caracteriza por alimentarse de frutos y semillas, aunque adquiere hábitos omnívoros durante la época de estiaje. Alcanza un máximo de 55 centímetros de longitud y forma grandes cardúmenes a

principios de la estación de creciente, época en que migran desde las quebradas hacia los ríos principales a desovar (Matute, j. et al. 2009).

- Los grandes bagres de la familia Pimelodidae como el *Brachyplatystoma rousseauxii* “Dorado”, *Calophysus macropterus* “Mota”, y *Zungaro zungaro* “Zungaro” tienen largos apéndices o barbas, conocidos como “bigotes”. Algunas especies han desarrollado también largos filamentos en las aletas caudales o dorsales, los mismos que actúan como bigotes adicionales. Estos filamentos son en realidad sensores táctiles y olfatorios que les permiten seguir a sus presas en el oscuro fondo de los ríos. La mayoría de las especies poseen hábitos nocturnos, pero existen excepciones importantes cuando las presas son abundantes durante el día. Estos bagres grandes (“Dorado”, “Mota” y “Zungaro”) pueden llegar a superar el metro de longitud. La mayor parte de las especies de gran tamaño se alimentan de otros peces. Todas tienen bocas grandes que les permiten capturar y tragar presas de mediano tamaño que constituyen su alimento. Realizan extensas migraciones, quizás hasta las primeras estribaciones andinas. El desove, se efectúa entre diciembre y abril (Matute, j. et al. 2009).
- Algunas especies de “Bagres” *Pimelodus sp.* son especies omnívoras y también consumen frutas carnosas durante el periodo de creciente. Todos los bagres de tamaño mediano se encuentran en los canales de los ríos en época de estiaje y, probablemente, al principio de la estación de creciente, cuando se dispersan (Matute, j. et al. 2009).
- La “Carachama” pez de la familia Loricariidae detritívoro y residente. Sus bocas funcionan como un órgano de succión, tanto para alimentarse como para adherirse fuertemente a los trozos de madera sumergida u otros sustratos del fondo, incluso en cauces de aguas rápidas. Las carachamas poseen una variada dentición que, dependiendo de la especie, es empleada para raspar algas y otros alimentos de los diferentes sustratos del fondo. Esta gran variedad de tipos de dientes ha evolucionado probablemente como consecuencia de la necesidad de extraer material alimenticio de la madera, las piedras, el detritus y otros tipos de sustrato (Matute, j. et al. 2009).

- La “Sardina”, pez de la familia Characidae presenta hábitos omnívoros por excelencia y de poca migración. En general se puede decir que la mayoría de los caracidos está adaptada para alimentarse de invertebrados terrestres y acuáticos. La mayor parte de los caracidos pequeños viven en cardúmenes, al menos durante el periodo de estiaje, cuando los cuerpos de agua se reducen y se hacen más vulnerables a sus depredadores (Matute, j. et al. 2009).
- *Plagioscion squamosissimus* “corvina” puede llegar a medir 60 centímetros y es muy apreciada por los habitantes locales. Se les puede encontrar en los canales de los ríos y los lagos del bosque inundable. Se alimentan de peces y crustáceos (Matute, j. et al. 2009).
- *Leporinus trifasciatus* “lisa” En toda la cuenca amazónica. Pez de tamaño mediano, con cuerpo comprimido y robusto. Su cabeza es grande, presentando los dientes dispuestos en forma escalonada, formando una serie única. Es de color gris oscuro, con tres bandas transversales oscuras a los lados del cuerpo. Los adultos presentan una mancha negra en la base del caudal. En los ejemplares juveniles estas bandas van acompañadas de otras delgadas y estrechas. La parte inferior de la cabeza es rojiza. Se alimenta básicamente de frutos y semillas. Tiene muy buena aceptación como pez de consumo por su excelente carne. Alcanza una longitud de 30 centímetros (Matute, j. et al. 2009).
- *Rhaphiodon vulpinus* “Chambira” Pez que presenta una mandíbula prominente y estrecha. Su maxilar inferior tienen un par de caninos que encajan en el palato, pudiendo aparecer en la superficie externa del maxilar inferior cuando la boca se encuentra cerrada. Sus escamas son diminutas. Es de color plateado, con el dorso más oscuro. Se alimenta básicamente de peces. Es utilizado como pez de consumo y también como ornamental en la etapa juvenil. Alcanza una longitud de 70 centímetros (Matute, j. et al. 2009).
- *Serrasalmus natterii* “Paña roja” En la cuenca del Amazonas y Orinoco. Cuerpo alto, comprimido, casi discoidal. El hocico es corto y obtuso. Su mandíbula i maxila, robustos y afilados. El color es gris azulado, con reflejos plateados sobre el dorso, más claro en los flancos y con pequeñas

manchas negras. El vientre es más o menos rojizo. Su aleta anal es de color rojo, pero de un color más intenso que las pectorales y ventrales. Es un pez gregario y agresivo, se alimenta de peces exclusivamente vivos y de carnada que encuentra a su paso. Se encuentra ampliamente distribuido en caños, lagunas y ríos en capas subsuperficiales de la columna de agua. Puede alcanzar los 30 centímetros y 500 gramos de peso (Matute, j. et al. 2009).

- *Eigenmannia virescens* “*macana*” Distribuido en América del Sur, desde Argentina hasta Venezuela. Pez alargado que carece de aleta caudal. Es de color marrón claro, con dos líneas de color verde o violeta iridiscente a los costados. El color de su cabeza varía del marrón oscuro al amarillento rosáceo o violáceo. Se alimenta de pequeños peces, crustáceos, lombrices, insectos y larvas de mosquito. Es de hábitos nocturnos, difícilmente se le aprecia durante el día. Alcanza una longitud de 45 centímetros (Matute, j. et al. 2009).
- *Cetopsis coecutiens* “*canero azul*” Especie distribuida por América del Sur, en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Tiene un cuerpo robusto y de forma cilíndrica. Presenta un par de barbas maxilares y dos pares mentales. Sus ojos son muy pequeños. Presenta la aleta caudal ahorquillada y las aletas dorsales y pectorales con el primer radio prolongado en filamento. La parte dorsal del cuerpo es de color plumizo oscuro, aclarándose ventralmente. No tiene importancia como pez de consumo. Se comercializa como pez ornamental en etapa juvenil. Alcanza una longitud de 20 centímetros (Matute, j. et al. 2009).
- *Potamotrygon motoro*. “*raya*” especie ampliamente distribuida en toda América del Sur. Es muy común en ríos de agua negra. Es de color marrón oscuro, con numerosos ocelos grandes de color amarillo anaranjado. Habita en el fondo arenoso de los ríos, donde se alimenta de pequeños peces y crustáceos. Las hembras alcanzan un diámetro discal de 30 a 35 centímetros, siendo su longitud total de 60 centímetros. El número de crías por camada varía de 3 a 21, resultando bastante común un parto de 15 crías. Los ejemplares jóvenes son comercializados como peces ornamentales, ocasionalmente se comercializa a los ejemplares adultos como peces de consumo.

1.2.2 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA

Según (Chapman, D. 1996) la calidad del ambiente acuático es definida como la composición y bienestar de la biota en un cuerpo de agua. Al mismo tiempo, ésta engloba las concentraciones, expectativas y divisiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas. Al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias (Tercedor, A. 1996).

1.2.2.1 Evaluación Biológica de la calidad de las Aguas

Los organismos vivos que habitan en los curso de agua presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales, y presentan unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos "intolerantes" que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como "intolerantes", mientras que otros, que son "tolerantes" no se ven afectados. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase al umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con lo cual dejan espacio libre que puede ser colonizado por organismos tolerantes. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación. (Tercedor, A. 1996)

1.2.3 BIOINDICADORES

El concepto de bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: especie que posee requerimientos particulares con relación a uno o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indique que las variables físicas o químicas consideradas, se

encuentran cerca de sus límites de tolerancia (Rosenberg, D. & Resh, V. 1993). El uso de bioindicadores como herramienta para conocer la calidad del agua simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua (Vázquez et al, 2006).

1.2.3.1 Macroinvertebrados como Bioindicadores

Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo variado de organismos que no tienen espina dorsal y que son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio, además de ser una fuente de energía para los animales más grandes. Estos son utilizados para el biomonitoreo por su sensibilidad a cambios externos que afectan la composición de sus poblaciones. Roldán, G. 2003.

Los macroinvertebrados son sensibles a distintas condiciones físicas y químicas, por lo que un cambio en la calidad del agua, podría cambiar también la estructura y composición de las comunidades acuáticas. Por ende, la riqueza de la composición de la comunidad de macroinvertebrados puede ser utilizada para proveer un estimado de la salud de un cuerpo de agua. Chapman, D. 1996. Asegura que los organismos indicadores de la calidad del agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado. Sin embargo, la información biológica generada, a partir de los también llamados bioindicadores, no reemplaza los análisis fisicoquímicos, pero si reduce costos, por lo que estos estudios son importantes en el monitoreo de la calidad del agua.

1.2.3.2 Ventajas del uso de Macroinvertebrados acuáticos como Bioindicadores.

Según (Roldán, G. 2003) las razones por las cuales se consideran los macroinvertebrados como los mejores indicadores de calidad de agua son las siguientes:

- Son abundantes, de amplia distribución y relativamente fáciles de recolectar
- Son sedentarios en su mayoría, por tanto, reflejan las condiciones locales
- Una taxonomía en general conocida a nivel de familia y género.
- Presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo
- Proporcionan información para integrar efectos acumulativos
- Poseen ciclos de vida largos
- Son apreciables a simple vista
- Se pueden cultivar en el laboratorio
- Responden rápidamente a los tenses ambientales
- Varían poco genéticamente

1.2.3.3 Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados

1. Ephemeroptera.

Son conocidos como "moscas de mayo" o mayflies (Triplehorn, Ch. & Johnson, F. 2005), sus ninfas se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos. Los Ephemeroptera, como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes o filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc) consumen una gran cantidad de adultos durante los períodos de emergencia, vuelo nupcial y oviposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas (Domínguez et al., 2001).

2. Trichoptera.

La importancia de este grupo radica en el hecho de que las larvas son una importante parte del alimento de muchos peces y otros animales acuáticos (Triplehorn, Ch. & Johnson, F. 2005). Sus poblaciones son empleadas para medir el incremento de niveles de contaminación de corrientes de agua. Los tricópteros son insectos holometábolos, que viven en todo tipo de hábitat lóticos y lénticos, pero donde alcanzan la mayor diversidad es en los sistemas lóticos fríos. Una de las características más llamativas de los tricópteros es la capacidad para construir "casas" o "refugios" de formas variadas, a partir de residuos vegetales y gránulos de arena o pequeñas piedrecillas. Estos refugios pueden ser fijos o portátiles y en ambos casos les sirven de protección y búsqueda de alimento. La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal acumulado. Algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas (Domínguez et al., 2001).

3. Plecoptera.

Los plecópteros son un grupo pequeño y poco diversificado en el trópico. Las ninfas de lo plecópteros viven en aguas rápidas, limpias y bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Los plecópteros son prácticamente cosmopolitas. Dependiendo de las especies, los adultos pueden ser diurnos, crepusculares o nocturnos, algunos frecuentan estructuras elevadas y vegetación y muchos permanecen en la tierra o en las piedras cerca del agua. Aunque algunas especies restringen sus actividades a la proximidad de los cuerpos de agua, otras pueden volar lejos retornando luego para depositar sus huevos. La longevidad varía entre las especies, desde pocos días hasta cinco semanas. La emergencia de los adultos tiene lugar casi todo el año y difiere entre las especies, dependiendo de la temperatura del agua, altitud y latitud. Los machos preceden a las hembras en la emergencia, la cópula tiene lugar en la vegetación o en las piedras cerca del agua. Los machos atraen o se comunican con las hembras golpeando el abdomen contra una superficie dura, denominándose a este proceso tamborileo o "drumming". Este tamborileo puede inducir un comportamiento similar en las hembras para conducir a la cópula, las

hembras que no responden a esto, rehúsan copular. En algunas especies no se ha observado cortejo previo y se cree que los colores vivos de su cuerpo sirven de atracción para el otro sexo (Domínguez et al., 2001).

Los plecópteros tienen un importante papel en los ecosistemas lóticos, ya que desempeñan un papel vital en la estructura y la producción secundaria de la comunidad de macro-invertebrados bentónicos. Varios autores han estudiado la diversidad y la distribución del orden en Sudamérica durante la última década y se ha incrementado el interés por su utilización en el campo de la bioindicación, debido a su sensibilidad a cambios de hábitat, calidad del agua, intervención antrópica susceptibilidad al enriquecimiento de carga orgánica residual y déficit de oxígeno (Ballesteros, N. & Zúñiga, M. 2005).

4. Coleóptera

Los coleópteros acuáticos son importantes en las cadenas tróficas; muchas especies son fuente de alimento para peces y anfibios, mientras que otras son importantes como predadores, y otras especies se alimentan de algas o de detrito orgánico. La importancia de otras especies radica en su utilidad como bioindicadores de calidad de aguas; si bien grupos como los efemerópteros, tricópteros y plecópteros suelen ser más utilizados, los coleópteros están ganando reconocimiento para evaluar ambientes acuáticos (Archangelsky, M. 2001).

La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóticos y lenticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les encuentra en zonas ribereñas tanto de ecosistemas lóticos como lenticos. Es difícil hacer generalizaciones respecto de la biología de los coleópteros acuáticos ya que la colonización de los ambientes acuáticos se ha producido, independientemente, varias veces, y de diferentes maneras. Se encuentran familias que son completamente acuáticas, mientras que otras lo son solo en el estado larval, o en el adulto. Otras familias son más bien riparias y ocasionalmente pueden encontrarse en el agua. Por otro lado, las adaptaciones respiratorias también son muy variadas, hay coleópteros que obtienen el oxígeno de la atmósfera, mientras que otros lo hacen

directamente del agua, algunas especies incluso pueden obtener el oxígeno directamente de tejidos vegetales. Los tipos de alimentación también son muy variados, por ejemplo en muchas familias tanto los adultos como las larvas son predadores (Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae), en otras familias los adultos se alimentan de material vegetal o detritus mientras que las larvas son predadoras (Hydrophiloidea), en otros casos tanto larvas como adultos se alimentan de algas o detritus. Los métodos de locomoción que utilizan son diversos, las familias de adéfagos y muchos hidrofílicos son buenos nadadores, otros grupos no nadan, y caminan sobre el sustrato, larvas como las de los Psephenidae y Torridincolidae suelen encontrarse adheridas al sustrato y se mueven muy poco (Archangelsky, M. 2001).

5. Odonata.

En este orden se incluyen los insectos denominados como libélulas o caballitos del diablo. Son hemimetábolos. Presentan larvas acuáticas, llamadas "nayades", en esta fase pueden durar desde dos meses a tres años hasta completar su desarrollo hasta adulto, de acuerdo con la especie y condiciones físicas del ecosistema. En el estado adulto viven desde pocos días hasta tres meses. Los odonatos constituyen un grupo en estudio por los taxónomos y muchas especies aún no se han descrito. Las hembras ovipositan sobre la vegetación flotante o emergente. Los huevos eclosionan entre 5 a 40 días, después de la postura. La mayoría de especies neotropicales completan su desarrollo larval entre 100 a 200 días. Las larvas poseen una visión aguda y son depredadoras en su gran mayoría. Intercambian gases a través de la piel y agallas anales. Estos insectos viven en pozos, pantanos, márgenes de los lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Se les encuentra en aguas limpias o ligeramente eutroficadas (Roldán, G. 1996).

6. Hemiptera

Los insectos de este orden, se les conoce como "chinche de agua". Los hemípteros son hemimetábolos, su metamorfosis es simple y gradual, pasando por las fases de huevo, ninfa y adulto. Las hembras ovipositan sobre el sustrato,

el suelo, plantas y en casos especiales, sobre el dorso de los machos, como es el caso de *Belostoma* sp. Los hemípteros constituyen el grupo más importante de insectos acuáticos y sus especies se incluyen en las familias Notonectidae, Pleidae, Nepidae, Naucoridae, Belastomatidae y Corixidae estos insectos, viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten condiciones de salinidad y temperaturas de las aguas termales (Roldán, G. 1996).

7. Diptera

Los dípteros constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo. Los dípteros son insectos holometábolos y su ciclo de vida es muy variable, dependiendo de las especies; puede ser de semanas en unos y hasta de cerca de un año en otros. Las hembras ovipositan bajo la superficie del agua, adheridas a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las especies tienen de tres a cuatro instares larvales. Se sabe que en Simulidae, duran en este estado ocho días y en la Tipulidae, hasta un año. Las larvas no poseen patas torácicas. El cuerpo es blando, formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales. Están cubiertos de cerdas, espinas apicales o corona de ganchos en prolongaciones que ayudan a la locomoción y adhesión al sustrato. La coloración es amarillenta, blanca o negra. Se les encuentra en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas (Roldán, G. 1996). Unos, como los simúlidos, viven en aguas muy limpias y oxigenadas. En cambio los quironómidos, por ejemplo, viven en aguas muy contaminadas (Abril et al., 2004).

8. Megaloptera

El orden Megaloptera es uno de los miembros más primitivos del grupo de insectos holometábolos. Considerado el grupo hermano de Raphidioptera, sus alas prácticamente duplican los patrones de las especies fósiles. Se caracterizan por su gran tamaño y por presentar uno de sus estadios inmaduros acuático (larva), tanto en ambientes loticos como lenticos de áreas tropicales y templadas,

mientras que los restantes (huevos, pupas y adultos) son terrestres. Los adultos se encuentran generalmente en las proximidades de los cuerpos de agua, emergen preferentemente en la época cálida (primavera-verano), viven brevemente (entre 8 días y una semana) y prácticamente no se alimentan durante el día se encuentran sobre piedras, ramas o troncos con sus alas plegadas sobre el abdomen, la mayoría de las especies incrementan su actividad a partir del crepúsculo, pero son malos voladores. El comportamiento de cortejo y cópula se conoce mejor en Sialidae que en Corydalidae. Varios estudios indican que la cópula ocurre sobre la vegetación cerca del agua. Ambos sexos se comunicarían por señales vibratorias verticales del abdomen que les permite el reconocimiento mutuo a las especies. Los machos maduros atraen a las hembras secretando una sustancia con fuerte olor de un par de glándulas eversibles ubicadas entre el octavo y el noveno segmento abdominal (Romero, 2001).

9. Decapoda

Son crustáceos decápodos (con diez patas). Los camarones están ampliamente distribuidos; viven en aguas dulces y salobres, así como en regiones templadas y tropicales. En el continente americano abunda una especie de antenas delgadas que se localiza desde la península de Florida hasta Brasil, se destacan también la especie propia de Centroamérica y la de Perú. Los camarones de agua dulce, nativos de los trópicos, pueden llegar a medir más de 60 centímetros. Tanto en Costa Rica como en Panamá se han registrado dos familias Palaemonidae (camarón con tenazas en el primer par de patas) y Atyidae (camarones sin tenazas), llamados popeyes o burritas. (Roldán, G. 1996).

1.2.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los métodos fisicoquímicos ayudan a conocer con precisión el tipo de contaminante vertido en detalle y las principales desventajas de determinar la calidad de agua mediante el uso de métodos fisicoquímicos radica en parte en el costo elevado, al mismo tiempo que la información proporcionada por estos análisis es puntual y transitoria. Los parámetros a los cuales son más sensibles

los organismos son a menudo el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y la temperatura. (Roldán, G. 1996).

1.2.4.1 pH

El pH no mide el valor de la acidez o alcalinidad sino que la determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o su alcalinidad. Un pH menor de 7 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un pH mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH muy ácido o muy alcalino puede indicar contaminación industrial (Prieto J. 2004).

1.2.4.2 Conductividad eléctrica

Es la capacidad de una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones -su concentración total, movilidad y valencia- y la temperatura de las medidas. Las soluciones de los compuestos orgánicos por lo general son buenos conductores y las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas poco o nada contribuyen con flujo de corriente (Chapman, D. 1996).

1.2.4.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno en el agua el cual es esencial para los riachuelos y lagos saludables; puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. Este indicador depende de la temperatura, puesto que el agua más fría puede guardar más oxígeno en ella, que el agua más caliente. Los niveles típicamente pueden variar de 0-18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5-6ppm para soportar una diversidad de vida acuática. Por otro lado, numerosos estudios científicos sugieren que 4-5ppm de oxígeno disuelto es la

mínima cantidad que soportará una gran y diversa población acuática. (Stevens Institute of Technology, 2006).

1.2.4.4 Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ (Stevens Institute of Technology, 2006).

1.2.4.5 Sólidos Disueltos Totales (TDS)

Es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. La cantidad de sólidos disueltos totales (TDS) es uno de los principales indicadores de la calidad del agua y se puede expresar en mg/l, g/m³ o ppm (mg/l). Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras. No se dispone de datos fiables sobre posibles efectos para la salud asociados a la ingestión de SDT presentes en el agua de consumo y no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, la presencia de concentraciones altas de SDT en el agua de consumo puede resultar desagradable para los consumidores (OMS, 2003).

1.2.4.6 Salinidad

La salinidad es una medida de la concentración total de todos los iones disueltos en el agua y se expresa en mg/l o ppm. A una misma temperatura, cuando aumenta la salinidad disminuye la concentración de oxígeno disuelto. Hay especies que son capaces de soportar variaciones en la salinidad, llamados eurihalinos, y otros que son relativamente intolerantes a los cambios de salinidad, llamados estenohalinos. (Stevens Institute of Technology, 2006).

1.2.4.7 Mercurio (Hg), es un elemento metálico que permanece en estado líquido a temperatura ambiente. El mercurio es altamente tóxico a niveles relativamente bajos y se acumula en los tejidos de los animales y humanos. Puede combinarse con otros elementos para formar compuestos orgánicos e inorgánicos. En los cuerpos de agua, el mercurio puede ser transformado por procesos naturales en una forma orgánica más tóxica llamada metilmercurio. El metilmercurio es absorbido por los microorganismos que, a su vez, sirven de alimento a otros organismos en la cadena trófica, y así se va acumulando y concentrando en los peces (y en los animales que comen pescado). El nivel de metilmercurio en el pescado depende de lo que comen, cuánto tiempo viven y cómo se encuentran ubicados en la cadena trófica. La ruta más común de exposición a mercurio para los seres humanos es el consumo de pescado contaminado con metilmercurio. El mercurio es considerado muy tóxico porque interfiere con el normal desarrollo del cerebro, entre otros efectos deletéreos. La exposición a bajas dosis en las “ventanas de vulnerabilidad” del desarrollo puede tener consecuencias de por vida que afecten la calidad de vida y la salud de los niños y adultos (Brack, A. et al. 2011).

1.3 MARCO LEGAL

Decreto Supremo N° 002 -2008 –MINAM.

Aprueban los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni

para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Decreto Ley N° 25977 – Ley General de Pesca.

El ordenamiento pesquero es el conjunto de normas y acciones que permiten administrar una pesquería, sobre la base del conocimiento actualizado de sus componentes biológicos - pesqueros, económicos y sociales. El Ministerio de Pesquería (Hoy Ministerio de la Producción), según el tipo de pesquería y la situación de los recursos que se explotan, establecerá el sistema de ordenamiento que concilie el principio de sostenibilidad de los recursos pesqueros o conservación en el largo plazo, con la obtención de los mayores beneficios económicos y sociales (Título II – del Ordenamiento Pesquero).

Ley N° 27460 Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura (LPDA).

El Catastro Acuícola Nacional tiene su base legal en el Art. 13° de la Ley N° 27460 Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura (LPDA) el cual precisa que el Ministerio de la Producción confeccionará el Catastro Acuícola Nacional, asimismo y de acuerdo al Art. 18° del Reglamento de la LPDA aprobado por D.S. N° 030-2001-PE, el Ministerio de la Producción con la participación de instituciones públicas y privadas, viene elaborando el Catastro Acuícola Nacional en base a las áreas que han sido habilitadas, el cual se publicará vía Internet, a fin de dar a conocer la información relacionada con la ubicación geográfica y disponibilidad de áreas seleccionadas apropiadas para el desarrollo de la actividad de acuicultura y vías de acceso; así como la información necesaria que permita promover la inversión privada.

Decreto supremo No 001-2010- PRODUCE.

Dentro de los lineamientos de la estrategia del Plan Nacional de Desarrollo Acuícola (2010-2021), en el objetivo N° 02 – incrementar la inversión privada en la acuicultura establece contar con un sistema de información geográfica referida a la acuicultura actualizado, descentralizado e interconectado, para ello es

necesario llevar a cabo una evaluación de los cuerpos de agua más importante a nivel nacional. Asimismo, efectuar la intervención del Catastro Acuícola Nacional con las Regiones.

Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial

CAPITULO II: AREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN POLÍTICA

Región: Madre de Dios

Provincia: Tambopata

Distrito: Las Piedras

La Región Madre de Dios se encuentra situada en la zona suroriental del país, por el Norte limita con la Región Ucayali y con Brasil, por el Este con Bolivia, por el Sur con la Región Puno, por el Oeste con la Región Cuzco. La Región Madre de Dios tiene una superficie aproximada de 85 300.54 km², que representa el 6.64% del territorio nacional y el 11% de la Región Selva.

El presente trabajo se llevó a cabo en dos Quebradas que son tributarios permanentes del río bajo Madre de Dios, Quebrada Gamintana y Quebrada Valencia.

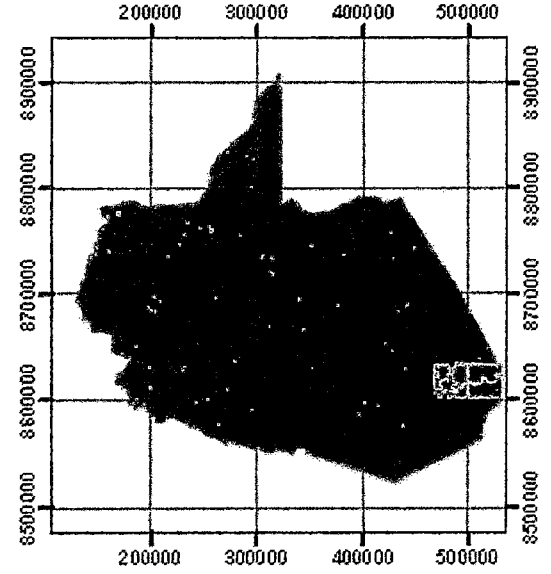
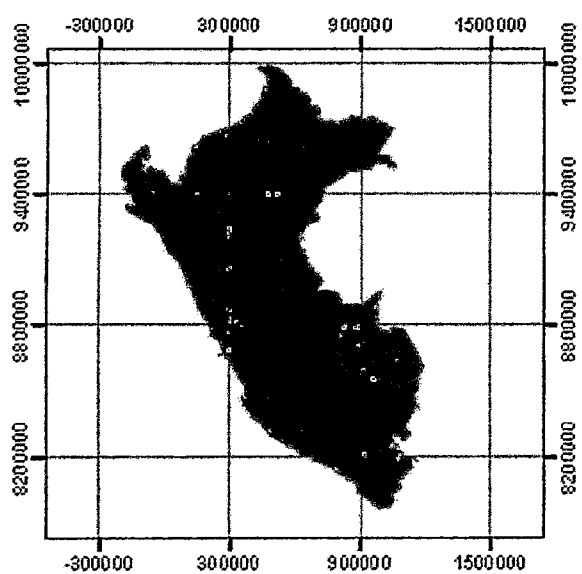
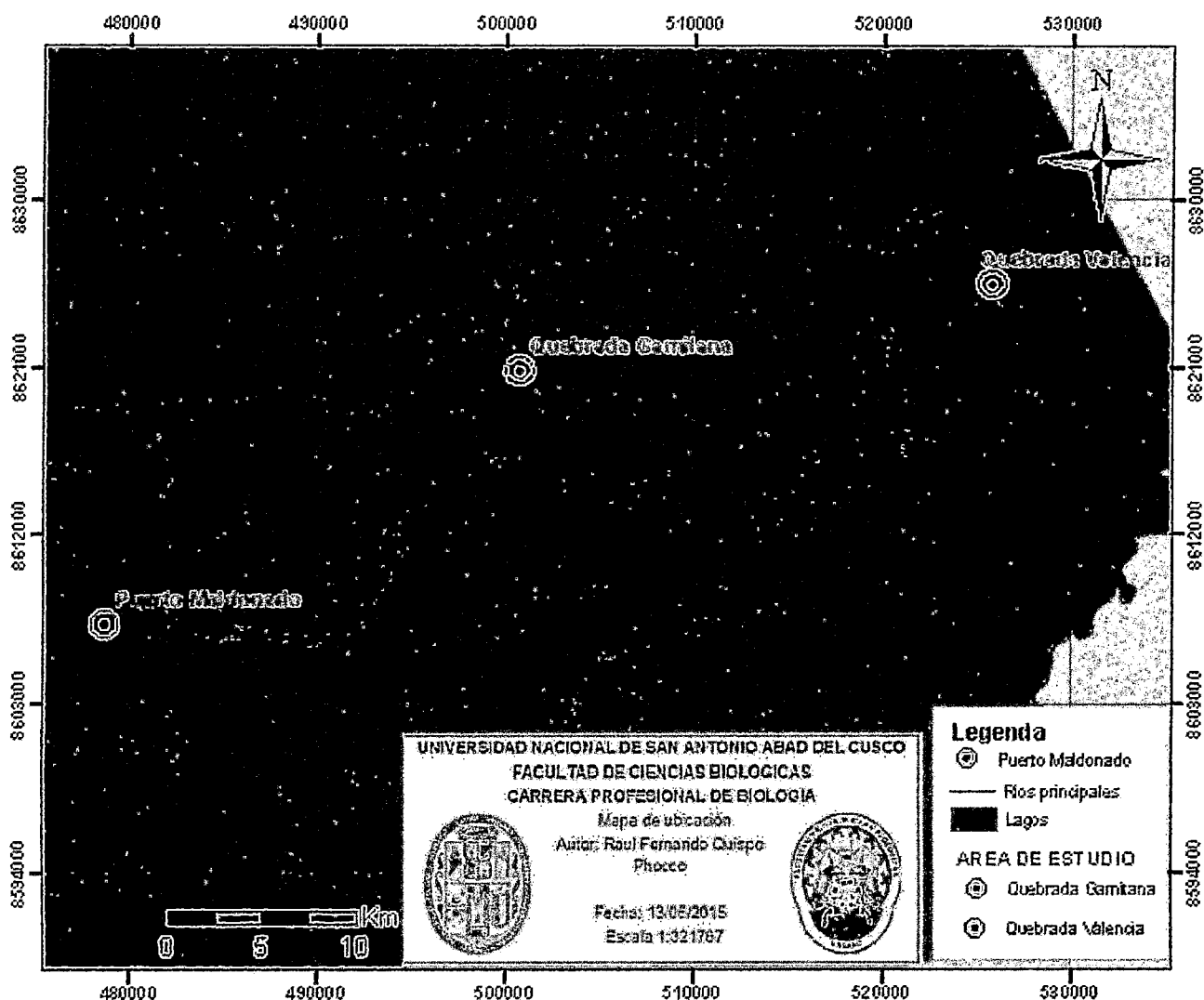
Tabla: N° 1: Coordenadas (GPS) de las áreas de estudio.

Área de estudio	Zona	Coordenadas		Altitud (m)
		Este	Norte	
Quebrada Gamitana	19L	502380	8618423	181
Quebrada Valencia	19L	525542	8625993	155

2.2 ACCESIBILIDAD

El acceso a los dos ambientes estudiados es solo por vía fluvial por el río Madre de Dios, viaje de 4 horas en embarcación con motor de fuera de borda, desde Puerto Maldonado hasta la Quebrada Valencia Ubicado a 60 km aproximadamente río abajo de la ciudad de Puerto Maldonado y la Quebrada Gamitana ubicado a 20 km aproximadamente río abajo de la ciudad de Puerto Maldonado.

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



2.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.3.1 Zona de vida.

Según el sistema de clasificación desarrollado por Leslie R. Holdridge. Este sistema, se prevé qué formaciones vegetales y ecológicas pueden estar presentes en una zona a partir de promedios de biotemperatura y precipitación anuales, según los pisos y zonas latitudinales. De acuerdo a este criterio nuestra área de estudio corresponde la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical (bh-S).

Esta zona de vida se distribuye altitudinalmente entre los 150 msnm a 250 msnm en el sector de selva baja. Según el Diagrama Climático de Holdridge esta zona presenta una biotemperatura promedio anual que varía de 24,5 °C a 25,5 °C y el promedio de precipitación total anual, entre 1800 mm a 2000 mm. Esta zona de vida, según el Diagrama Climático de Holdridge, tiene un promedio de evapotranspiración potencial anual variable entre la mitad e igual al promedio de precipitación total anual, lo que ubica a estas zonas de vida en la provincia de humedad húmedo. (Figuroa, J. Stucchi, M. 2010)

2.3.2 Clima

El clima está caracterizado por dos estaciones claramente marcadas, la estación de lluvias de noviembre a abril y la estación de estiaje de mayo a octubre. La temperatura presenta como mínimas los 17- 22°C y como máximas 27-40°C. Los menores valores se presentan conforme se avance al Sur, en los límites con los departamentos de Cusco y Puno, mientras que los mayores valores se localizan en la planicie Amazónica. El mes más frío es julio, mientras que el más cálido es octubre o enero. La oscilación estacional (diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío) es de aproximadamente 3°C en promedio, configurando de esta manera una Zona prácticamente isoterma. Con alguna frecuencia en la zona se registran los "frijes" o "Surazos" que provocan una caída brusca de la temperatura de hasta 4°C producto de la incursión de masas de aire frías provenientes de la Antártida con duración de 3 a 8 días. En el mes de Julio la temperatura puede descender a menos debido al efecto de los vientos australes, fenómeno conocido como friaje (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.3 Precipitación

La precipitación mensual o estacional responde básicamente a la dinámica de la circulación general atmosférica y a las variaciones en latitud que experimentan los vientos durante el año. El régimen pluviométrico del departamento de Madre de Dios es tropical con una estación lluviosa y otra seca durante el año. La precipitación media total anual es de 1 600 mm/año como mínimo en la planicie amazónica, mientras que cerca de la estribaciones andinas, estos montos se elevan hasta 6 000 mm/año. La dominante en el departamento es la de 2 000 mm/año. El mes más lluvioso es febrero o enero, mientras que el más seco es julio o agosto, con una variación entre ambos extremos de 3 a 9 veces. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.4 Evapotranspiración

La evapotranspiración representa las pérdidas de agua hacia la atmósfera por evaporación desde cualquier superficie evaporante y transpiración de la vegetación existente en la Zona. La evapotranspiración potencial indica la evapotranspiración que ocurriría desde una superficie muy extensa completamente húmeda cubierta de plantas, esto es una superficie con suministro continuo de agua. Los valores mayores de Evapotranspiración se presentan en los alrededores de Puerto Maldonado con 1 600 mm/año y la zona central del departamento con 1 400 mm/año. Los menores valores se presentan en la Zona Sur con 1 100 y 1 200 mm/año en los límites con los departamentos de Cusco y Puno. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.5 Humedad Relativa

Es la expresión porcentual del vapor de agua presente en la atmósfera a una temperatura determinada. La Humedad Relativa en la región de Madre de Dios varía desde los menores valores localizados en la zona próxima a Iberia con 70% hasta los mayores valores con cerca de 90 % de humedad relativa en el pie de monte andino, al sur y oeste del departamento. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.6 Climatodiagrama

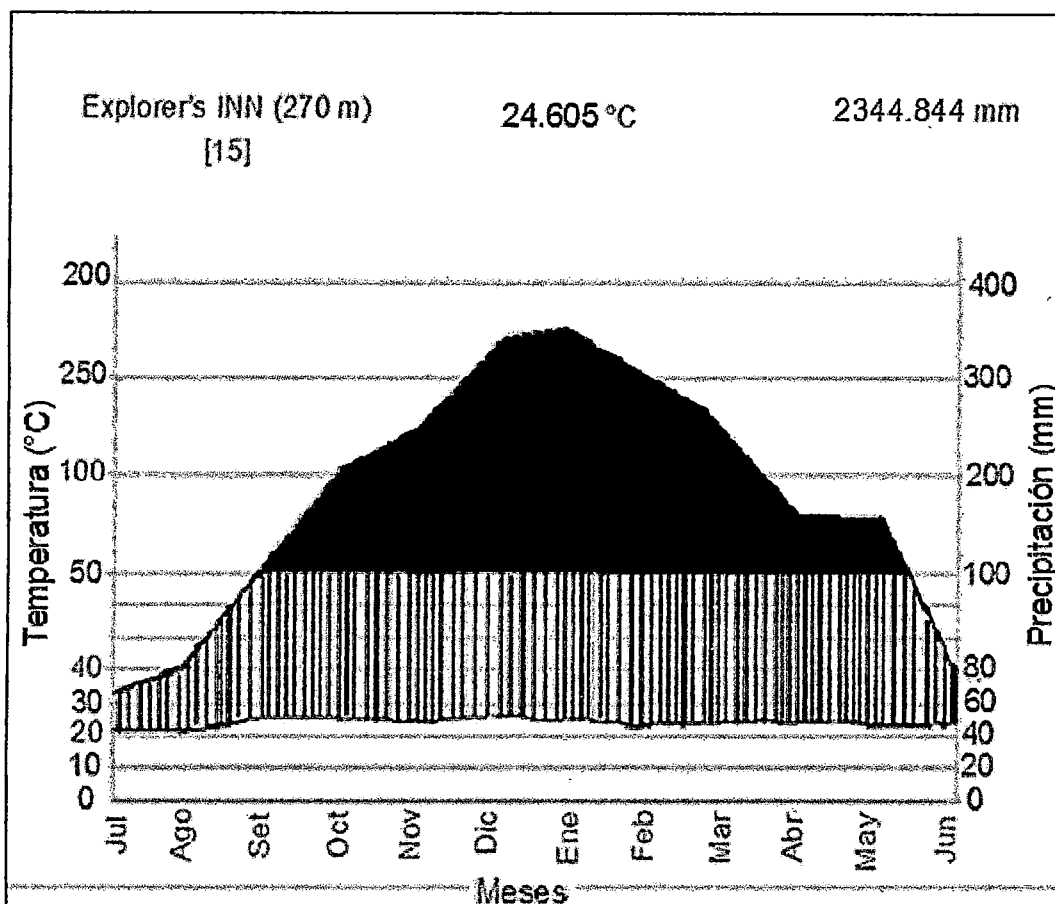
Permite determinar el clima de una zona basándose en datos de temperatura y precipitación como factores principales.

Tabla N° 2: Datos climatológicos de explorer's INN (RAINFOR) 270 m de altitud obtenidos durante 15 años (1994 - 2009) Departamento de Madre de Dios.

Meses	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Julio	23.3	64.393
Agosto	23.50	80.369
Setiembre	26.70	104.917
Octubre	25.85	206.429
Noviembre	24.70	231.800
Diciembre	26.20	338.818
Enero	25.15	340.321
Febrero	24.66	316.636
Marzo	24.65	276.292
Abril	24.45	153.500
Mayo	23.0	151.000
Junio	23.10	80.369
	Media anual 24.605	Media total 2344.844

Fuente: Estación meteorológica explorer's INN 2009

Gráfico N° 1: Climatodiagrama en base a datos de estación meteorológica explorer's INN 2009 (RAINFOR).



El gráfico N° 2, permite observar las variaciones climatológicas que ocurren en la estación meteorológica de Explorer's INN Reserva Nacional de Tambopata, Departamento de Madre de Dios. Ubicado a una altitud de 270 m datos climáticos obtenidos durante 15 años (1994 – 2009). Que presenta una temperatura media anual de 24.605 °C, y una precipitación anual de 2344.844 mm. El periodo de mayor humedad y intensa precipitación ocurre en los meses de diciembre y enero, manteniéndose los meses de octubre a marzo. Se observa un periodo de sequía en los meses de Junio, Julio y Agosto, con una muy baja humedad y precipitación como se muestra en el climatodiagrama.

2.3.7 Hidrografía

El río Madre de Dios, llamado también "Amaru-Mayo", es el eje más importante del sistema fluvial localizado al sur-este del país. Tiene una longitud aproximada de 1150 km y es un río internacional, ya que discurre por la parte sureste del Perú y noroeste de Bolivia. Este río se origina en las nacientes del río Manu, sobre los 2000 m de altitud, con una dirección sur-este, hasta recibir los aportes por la margen derecha del río Alto Madre de Dios.

A partir de esta confluencia, el río se denomina Madre de Dios, recibiendo a lo largo de su recorrido por la margen derecha aportes de los ríos Blanco, Azul, Colorado, Inambari y Tambopata; y por la margen izquierda aportes de los ríos Los Amigos y Las Piedras. A partir de la confluencia del río Madre de Dios con el río Colorado, su dirección es en sentido este, y luego de la confluencia con el río Inambari, su dirección predominante es en sentido nor-este hasta la confluencia con el río Heath (en el límite Perú-Bolivia). Aguas abajo, atraviesa el territorio brasileño con el nombre de río Madereira hasta desembocar en el río Amazonas. En todo su recorrido el río Madre de Dios presenta un lecho meándrico, de cauce variable. El río madre de dios presenta un caudal medio de 5922m³/s, con un caudal mínimo de 275.1m³/s y un caudal máximo de 7953m³/s.. El ancho medio del cauce es de 500 metros. Tiene un cauce estable debido a que su lecho está formado por sedimentos muy gruesos como arena, cascajo, rocas y grandes formaciones de arcilla en alguna de sus márgenes. (Figuroa, J. Stucchi, M. 2010)

El bajo madre de dios en navegable es todo el año. La temporada de vaciante se da entre los meses de mayo a octubre. La temporada de crecida entre los meses de noviembre a abril. El aumento del nivel del agua produce un aumento significativo de las velocidades de las corrientes.

2.3.8 Fisiografía

La Región Madre de Dios se caracteriza por presentar dos grandes unidades Biofísicas: la cordillera oriental - faja sub andina y la llanura de Madre de Dios las áreas de estudio corresponde a la llanura de Madre de Dios. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.8.1 La llanura de Madre de Dios.

Es la más extensa y se desarrolla al este del alineamiento montañoso sub andino entre 176 y 500 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar un relieve suave y ondulado, donde predomina la planicie aluvial (complejo de Orillares y Terrazas) y colinas bajas. Litológicamente está constituida por areniscas, arcillas y limonitas de edad terciaria y por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales del cuaternario. Los suelos son profundos, siendo los de mayor fertilidad los aluviales inundables que reciben aportes de nutrientes en los sedimentos que son depositados durante la época de creciente de los ríos. Esta unidad biofísica comprende a las provincias de Tambopata, Tahuamanu y parte de Manu. Abarca el 70% del ámbito departamental. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

2.3.9 Suelos

Los suelos se clasifican de acuerdo a su origen en:

Suelos aluviales recientes. Muy próximos a los ríos, ocupan terrazas bajas de relieve plano que pueden soportar inundaciones anuales o esporádicas.

Suelos aluviales sub recientes. Se han originado de depósitos cuaternarios sub recientes distribuidos en terrazas no inundables.

Suelos aluvio coluviales locales. Originados a partir del materiales gruesos producto de una mezcla de sedimentos aluviónicos y material proveniente de las formaciones montañosas.

Suelos aluviales antiguos. Originados por sedimentos antiguos debido al proceso de erosión fluvial Que conforman las llamadas terrazas medias y altas

Suelos elevados de materiales residuales. Originados a partir de materiales sedimentarios del terciario y cuaternario (limonitas, areniscas, gravas) y que debido a diversos fenómenos han formado colinas bajas y altas. (Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008).

3.2.10 Actividad económica

La pesca constituye una actividad importante y relacionada directamente a la seguridad alimentaria donde los productos de la pesca constituyen la principal fuente de proteína animal en la dieta de las comunidades y población rural por la gran diversidad de peces que posee la Región de Madre.

La pesca se practica principalmente en el río Madre de Dios y algunos sectores de los ríos Tambopata, Las Piedras, Heath y Tahuamanu, así como en los lagos próximos al río Madre de Dios, como el lago Valencia y el lago Inambarillo. El producto de la pesca comercial se vende en el mercado de Puerto Maldonado, y una parte para autoconsumo de las familias rurales. Las capturas anuales medias en Madre de Dios fluctúan en torno a 250 TM. En comparación, en Loreto y Ucayali se desembarcan entre 20,000 y 10,000 TM anuales. (Brack A; & et al.2011).

Dentro de la jurisdicción del área de estudio la mayor actividad pesquera se realiza en el río Madre de Dios del cual son tributarios los dos ambientes estudiados, y el Lago Valencia también es considerado área de mayor actividad pesquera del cual es efluente la Quebrada Valencia.

2.3.11 Descripción de las estaciones muestreados

2.3.11.1 Quebrada Gamitana

Tributario permanente del río Madre de Dios que desemboca por la margen izquierda. La estación de muestro está ubicado en las siguientes coordenadas E: 502380 N: 8618423 a una altitud de 181 m. Esta Quebrada es de aguas negras es navegable todo el año mide 23 m de ancho, con una profundidad promedio de 4 a 5 metros del canal de agua. Presenta zonas con corriente de agua de lenta a moderada, con cursos de agua de regímenes irregulares de tipo meandro generalmente con escaso movimiento de masas de agua y conteniendo en su recorrido paquetes naturales de hojas y ramas sumergidas (detritus). Posee también zonas con abundantes troncos caídos y el fondo está compuesto por abundante materia orgánica descompuesta (fangoso), abundante palizada y zonas con hojarasca.

Esta Quebrada se caracteriza por poseer una densa vegetación ribereña abarcando casi el 95 % de la superficie ribereña, creando así un área cerrada y tupida producto de los grandes árboles ubicados en la ribera, dicha característica le da un paisaje hermoso el cual es uno de los lugares de puerto Maldonado que recibe un número considerable de turistas. En esta Quebrada los pobladores locales se dedican a la pesca, agricultura, maderera y también minería informal según comentarios de lugareños pero en menor medida en época de vaciante o seca.

2.3.10.2 Quebrada Valencia

La Quebrada Valencia es efluente de un cuerpo de agua de tipo lotico (Lago Valencia cuyas dimensiones son 15 Km de largo, 800 m de ancho y profundidad va de 0.5 a 15 m lago de formación de tipo meandro) dicha Quebrada desemboca en el rio Madre de Dios por la margen izquierda. Cuya coordenadas son E: 525542 N: 8625993 a una altitud de 155 m. Esta Quebrada es de aguas negras y es navegable todo el año cuyo ancho de la Quebrada es 20 m y una profundidad promedio de 4 m. El curso de la Quebrada es en forma de meandro también presenta zonas con abundantes troncos caídos y el fondo está compuesto por abundante ramas y materia orgánica.

A diferencia de la estación anterior, la vegetación ribereña no forma un área cerrada y tupida, permitiendo que la luz penetre con más facilidad en muchas partes del cuerpo de agua. En las proximidades de esta quebrada los pobladores locales se dedican a diferentes actividades como agricultura, pesca, madera y según comentarios de lugareños ya no se practica la minería. La Quebrada Valencia es un medio de acceso al lago Valencia el cual es concurrido por un número considerable de turistas tanto extranjeros, nacionales y pobladores locales.

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

De campo

- Salinometro ExStik EC400
- Kit de oxígeno disuelto LaMotte. Código 5860
- 02 boletas de 3 tl.
- Red de arrastre 20 x 2 m. y 10 x 2 m (con apertura de malla de ½ pulgada y 20 kg de peso y 10 kg de peso respectivamente)
- anzuelos N° 8, 10, 12, 14, Y 18
- Red agallera 20 x 1.5 m. (malla de 2.5 pulgadas de apertura)
- Red Surber
- Disco sechi
- GPS
- Alcohol 70 %
- Formol 40%
- Ictiometro
- Gasa
- Frascos tapa rosca de 1/2 litro - Botiplast (Frascos hermeticos)
- Baldes de 12 lt
- Regla Metalica 30 cm
- Wincha
- Bolsas Ziplock
- Plumon indeleble
- Libreta de campo
- Lapiceros simples
- Papel etiquetas
- Pack de 2 Pilas AA Duracell
- Pack de 4 Pilas AAA Duracell
- Cinta de embalaje
- Marcadores permanentes
- Botas

- Embarcación peque peque
- Cámara profesional canon.

De gabinete

- Bibliografía especializada
- Claves y guías taxonómicas para el estudio de macroinvertebrados y peces
- Laptop
- Estereoscopio
- Pinzas
- Gotero
- Bandeja blanca
- Guantes quirúrgicos
- Placas Petri
- Muestra biológica

3.2 METODOLOGIA

Las metodologías empleadas en el presente trabajo son los métodos estandarizados de muestreo en las diferentes disciplinas biológicas empleados por instituciones reconocidas como el Museo de Historia Natural (MHN) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM); Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, entre otros.

3.2.1 DETERMINACION DEL AREA DE ESTUDIO

En las dos estaciones de muestreo Quebrada Gamitana y Valencia se trabajó en un área de 500 metros de rango, debido a la cantidad de repeticiones, número de lances y búsqueda de sitios adecuados para el muestreo. Los datos tomados en campo fueron: descripción de hábitat, parámetros fisicoquímicos, y colecta de muestras biológicas. Se realizó además un registro fotográfico de las condiciones de hábitat y de las especies de peces registradas los cuales se describen con más detalle a continuación.

Tabla: N° 3 Ubicación de las estaciones de muestreo

Área de estudio	Estación de muestreo	Coordenadas UTM	Altitud msnm.
Quebrada Gamitana	Parámetros fisicoquímicos Mercurio	19L E:502380 N:8618423	181
	Macroinvertebrados	19L E:502380 N:8618423	181
	Pesca	19L E: 502380 N: 8618423	181
		19L E: 502039 N: 8617951	180
		19L E: 501925 N: 8618325	179
		19L E: 501888 N: 8618145	180
		19L E: 502026 N: 8618114	180
Quebrada Valencia	Parámetros fisicoquímicos Mercurio	19L E: 525542 N: 8625993	155
	Macroinvertebrados	19L E: 525542 N: 8625993	155
	Pesca	19L E: 525542 N: 8625993	155
		19L E: 525220 N: 8626291	159
		19L E: 525032 N: 8626176	160
		19L E: 525014 N: 8626067	157
		19L E: 525059 N: 8625833	158

3.2.2 EXTRACCION DE PECES

El muestreo de peces, análisis de muestras y obtención de información se realizó de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th edition 1999, 10600.

Se utilizaron aparejos y artes los primeros.

3.2.2.1 Aparejos

Para la pesca con aparejo se izó el mismo esfuerzo en los dos ambientes evaluados dos días de pesca por las mañanas de 8 a 12 a.m. y por las tarde de 3 a 5 p.m.

Como aparejos, Se utilizó anzuelos N° 8, 10, 12, 14, Y 18, esta numeración corresponde y/o permite diferenciar a los anzuelos de acuerdo a su tamaño y grosor, el aparejo armado o completo lleva el respectivo sedal (hilo) de 0.80, 0.50mm de diámetro amarrado al anzuelo.

Se lanza el aparejo armado sujeto a la carnada dentro del cuerpo de agua de poca corriente a una distancia de 5 a 15m en lo posible evitar lugares con ramas y troncos para que el anzuelo no quede atrapado, este proceso se realiza varias veces hasta sentir la presencia de los peces picando la carnada. En caso de caer atrapado algún pez, se procede a jalar rápidamente el hilo de pesca, hasta tener el pez fuera del agua.

3.2.2.2 Artes

a) Red Agallera

Comúnmente conocida como triqui, o trampera arte fija de 20m de largo 1.5 m de alto con mallas de 2.5 pulgadas se colocaron paralelas al desplazamiento del ambiente lotico permanece de 10 a 12 horas debiendo monitorearse cada 5 a 6 horas.

Consiste básicamente de una «pared» de malla construida de hilos finos. Para obtener una posición vertical de la red en el agua, se atan flotadores a intervalos regulares a la cuerda superior (línea de flotación, línea de corchos) y pesos a la cuerda inferior (línea de plomos, plomada), respectivamente. Arte estacionario anclada, opera con la línea de flotación en la superficie. Los peces usualmente son atrapados por las agallas (entre la cabeza y el cuerpo). La captura de peces con redes agalleras depende de que el pez se encuentre con la red durante sus movimientos de alimentación o migración. Las capturas por lo general son mejores cuando hay niveles bajos de luz en áreas de agua turbia.

b) Red de Arrastre

Conocido comúnmente como “chinchorro” la colecta de peces se realizó de acuerdo al protocolo descrito en el programa AquaRap (Chernoff et al.1998), y las sugerencias de (Barthem et al. 2003), al menos 5 arrastres por estación de muestreo. Para lo cual se empleó una red de arrastre a orilla de 20m x 2m y 10m x 2m de malla de media pulgada sin nudo. Esta metodología de captura de peces se realizó en lugares de áreas someras. Cada lance consiste en jalar de los extremos la red hacia la orilla en el tiempo más corto posible, formando una bolsa en media luna en la cual quedan atrapados los peces.

3.2.3 CLASIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA SEGÚN SU POTENCIALIDAD DE USO

Se clasificó la ictiofauna que está presente en la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia según su potencial para uso. Sin embargo en el presente estudio se decidió utilizar una clasificación más generalista con sólo tres categorías que a continuación se explican. Para lo cual se utilizó bibliografía especializada, donde los principales usos que le dan a la ictiofauna son para la alimentación, acuariofilia y pesca deportiva.

- Alimentación: todas las especies con cualidades para el consumo humano por su sabor, menor cantidad de huesos, porte mediano a grande.
- Acuariofilia: especies que presentan colores o formas llamativas y raras.
- Pesca deportiva: especies que por sus hábitos alimenticios son fáciles de pescar con anzuelo.

3.2.4 COLECTA DE MACROINVERTEBRADOS

Para la colecta de macroinvertebrados se realizó un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificó los diferentes hábitat para macroinvertebrados presentes: zonas con macrófitos o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos, blandos (fango, limos, arcillas, arena) e independientemente del sustrato, hábitats compuestos por vegetación acuática (macrófitas, algas y vegetación sumergida).

3.2.4.1 Red surber

El muestreo de macroinvertebrados se realizó utilizando la red surber de marco cuadrado de 30 x 30 cm y una abertura de malla de 0.5 mm manga de 80 cm de largo. La red se puso al azar sobre el sedimento en contra corriente al curso de agua para luego remover el sustrato dentro del marco por un minuto ejerciendo la máxima perturbación posible. En cada estación el procedimiento se realiza 3 veces, Luego las muestras de sedimento obtenidas fueron tamizadas, seleccionados y depositadas en un frasco de 500 ml fijados con formol al 4% finalmente fueron rotuladas con su respectiva etiqueta..

3.2.5 IDENTIFICACION Y SISTEMATIZACION DE LA ICTIOFAUNA

Los ejemplares capturados de peces fueron identificados in situ, con su respectiva toma fotográfica y los ejemplares que no se identificaron in situ fueron fijados en formol al 10% por 48 horas y preservados posteriormente en etanol al 70% para la identificación en laboratorio para lo que se utilizaron bibliografía especializada. Algunos ejemplares de peces que no se pudo identificar fueron remitidos a especialistas para su respectiva identificación. Para la identificación de peces se tomó en cuenta la denominación común de peces proporcionadas por sus usuarios tradicionales y se utilizó claves dicotómicas.

3.2.6 IDENTIFICACION Y SISTEMATIZACION DE MACROINVERTEBRADOS

Las muestras colectadas se colocaron en bandejas blancas, bien iluminadas, y con la ayuda de pinzas de aluminio de punta fina, se procedió a la separación de los organismos. El sedimento se removió cuidadosamente de un extremo a otro de la bandeja, hasta asegurarse de que no queden organismos, luego se procedió a la identificación con el uso de un microscopio estereoscópico y claves taxonómicas especializadas (Fernández, H. & Domínguez, E. 2002, Roldán, G. 1988, Wiggins, GB. 1996). La identificación de los organismos se realizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible; sin embargo, en la mayoría de casos se puede determinar hasta el rango de familia o género. Luego de la identificación se realizó un conteo de todos los organismos de la muestra, teniendo en cuenta el área total de la colecta.

Las muestras de Macroinvertebrados fueron analizadas e identificadas en el Departamento de limnología del Museo de Historia Natural de la UNMSM.

3.2.7 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

3.2.7.1 Índice de dominancia de Simpson (1 - D)

El índice de Simpson está basado en la dominancia, es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está influido por la importancia de las especies más dominantes su valor es inverso a la equidad.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

S: es el número de especies.

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

n: es el número de ejemplares por especie.

Valores de diversidad (1-D) cerca a cero corresponde a ecosistemas heterogéneos menor diversidad y valores cercanos a uno correspondiendo a los ecosistemas más homogéneos y diversos.

3.2.7.2 Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')

El índice de Shannon toma en cuenta los dos componentes de la diversidad: Número de especies (riqueza) y equitativa o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie; por lo que un mayor número de especies incrementa la diversidad igualmente una mayor uniformidad. Los valores del Índice de Shannon-Wiener inferiores a 1,5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1,6 y 3,4 se consideran como diversidad media y los valores

iguales o superiores a 3,5 se consideran como diversidad alta (Magurran, A. E. 1988)

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

Dónde:

H': Diversidad w.

P_i: Proporción del número de individuos de la especie y con respecto al total (n_i/N_t).

n_i: Numero de cuadrados ocupados por la especie.

N_t: Número total de cuadrados.

La riqueza de especies es el número total de especies o taxa encontrados en la muestra en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos. Valores de riqueza de especies altos están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. La diversidad de especies es un valor que combina la riqueza de especies y el balance de la comunidad (equidad). Valores altos de la diversidad de especies indican usualmente comunidades bien balanceadas y diversas, mientras que valores bajos indican estrés o impacto.

3.2.8 ÍNDICES DE SIMILITUD

Los índices de similitud basados en técnicas multivariadas son herramientas analíticas comunes en los análisis de comparación de ecología de comunidades.

3.2. 8.1 Coeficiente de Similitud de Jaccard

Expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Utilizado para datos cualitativos y se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a: Número de especies presentes en el sitio A

b: Número de especies presentes en el sitio B

c: Número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

3.2.9 ÍNDICES BIÓTICOS (DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA)

3.2.9.1 Índice de EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera)

Este índice expresa el número total de individuos de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera en proporción a la abundancia total encontrada. Estos insectos son considerados mayormente como organismos de aguas limpias y su presencia generalmente está relacionada a aguas de buena calidad.

$$\%EPT = (Ephemeroptera + Plecóptera + Trichoptera) \times 100 / N$$

Dónde:

N= número de individuos de la muestra

Tabla N° 4: Índice de Calidad de agua ETP

EPT	Calidad de agua
75 - 100%	Muy buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

Fuente: Lenat, D. R. 1988.

3.2.9.2 Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

El uso del índice BMWP, requiere identificar los macroinvertebrados a nivel de familia. El índice biótico modificado para Colombia (BMWP) se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias encontradas en las muestras

de macroinvertebrados que se ordenan en una lista elaborada el cual está determinado por la tolerancia a la contaminación de los taxones. Al respecto el puntaje se encuentra comprendido en un rango de 1 a 10 la mayor o menor puntuación asignada a un taxón está en función de su mayor o menor sensibilidad a la contaminación. (Roldán, G. 2003).

La tabla N° 4, muestra las cinco clases de calidad de aguas resultantes al sumar la puntuación obtenida por las familias encontradas en un ecosistema determinado. El total de los puntos se designan como valores BMWP / Col. De acuerdo al con el puntaje obtenido en cada situación, se califican las distintas clases de agua, asignándoles a cada una de ellas un color determinado. Este color es el que se usa luego para marcar los ríos y corrientes en el mapa de la región estudiada.

Tabla N° 5: Clasificación de las aguas, de acuerdo al índice BMWP/Col.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: (Roldán, G. 2003)

3.2.10 PARAMETROS FISICOQUIMICOS

La medición de diferentes parámetros fisicoquímicos se realizó de agua superficial in situ utilizando equipos portátiles como Kit LaMotte para medir oxígeno disuelto y Salinometro ExStik para medir pH, Conductividad, Salinidad, temperatura, y solidos disueltos Totales.

3.2.10.1 Kit de oxígeno disuelto LaMotte. Código 5860

Procedimiento de prueba

Se llenó la botella de toma de muestras de agua, luego se agregó 8 gotas de Solución de Sulfato Manganeso (4167) y 8 gotas de Yoduro de Potasio Alcalino Acídico (7166). Se Tapó y agito la botella (0688-DO) permitiendo que se asiente el precipitado y se añadió 8 gotas de Ácido Sulfúrico, 1:1 (6141WT), nuevamente se tapó y agito hasta que se disuelvan el reactivo y el precipitado. Luego se llenó el tubo de titulación (0299) hasta la línea de 20 mL. Luego se llenó el titulador con Tiosulfato de Sodio, 0.025N (4169) y se tituló hasta que el color de la muestra sea amarillo claro y se añadió 8 gotas de indicador (4170WT) finalmente se continuo titulando hasta que desaparezca el color azul y la solución resulte incolora y el resultado se leyó en ppm de Oxígeno Disuelto.

3.2.10.2 Salinometro ExStik EC400.

Equipo portátil electrónico que mide pH, Conductividad, Salinidad, temperatura, y solidos disueltos Totales in situ.

Se llenó un vaso con una muestra de agua de ≥ 2 cm. Se insertó el electrodo en la muestra asegurando que el electrodo quede totalmente sumergido y se agito lentamente la solución con el electrodo para eliminar las burbujas de aire y finalmente el medidor dio automáticamente la escala la lectura.

3.2.11 DETERMINACIÓN DE MERCURIO

Se recogió agua en envases de 3 lt fijados con 2 ml de ácido nítrico. La determinación de mercurio se realizó en el laboratorio de Química lab – Cusco.

3.2.11.1 Espectrofotometría de absorción atómica

Para la extracción de mercurio se utilizó cloroformo y ditisona de manera que en la fase orgánica es atrapado el mercurio. Una vez separado el extracto orgánico (cloroformo) se agrega agua aliludada de manera que el mercurio nuevamente retorna a la fase acuosa pero en un volumen muy pequeña por lo tanto concentrada. Esta solución acuosa se ha llevado al polacografo para su

cuantificación a si mismo se ha llevado al equipo de absorción atómica de esta forma se ha registrado los dos resultados.

3.2.12 PROCESAMIENTO DE DATOS.

3.2.12.1 Programa Estadístico

Para el procesamiento de datos se utilizó el sistema estadístico PAST (PAleontological STatistics), el PAST incluye entrada de datos del tipo hoja de cálculo, con estadísticas univariante y multivariante, ajuste de curvas, análisis de series temporales, representación gráfica como dendrogramas y clarogramas de datos y análisis filogenético sencillo. Las cuales nos sirve para hallar, riqueza abundancia y diversidad de las especies y familias por área de estudio. Y para los gráficos y tablas se utilizó el programa Excel 2010.

CAPITULO IV: RESULTADOS E INTERPRETACIONES

4.1 PECES

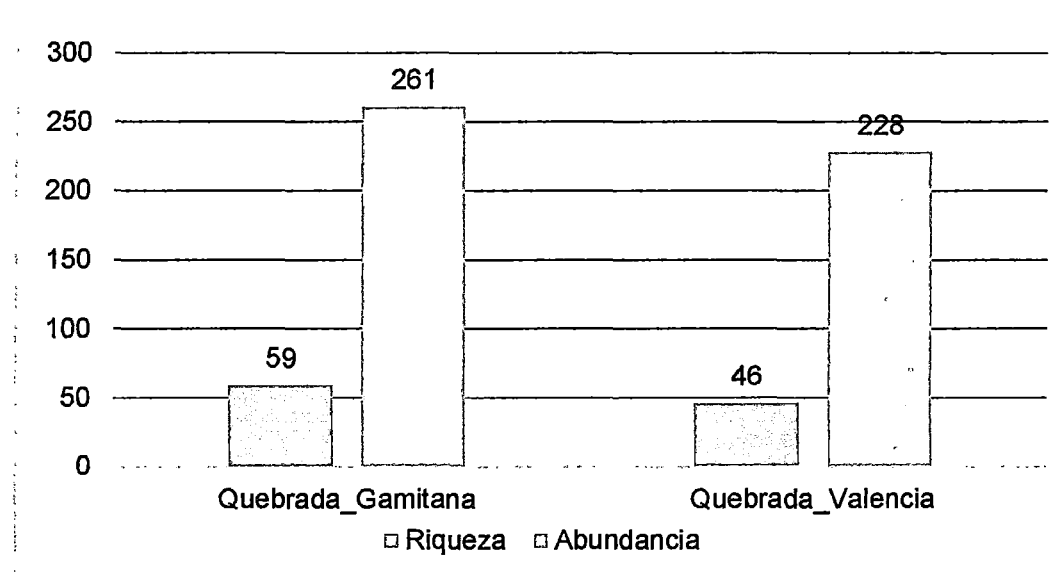
Se colectaron en total 489 individuos. La sistematización del material capturado, permite establecer la siguiente distribución sistemática de seis órdenes (Characiformes, Siluriformes, Myliobatiformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes y Perciformes). 22 familias, 62 géneros y 73 especies. Donde la Quebrada Gamitana registro 59 especies y la Quebrada Valencia registro 46 especies. El Orden Characiformes y el orden Siluriformes presentan el 87.5 % del total de especies registrados.

4.1.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE PECES

Tabla N° 6: Riqueza y abundancia de peces

Áreas de estudio	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia	total
Riqueza	59	46	73
Abundancia	261	228	489

Grafico N° 2: Riqueza y abundancia de peces en Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia.



De acuerdo al gráfico N° 2, la Quebrada Gamitana presento mayor riqueza con 59 especies seguido por la Quebrada Valencia que registro 46 especies, de 73 especies registradas en total en el presente trabajo. 32 especies fueron registradas en los dos ambientes como las especies que se mencionan a continuacion. *Astyanax abramis*, *Astyanax bimaculatus*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus blochi*, *Thoracocharax stellatus*, *Serrasalmus rhombeus*, *Hoplias malabaricus*, *Prochilodus nigricans*, *Plagioscion squamosissimus* entre otras especies.

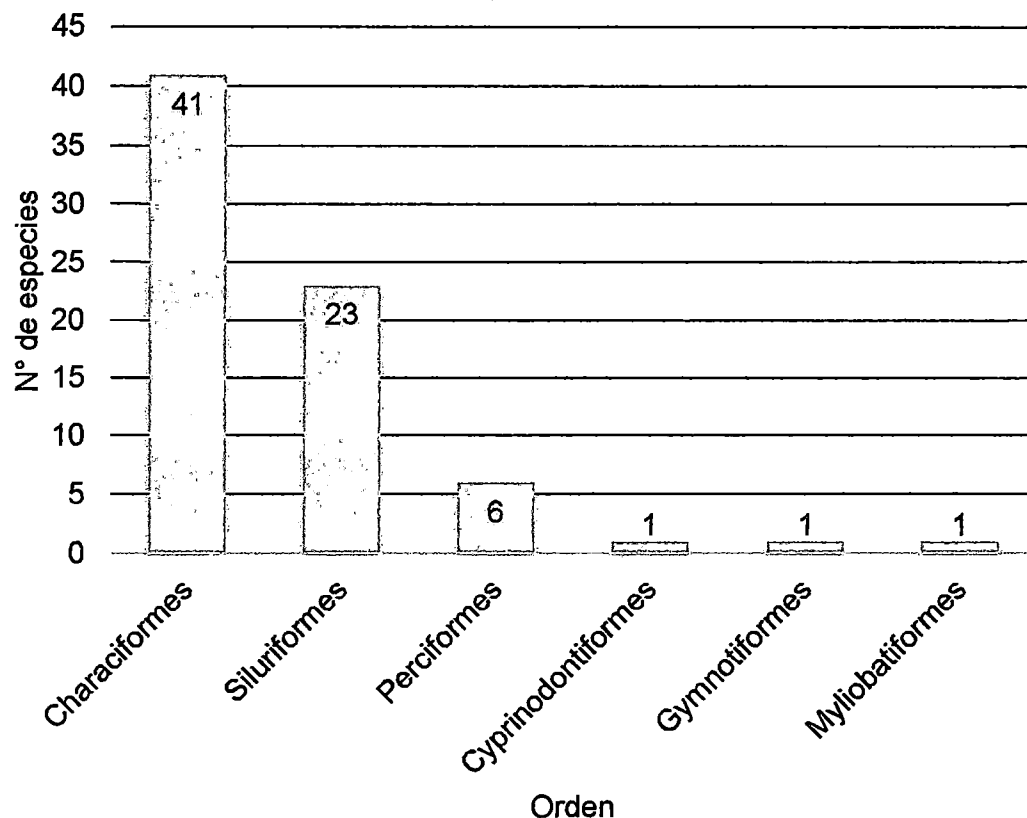
En lo que corresponde a la abundancia (número de individuos) la Quebrada Gamitana presento mayor abundancia con 261 individuos capturados seguido por la Quebrada Valencia con 228 individuos capturados. La especie más abundante registrada en los dos ambientes evaluados fue *Aphyocharax alburnus*.

Las especies más abundantes registrados en la Quebrada Gamitana fueron *Hoplerthrinus uniaeniatus*, *Thoracocharax stellatus*, *Rhineloricaria beni*, *Corydoras aeneus*, *Aequidens tetramerus* y en la Quebrada Valencia las especies más abundantes fueron *Serrasalmus rhombeus*, *Serasalmus spilopleura*, *Triportheus angulatus*, *Anodus elongatus* y *Thoracocharax stellatus*.

Las especies que registraron menor abundancia fueron *Potamotrygon sp*, *Charax caudimaculatus*, *Roeboides affinis*, *Schizodon fasciatus*, *Eigenmannia virescens*, *Rivulus sp*, *Cichlasoma amazonarum*, *Microglanis sp*, *Hemiodontichthys acipenserinus* y *Gasteropelecus sternicla* que registraron un solo individuo por especie.

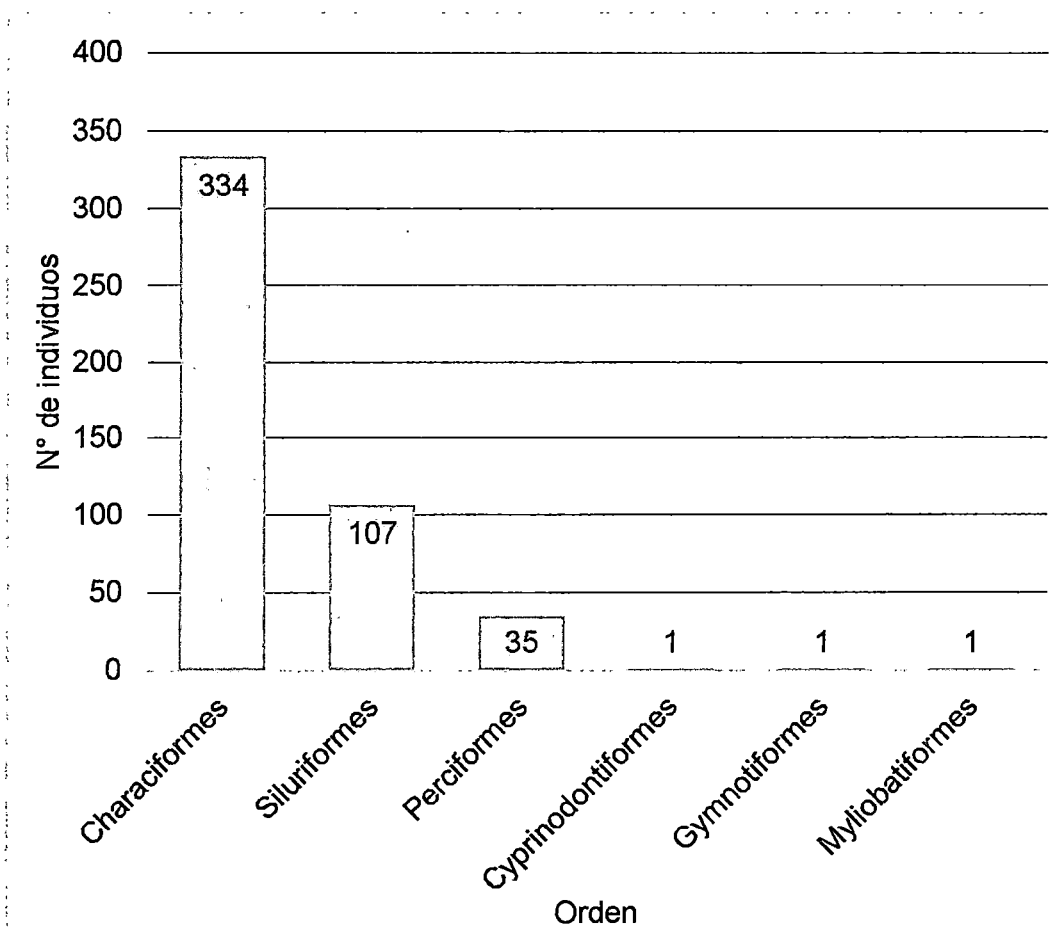
En los dos ambientes evaluados se utilizó la misma metodología de captura de peces como artes y aparejos empleando el mismo esfuerzo de captura en ambas Quebradas.

Grafica N° 3. Riqueza de especies de peces agrupados por órdenes del total registrado de los dos ambientes evaluados.



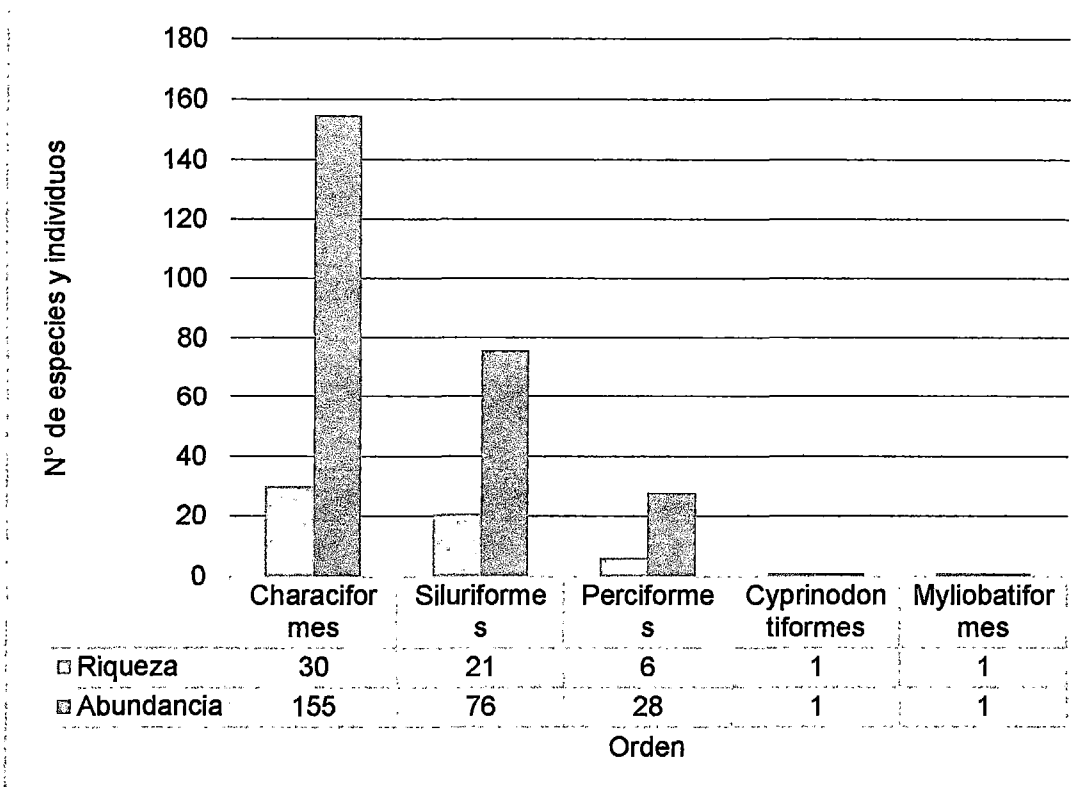
De acuerdo al Gráfico N° 3, los Characiformes (peces de escamas pequeñas sin espinas en las aletas) fueron los mejor representados con 41 especies seguidos por Siluriformes (bagres con cuerpo desnudo o cubierto por placas dérmicas) con 23 especies, en menor medida Perciformes (bujurquis, peces de escamas chicas y espinas en aletas pertenecen a la clase de peces con aletas radiadas) con 6 especies y Gymnotiformes (macanas, peces eléctricos), Cyprinodontiformes (peces de importancia ornamental) y Myliobatiformes (llamados rayas los únicos representantes del gran grupo de Peces cartilagosos) con 1 especie respectivamente.

Grafica N° 4: Abundancia de peces agrupada por órdenes del total registrado de los dos ambientes evaluados.



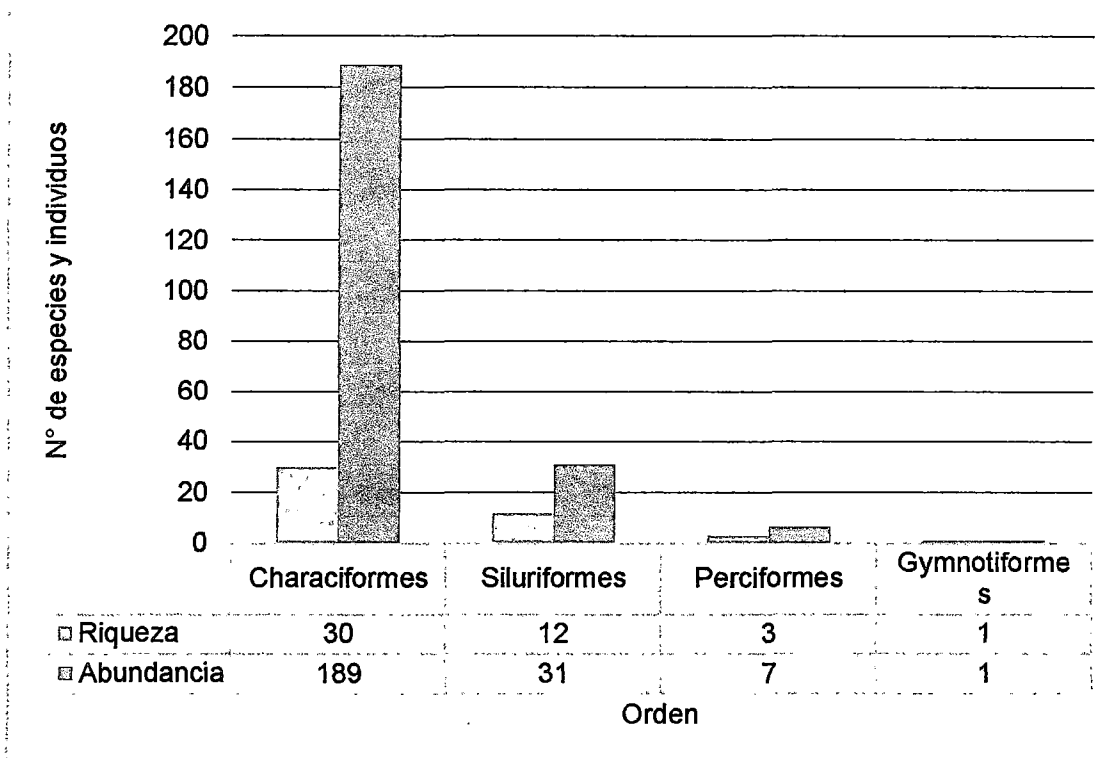
De acuerdo al Grafico N° 4, el orden Characiformes registró mayor abundancia de especies, seguido por los Siluriformes. Atendiendo a los datos de las capturas por órdenes, los Characiformes muestran un mayor dominio de los ecosistemas muestreados, acumulando el 70.3% (344) del total de las capturas registradas seguido por los Siluriformes con el 21.9% (107) y Perciformes 7.2% (35) en mínima cantidad los órdenes Cyprinodontiformes, Gymnotiformes, Myliobatiformes que hacen un 0.6%(3) con un individuo capturado cada uno. Los Characiformes se caracterizan por su gran versatilidad que les permiten colonizar mayor número de hábitats en la cuenca amazónica, es por ello que registran el mayor volumen de capturas y mientras los Siluriformes presenta especies que son conocidos como migratorios.

Grafico N° 5: Riqueza y abundancia de peces agrupada por órdenes en la Quebrada Gamitana



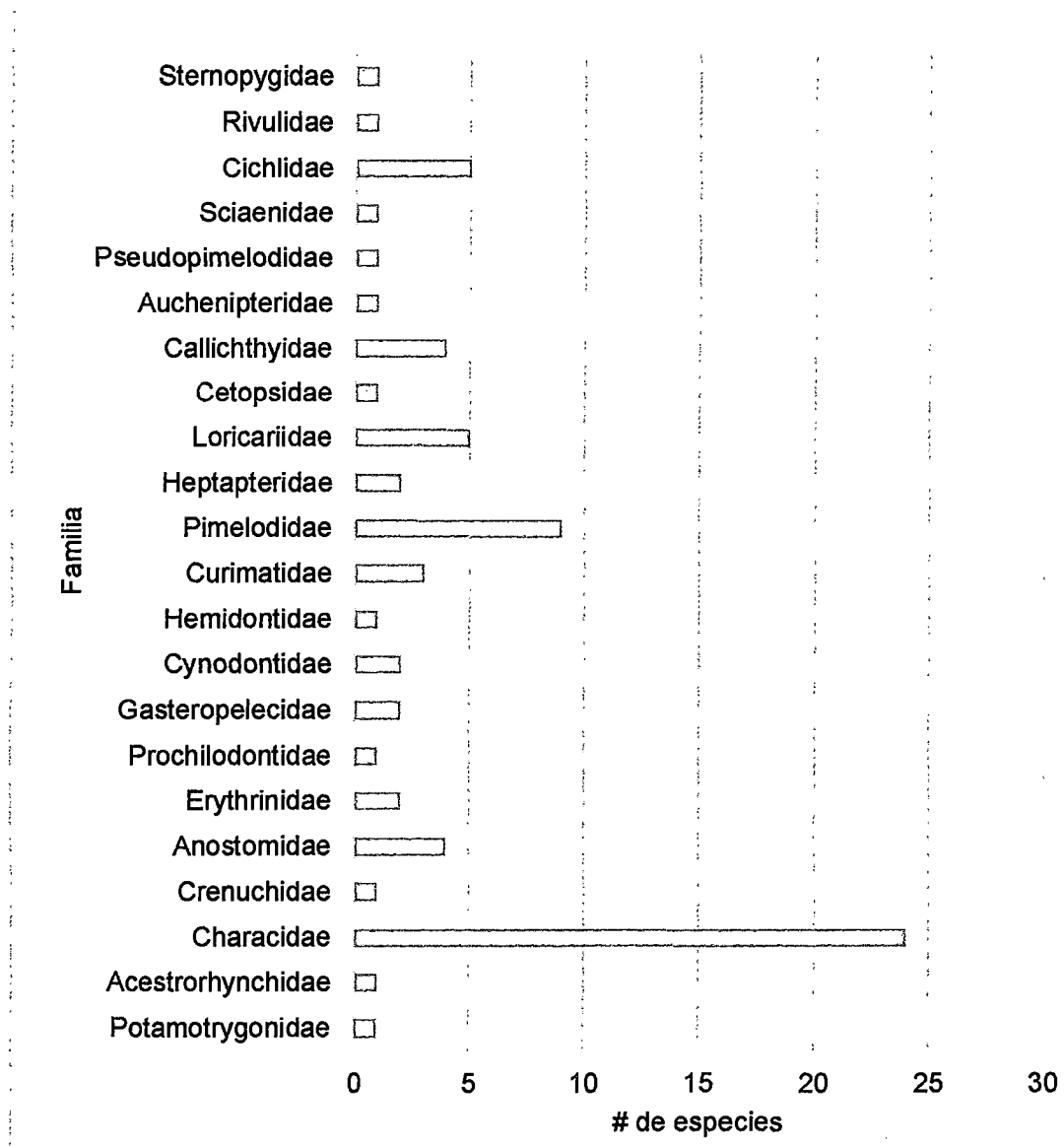
De acuerdo al Grafico N° 5, la sistematización del material capturado en la Quebrada Gamitana, permite establecer la siguiente distribución ordenados en una lista sistemática de cinco órdenes. Donde el orden Characiformes registro mayor riqueza con 30 especies y mayor abundancia con 155 individuos capturados seguido por el orden Siluriformes que presento 21 especies y 76 individuos y el orden pereziformes que registro 6 especies y 28 individuos capturados mientras que el Orden Cypridonodontiformes y Myliobatiformes registraron la menor riqueza de especies y abundancia con una sola especie registrada y un individuo capturado respectivamente.

Grafico N° 6: Riqueza y abundancia de peces agrupada por órdenes en la Quebrada Valencia.



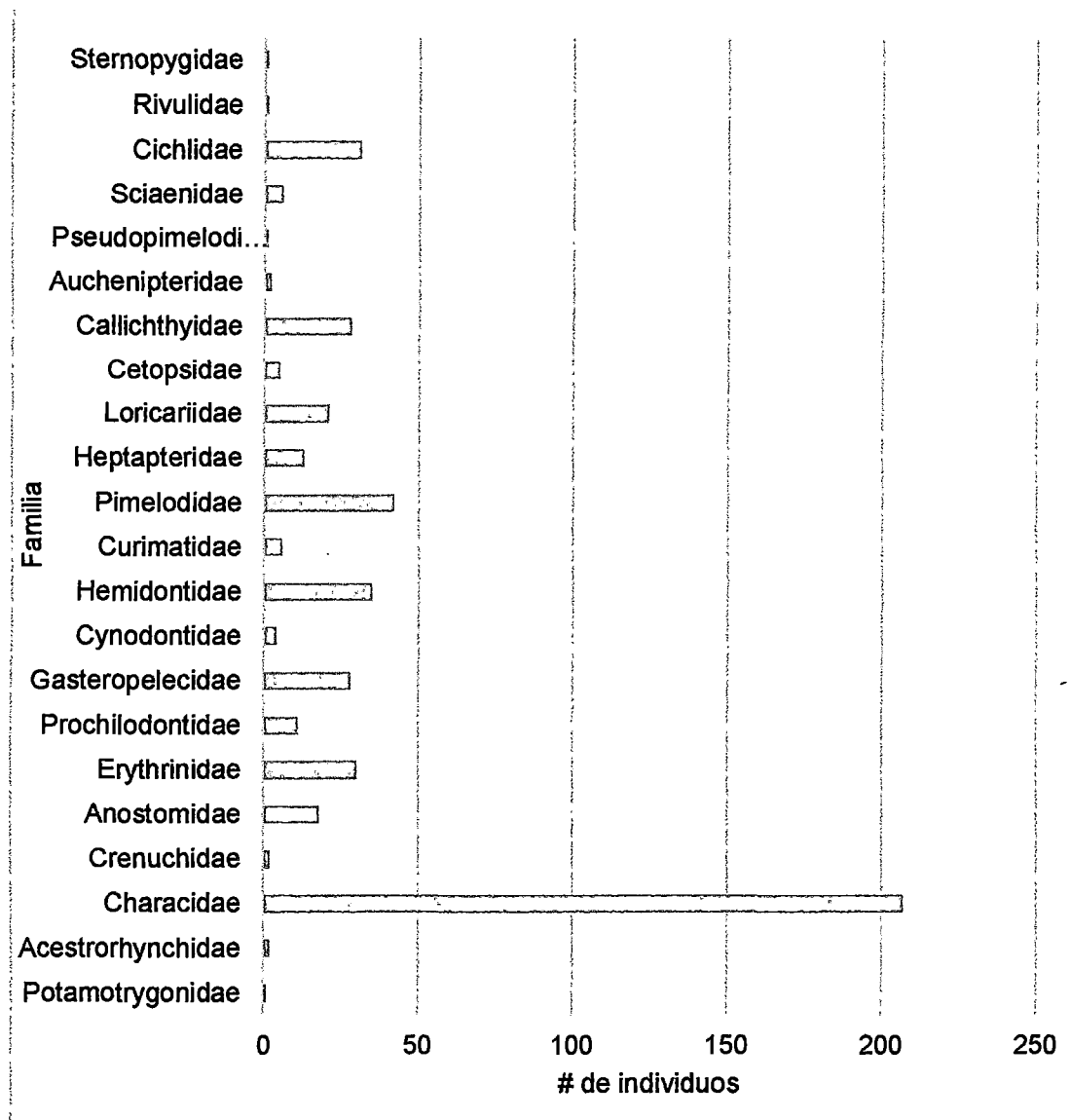
De acuerdo al Grafico N° 6, la sistematización del material capturado en la Quebrada Valencia, permite establecer la siguiente distribución ordenados en una lista sistemática de cuatro órdenes donde el orden Characiformes registro mayor riqueza con 30 especies y mayor abundancia con 189 individuos capturados seguido por el orden Siluriformes que presento 12 especies y 31 individuos y el orden Perciformes registro 3 especies y 7 individuos capturados mientras que el orden Gymnotiformes registro menor riqueza de especies y menor abundancia con una sola especie registrada y un individuo capturado.

Gráfico N° 7: Riqueza de especies de peces agrupados por familias de los dos ambientes evaluados.



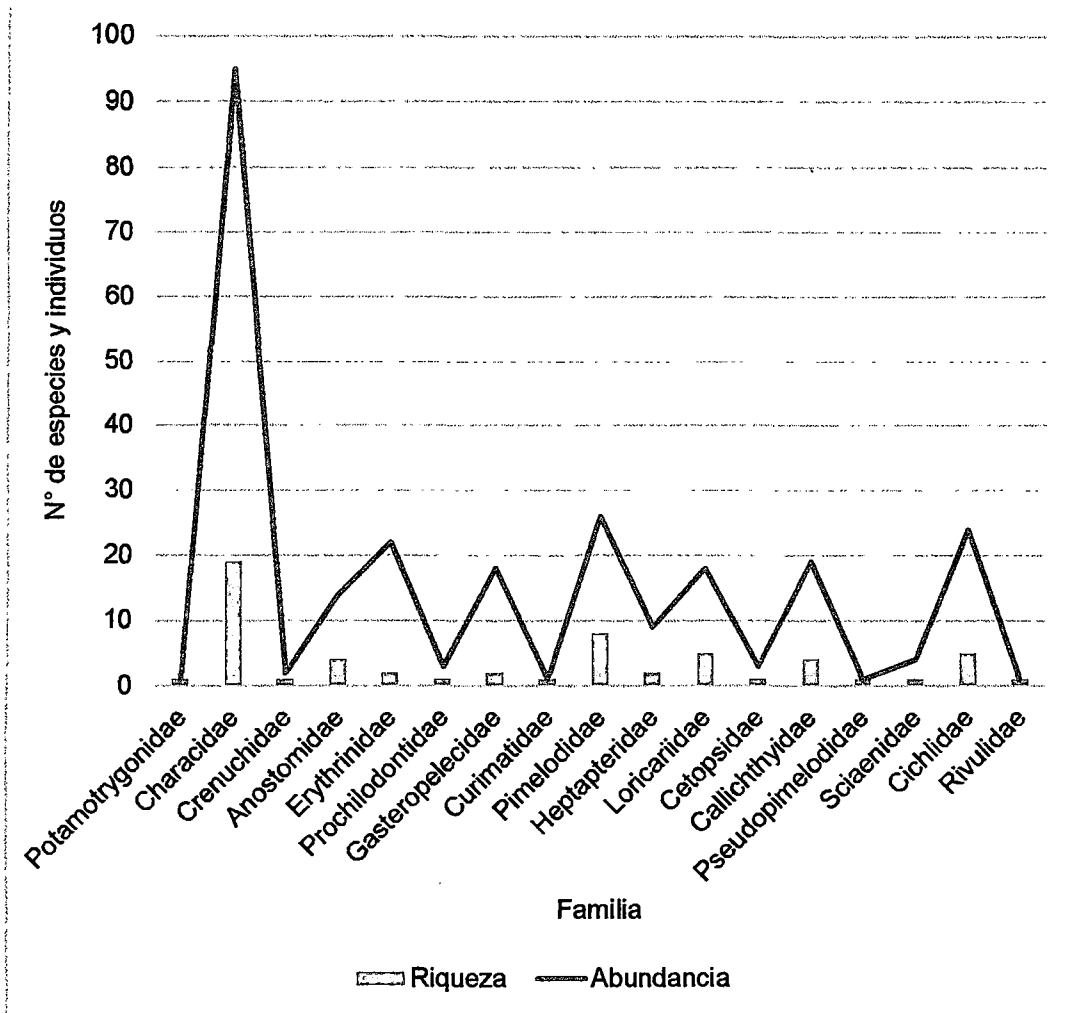
De acuerdo al Gráfico N° 7, De todas las especies registradas en los dos ambientes evaluados Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia la familia Characidae fue la que presentó mayor riqueza con 24 especies, seguido por la familia Pimelodidae con 9 especies, Cichlidae y Loricariidae con 5 especies, Anostomidae con 4 especies y Erythrinidae, Heptapteridae con 2 especies respectivamente y el resto de las familias registraron una sola especie como se detalla en el gráfico.

Gráfico N° 8: Abundancia de peces agrupados por familias de los dos ambientes evaluados.



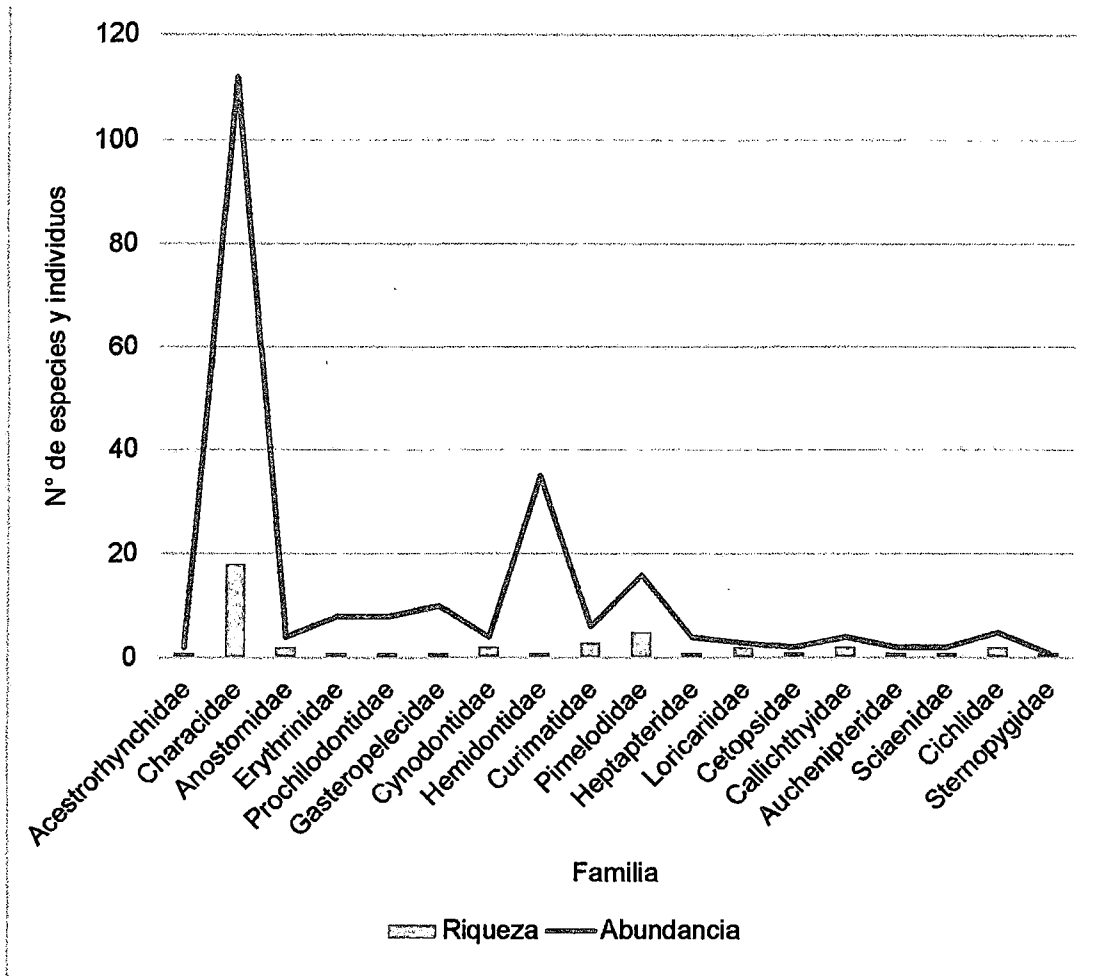
De acuerdo al gráfico N° 8, la abundancia de especies en relación de toda las capturas realizadas en los dos ambientes evaluados. Donde la familia Characidae presento mayor abundancia con 207 individuos seguido por las familias Pimelodidae con 42, Hemidontidae con 35, Cichlidae con 31, Erythrinidae 30 individuos respectivamente y las familias que presentaron menor abundancia son Potamotrygonidae, Pseudopimelodidae, Rivulidae y Sternopygidae con un individuo capturado respectivamente.

Gráfico N° 9: Abundancia y riqueza de especies de peces por familia en la Quebrada Gamitana.



De acuerdo al gráfico N° 9, considerando el esfuerzo de muestreo, que se hizo a través del análisis de abundancia (número de individuos) y riqueza (número de especies). La Quebrada Gamitana presentó 17 familias donde la familia Characidae fue la que registró mayor riqueza con 19 especies y mayor abundancia con 95 individuos capturados, seguido por la familia Pimelodidae que presentó 8 especies y 26 individuos capturados y las familias que presentaron menor riqueza y menor abundancia son Potamotrygonidae, Curimatidae, Pseudopimelodidae y Rivulidae con 1 especie registrada y 1 individuo capturado respectivamente. La familia Erythrinidae presentó menor riqueza con 2 especies pero registró una abundancia moderada con 22 individuos.

Gráfico N° 10: Abundancia y riqueza de especies de peces por familia en la Quebrada Valencia



De acuerdo al Gráfico N° 10, la Quebrada Valencia registro 18 Familias, donde la familia Characidae fue la que registro mayor riqueza con 18 especies y mayor abundancia con 112 individuos capturados seguido por la familia Pimelodidae que registro 5 especies y 18 individuos. La familia Sternopygidae fue la que registro menor riqueza y abundancia con 1 especie y 1 individuo capturado mientras la familia Hemidontidae fue la que registró menor riqueza con una especie pero presento mayor abundancia con 35 individuos capturados.

Cabe resaltar que la familia Characidae fue la que registro mayor riqueza de especies y mayor abundancia en las capturas seguido por la familia Pimelodidae tanto en la sistematización total y en cada Quebrada evaluado.

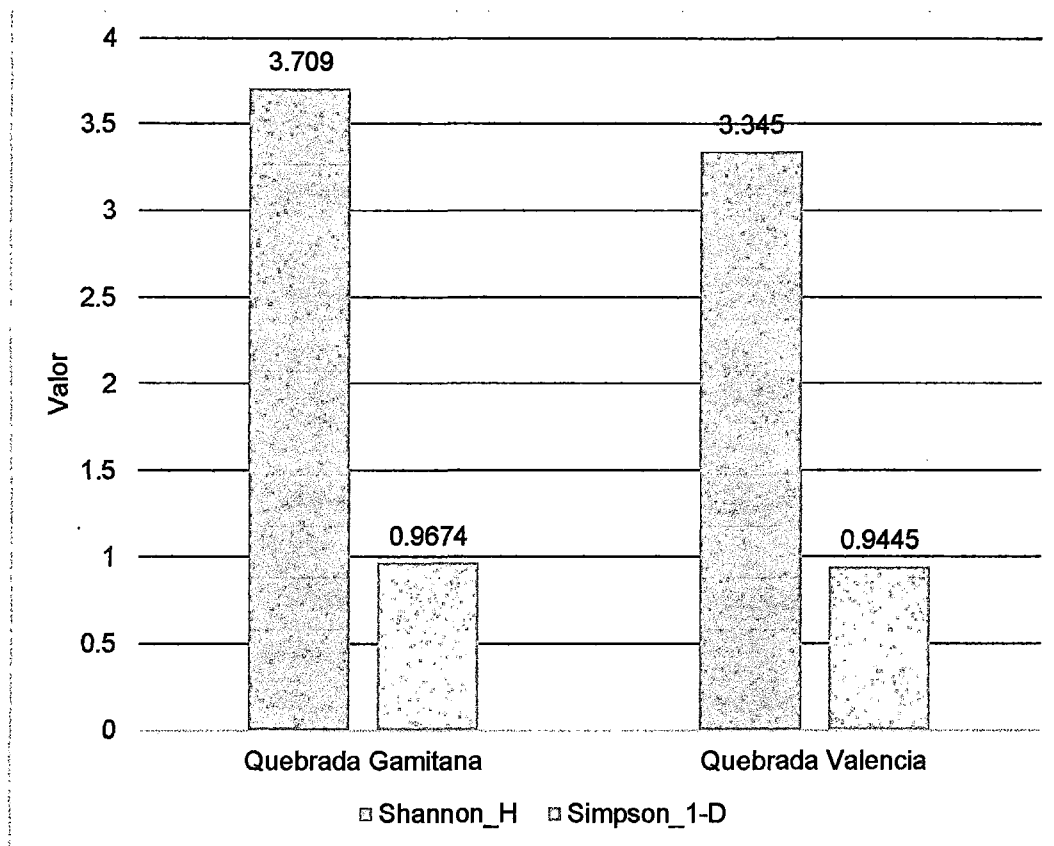
4.1.2 INDICES DE DIVERSIDAD DE PECES

4.1.2.1 Índices de Diversidad de (Shannon H) y (Simpson 1-D)

Tabla N° 7: Índices de diversidad (Shannon H) y (Simpson 1-D)

Índices de diversidad	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia
Shannon_H	3.709	3.345
Simpson_1-D	0.9674	0.9445

Grafico N° 11: Índices de diversidad (Shannon H) y (Simpson_1-D) de peces en Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia.



De acuerdo al Grafico N° 11, con el índice de shanon - wiener (h') la Quebrada Gamitana presento el valor más alto de diversidad de 3.709 y seguido por la Quebrada Valencia que registro un valor de 3.345 por tanto la Quebrada Gamitana es considerado de diversidad alta esta diversidad alta está

influenciado por una gran cantidad de especies y una distribución más equitativa de especies. Mientras que la quebrada Gamitana se considera de diversidad media.

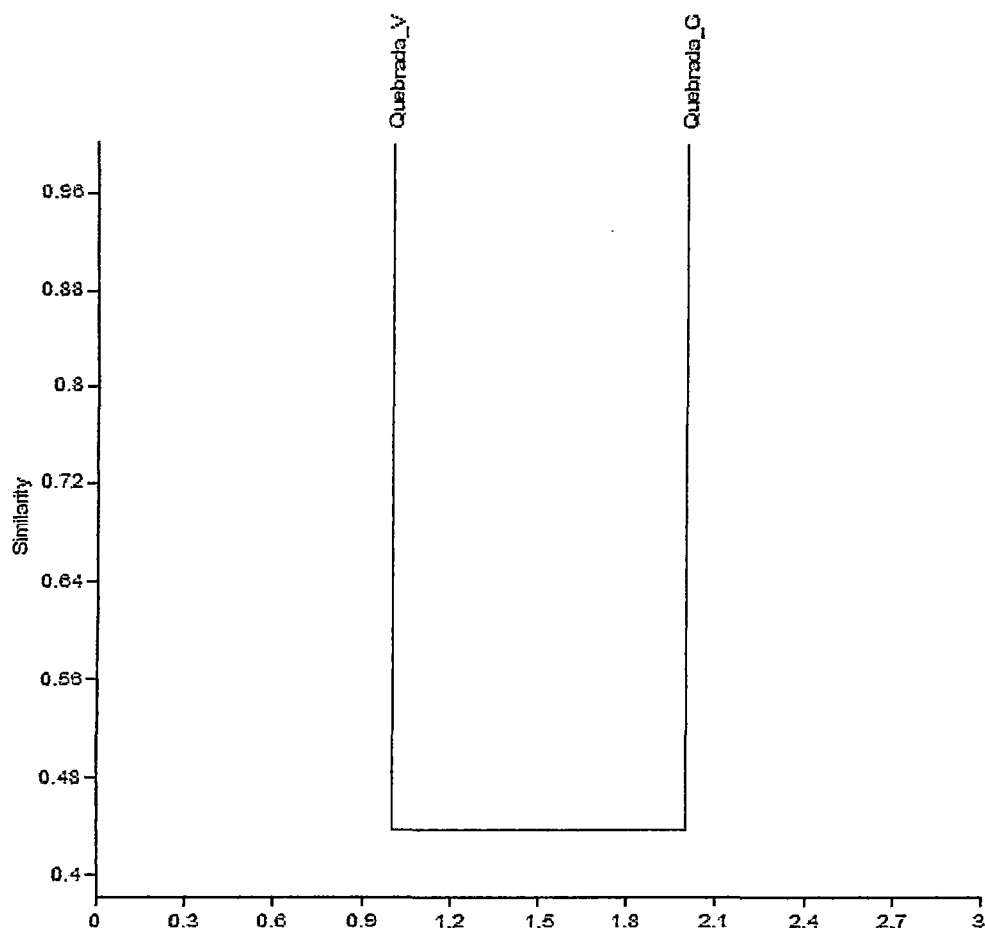
Con el Índice de Simpson (1-D) la Quebrada Gamitana registró el valor más alto de diversidad 0.9674 y es el más diverso y seguido por la Quebrada Valencia que registro el valor de diversidad 0.9445 por tanto según el índice de Simpson (1-D) ambas Quebradas presentan una diversidad alta.

La diferencia mínima registrado en los valores de diversidad con los índices utilizados puede darse porque el índice de shanon - wiener (h') considera el número de especies (riqueza) y uniformidad en la distribución del número de individuos en cada especie; por lo que un mayor número de especies incrementa la diversidad igualmente una mayor uniformidad. Mientras que el índice de Simpson (1-D) toma en cuenta el número de individuos de cada especie presente en las muestras y da más peso a las especies más abundantes en la muestra el cual está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes y su valor es inverso a la equidad. De acuerdo a los resultados los cuerpos de agua estudiados presentan una diversidad alta el cual puede estar relacionado directamente a dos factores principales: primero, la mayoría de los peces amazónicos se mueven a lo largo de los ríos, que sirven como una ruta de migración entre el río, los lagos y el bosque inundado. Estos movimientos pueden aumentar la diversidad de los peces en el canal de las quebradas, ya que estos lugares reciben las especies de peces que vienen de distintos hábitats finalmente esta diversidad alta está influenciado por el buen estado de conservación de estos cuerpos de agua.

4.1.3 ÍNDICES DE SIMILITUD DE PECES

4.1.3.1 Coeficiente de similitud de Jaccard

Grafico N° 12: Similitud de Jaccard de Peces



De acuerdo Grafico N° 12, según el Coeficiente de similitud de Jaccard las áreas de estudio, de acuerdo a la estructura y composición de la ictiofauna albergan un agrupamiento con una similaridad del 44 % entre los dos ambientes estudiados Quebrada Valencia y Quebrada Gamitana.

4.1.4 PESCA

Durante los muestreos realizados en los dos ambientes se hizo un seguimiento de la actividad pesquera, artes y métodos empleados en la pesca.

4.1.4.1 Actividad Pesquera en los ambientes evaluados

La actividad Pesquera en la Quebrada Gamitana consiste básicamente en la pesca de subsistencia que tiene como objetivo principal satisfacer la necesidad de alimentación de los pescadores y sus familias principalmente de agricultores,

madereros, castañeros y mineros informales que se asientan en la riberas de la quebrada en un 80%. También se observó que se practica la pesca deportiva de parte de los turistas ya que este cuerpo de agua de tipo lotico es un atractivo turístico.

En la Quebrada Valencia la actividad pesquera también es realizado por agricultores y madereros pero en un 60 % ya que la mayoría de los agricultores y madereros viven alrededores del Lago Valencia y prefieren realizar la pesca en el lago porque pueden utilizar grandes dimensiones de redes agalleras y redes honderas y así las capturas son en mayor volumen.

En los dos cuerpos de agua en nuestro estudio se observó los aparejos y artes de pesca utilizados, donde la mayoría de pescadores utilizan anzuelos, redes de espera, flecha y en menor proporción redes de arrastre ya que en los dos ambientes evaluados predomina palizada el cual dificulta la pesca de arrastre. Sin embargo se pudo observar modalidades de pesca irresponsables consistentes en cerrar con red agallera (malla) quebradas de extremo a extremo imposibilitando el paso de especies migratorias que van al bosque en busca de alimento, desove etc. Esto afecta a las especies que dependen más del monte para alimentarse como es el caso del paco (*Piaractus brachipomus*), que depende de los frutos que el bosque descarga en los cuerpos de agua.

Otra metodología de pesca irresponsable es el uso del “barbasco” (*Lonchocarpus nicou*) es una planta que utilizan para pescar la técnica consiste en machacar las raíces de estas plantas y echarlas al agua, los peces aparecen luego de un lapso de tiempo en la superficie flotando, los cuales son recogidos y utilizados en la alimentación sin efecto tóxico para los humanos. La acción “barbasco” en el agua es sumamente perjudicial para los peces debido a que actúa consumiendo el oxígeno disuelto y provoca la asfixia de los peces, donde elimina en forma indiscriminada adultos, juveniles y crías de las distintas especies, con ello en el corto a mediano plazo puede notarse una disminución de la pesca, más no contamina el agua o su efecto se diluye.

En este aspecto, es necesario realizar el control de la capacidad de pesca mediante el registro del número de aparejos de pesca y dimensiones de los mismos, así como la frecuencia de pesca y modalidades de pesca.

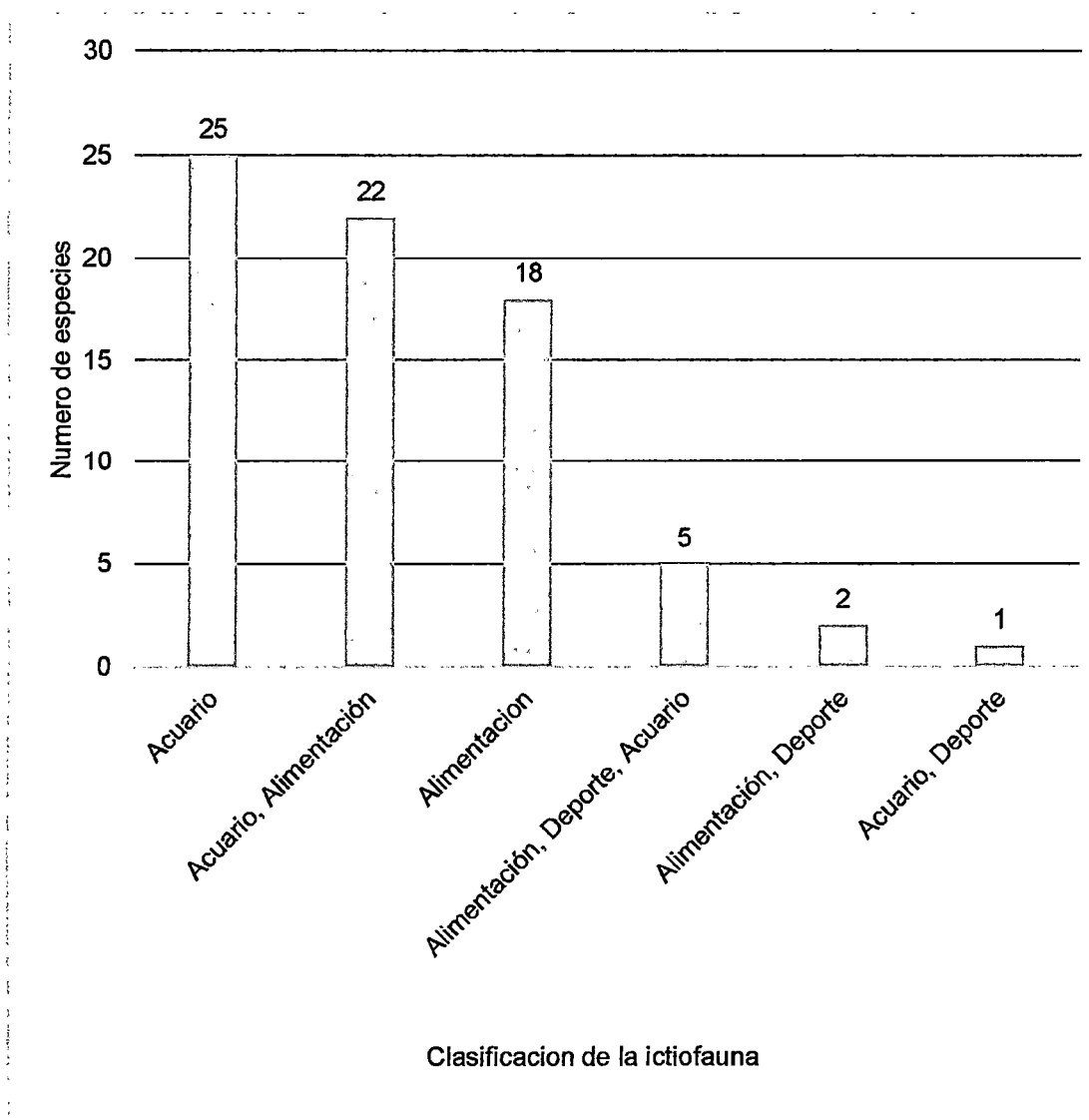
Para la conservación del pescado se observó que los pescadores realizan lo que comúnmente se llama el charqueo o pescado seco salado el cual es una técnica que permite conservar el pescado primero en agua-sal, para después secarlo al sol, las principales especies utilizadas son *Prochilodus nigricans* (boquichico), *Anodus elongatus* (yulilla), *seudoplatystoma punctifer* (doncella) sin embargo los pescadores a gran escala movilizan envases frigoríficos de "tecnopor" capaces de mantener hielo durante 7 días aproximadamente.

4.1.4.2 Clasificación de la ictiofauna según su potencialidad de uso

La clasificación de la ictiofauna según su potencial para su uso que ocurre en la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia, se realizó mediante el uso de bibliografía especializada, donde los principales usos que le dan a la ictiofauna son para la alimentación, acuariofilia y pesca deportiva.

Si bien la mayoría de las especies son aptas para el consumo, es de conocimiento general que existe preferencias por el sabor de la carne, la menor cantidad de huesos y las tallas medianas a grandes, lo cual limita la extracción comercial entre las especies de mayor explotación y apreciación por los pescadores de las especies registrados en nuestro estudio los pobladores locales indican que tienen mayor preferencia las siguientes especies (*Pseudoplatystoma punctifer*, *Plagioscion squamosissimus*, *Prochilodus nigricans*, *Piaractus brachypomus*, *Anodus elongatus*, *Mylossoma duriventre*) entre otros.

Grafico N° 13: Clasificación de la ictiofauna según su potencial de uso



De acuerdo al Grafico N° 13, Según la clasificación de la ictiofauna por su uso del total de especies observamos que se registró 25 especies para acuariofilia, para Acuariofilia y Alimentación 22 especies, para Alimentación 18 especies, para Alimentación, Acuariofilia y deporte 5 especies, Alimentación y Deporte 2, Acuariofilia y Deporte 1.

Entre las principales especies consideradas potencialmente para la alimentación y preferencias para la comercialización tenemos *Pseudoplatystoma punctifer* "doncella", *Calophysus macropterus* "mota", *Piaractus brachipomus* "paco", *Mylossoma duriventre* "palometa", *Leiarus marmoratus* "ashara",

Plagioscion squamosissimus "corvina", *Prochilodus nigricans* "bocachico", *Potamorhina altamazonica* "yahuarachi".

Entre las especies considerados potencialmente para la acuariofilia tenemos las especies comúnmente llamados "Shirui" *Corydoras aeneus*, *Corydoras reticulatus*, *Callichthys callichthys*, *Hoplosternum littoralis*, "Pechito" *Thoracocharax stellatus*, *Gasteropelecus sternicla*, "pico de pato" *Platystomatichthys sturio*, "Macana" *Eigenmannia virescens*, "Mojarrita" *Aphyocharax pusillus*, *Aphyochar axalburnus*, *Moenkhausia oligolepis* "Paña roja" *Pygocentrus nattereri* "molis" *Rivulus sp.*

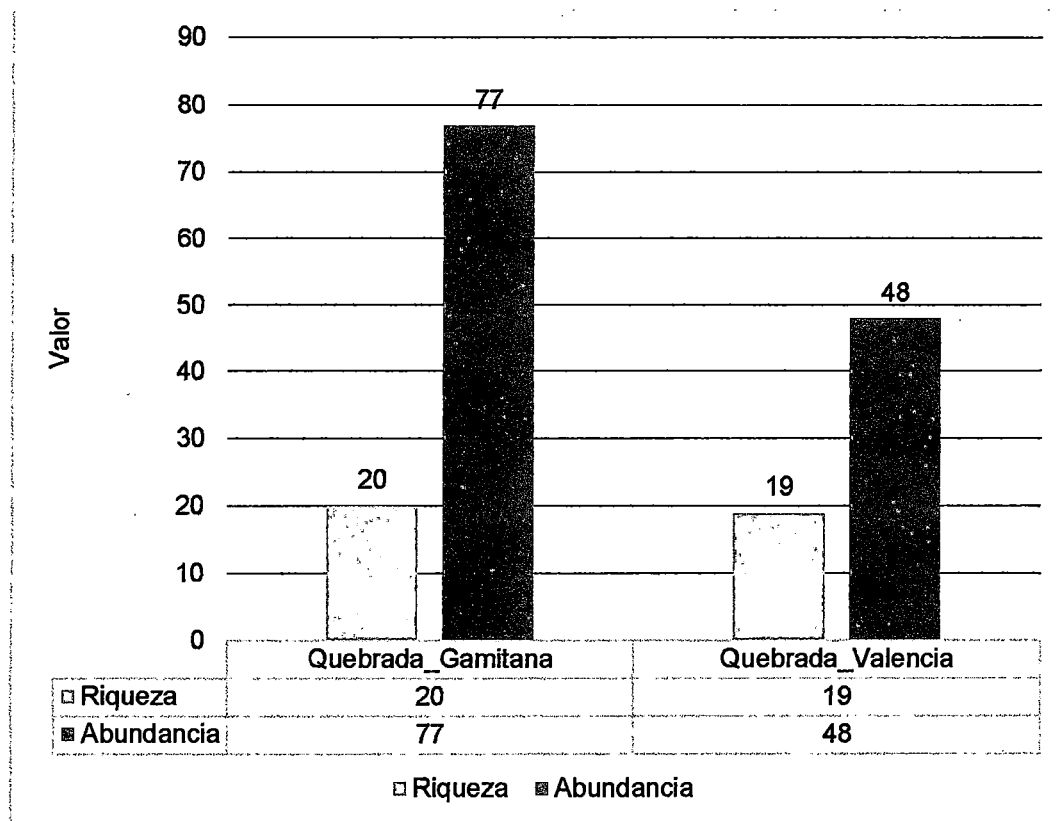
Especies consideradas como pesca deportiva tenemos especies comúnmente llamados "Cunchi" *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus blochii*, "pañás" *Serrasalmus rhombeus*, *Serrasalmus humeralis*, *Pygocentrus nattereri*, *Serasalmus spilopleura*. Las especies más utilizadas como alimentación, acuariofilia y para pesca deportiva tenemos a los comúnmente llamados "paco" *Piaractus brachypomus* y las "pañás" o pirañás entre otros.

4.2 MACROINVERTEBRADOS

Se colectaron en total 125 individuos. La sistematización del material capturado, permitió establecer la siguiente distribución ordenados en una lista sistemática de: 3 phylum (Arthropoda, Annelida y Mollusca) 4 clases, 11 órdenes, 19 familias y 26 especies. La Quebrada Gamitana registro 20 especies y la Quebrada Valencia registro 19 especies.

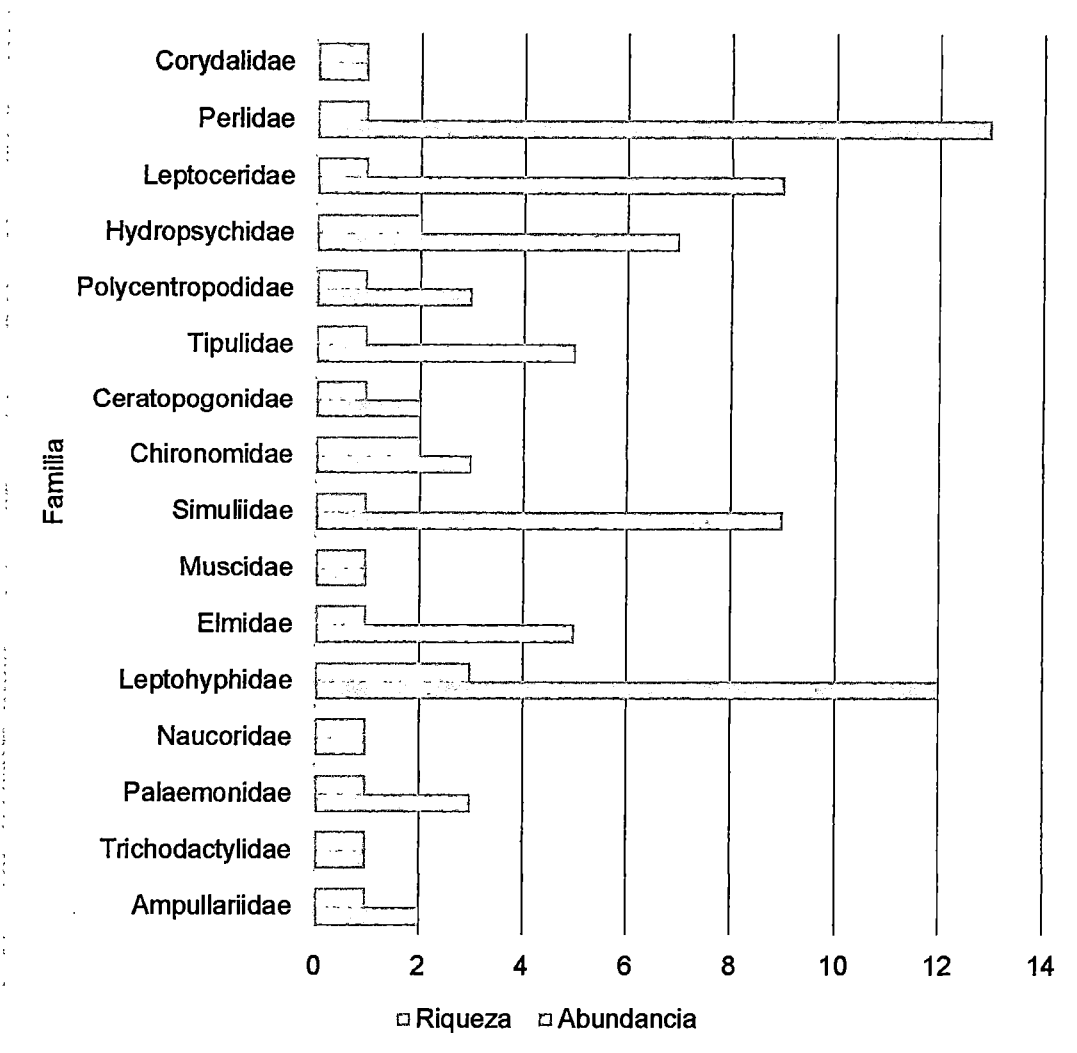
4.2.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS

Gráfico N° 14: Riqueza y abundancia de Macroinvertebrados en Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia.



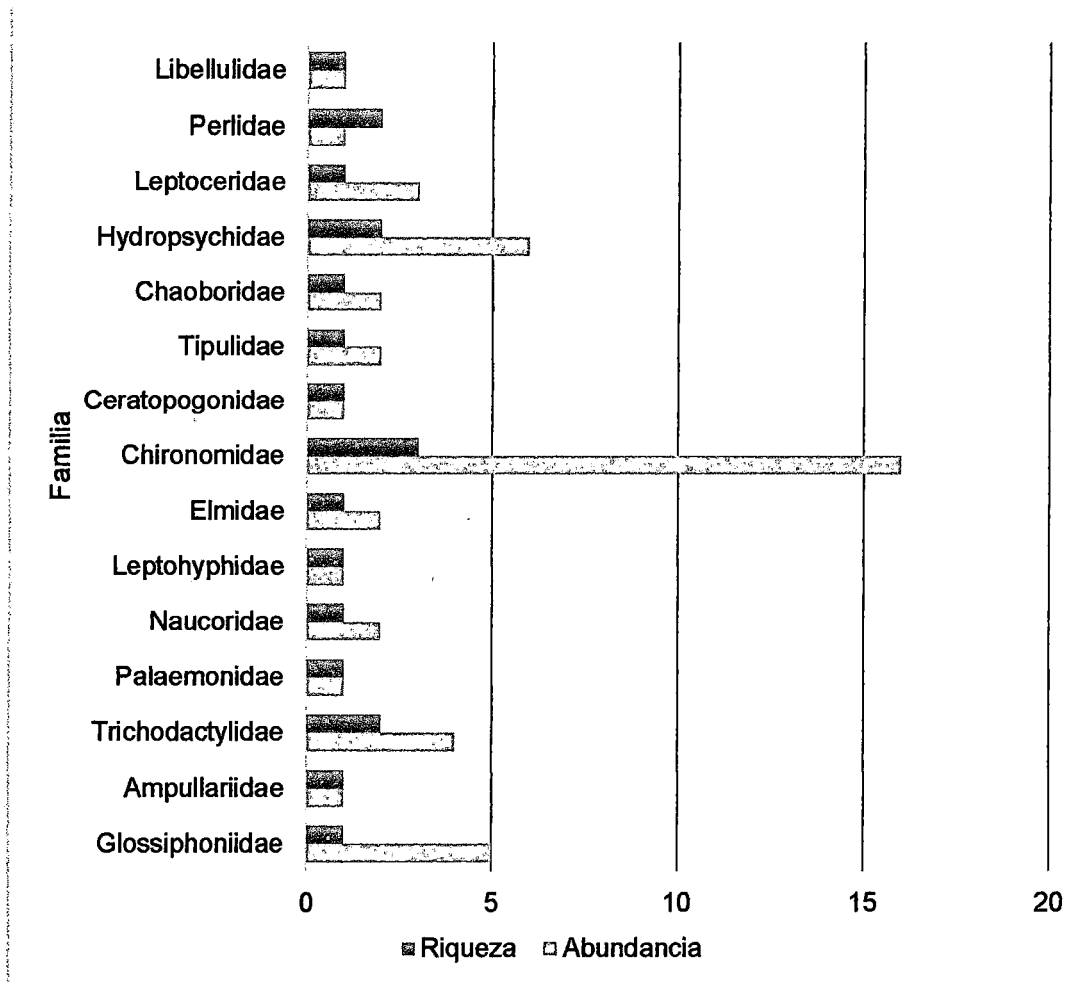
De acuerdo al gráfico N° 14, correspondiente a la riqueza de especies la Quebrada Gamitana registró 20 especies y la Quebrada Valencia registro 19 especies de un total de 26 especies registradas de los dos ambientes, por tanto no hay mucha diferencia en riqueza de especies registrados en ambos ambientes. La Quebrada Gamitana presento mayor abundancia con 77 individuos contabilizados y la Quebrada Valencia registro 48 individuos de un total de 125 individuos contabilizados en los dos ambientes evaluados.

Gráfico N° 15: Riqueza y abundancia de especies de Macroinvertebrados agrupados por familia en la Quebrada Gamitana



De acuerdo al Gráfico N° 15, la Quebrada Gamitana registro 16 familias donde la familia Leptohiphidae registro mayor riqueza de especies con 3 especies seguido por la las familias Chironomidae y Hydropsychidae con dos especies registrados cada uno, mientras el resto de las familias registraron la menor riqueza con una sola especie cada uno. Respecto a la abundancia la familia Perlidae presento mayor abundancia con 13 individuos, seguido por las familias Leptohiphidae (12), Leptoceridae (9) y Simuliidae (9) individuos respectivamente y las familias que presentaron menor abundancia son Trichodactylidae, Naucoridae, Muscidae y Corydalidae con un individuo registrado respectivamente.

Gráfico N° 16: Abundancia y riqueza de especies de Macroinvertebrados agrupados por familia en la Quebrada Valencia



De acuerdo al Gráfico N° 16, la Quebrada Gamitana registro 15 familias donde la familia Chironomidae registro mayor riqueza de especies con 3 especies seguido por la las familias Trichodactylidae y Hydropsychidae con dos especies registrados cada uno, mientras el resto de las familias registraron la menor riqueza con una especie cada uno. En lo que corresponde a la abundancia la familia Chironomidae presento mayor abundancia con 16 individuos, seguido por la familia Hydropsychidae (6), Glossiphoniidae (5) y Trichodactylidae (4) individuos respectivamente y las familias que presentaron menor abundancia son Ampullariidae, Palaemonidae, Ceratopogonidae, Perlidae y Libellulidae con un individuo registrado cada uno.

El registro de las siguientes familias en la Quebrada Gamitana como la abundancia que presento la familia Perlidae del orden Plecoptera y las familias del orden Trichoptera (Leptoceridae, Polycentropodidae) y la presencia de las familias Ampullariidae, Palaemonidae que presentan especies indicadoras de aguas de buena calidad, y el registro de menor abundancia y riqueza de especies de las familias del orden Díptera como Muscidae, Chironomidae, Tipulidae y Ceratopogonidae estas familias se caracterizan por presentar especies de amplia distribución y más tolerantes a la contaminación del agua, por tanto la mayor abundancia y riqueza de especies indicadores de buena calidad de agua determinan la situación en el que se encuentra las aguas de la Quebrada Gamitana.

En la Quebrada Valencia el registro de la familia con mayor representatividad espacial durante el muestreo fue Chironomidae, del orden Diptera, taxa reconocido como tolerante a la contaminación, que puede estar siendo favorecida por la abundante presencia de sedimentos en el sistema ya que los géneros pertenecientes a esta familia se caracterizan por su preferencia en sistemas con abundante carga de materia orgánica particulada fina. Mientras la presencia de las siguientes familias como Ampullariidae, Palaemonidae, Hydropsychidae y Perlidae taxa indicadoras de buena calidad de agua se registraron en menor abundancia y riqueza en la Quebrada Valencia.

Ya que los macroinvertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias entre las que destacamos amplia distribución geográfica, riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación, muestreo sencillo y barato, taxonomía en general bien conocida a nivel de familia, la sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación. La mayor o menor abundancia y riqueza de taxa tolerantes a la contaminación y taxa indicadores de calidad de agua, determinan la situación actual del medio acuático por lo cual la Quebrada Valencia presenta más signos de contaminación que la Quebrada Gamitana.

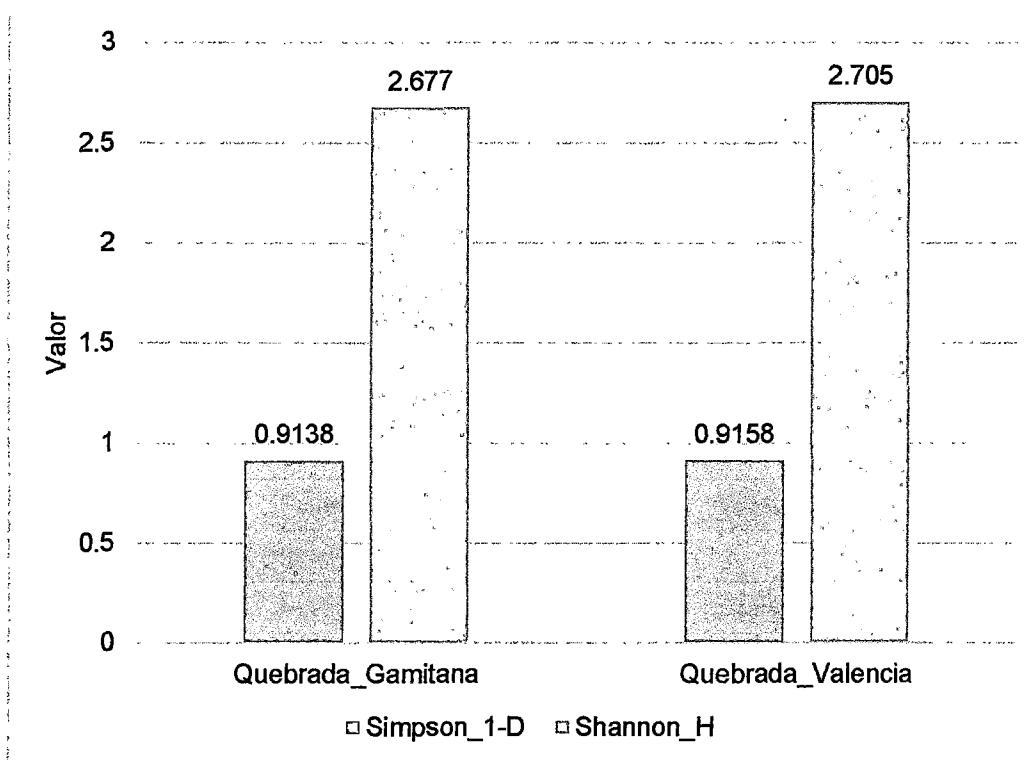
4.2.2 INDICES DE DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

4.2.2.1 Índices de Diversidad de Shannon (H) y Simpson_1-D

Tabla N° 8: Índices de Diversidad de Shannon (H) y Simpson_1-D de macroinvertebrados en Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia

Índices	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia
Simpson_1-D	0.9138	0.9158
Shannon_H	2.677	2.705

Grafico N° 17: Índices de diversidad (Shannon H) y (Simpson_1-D) de Macroinvertebrados en Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia.



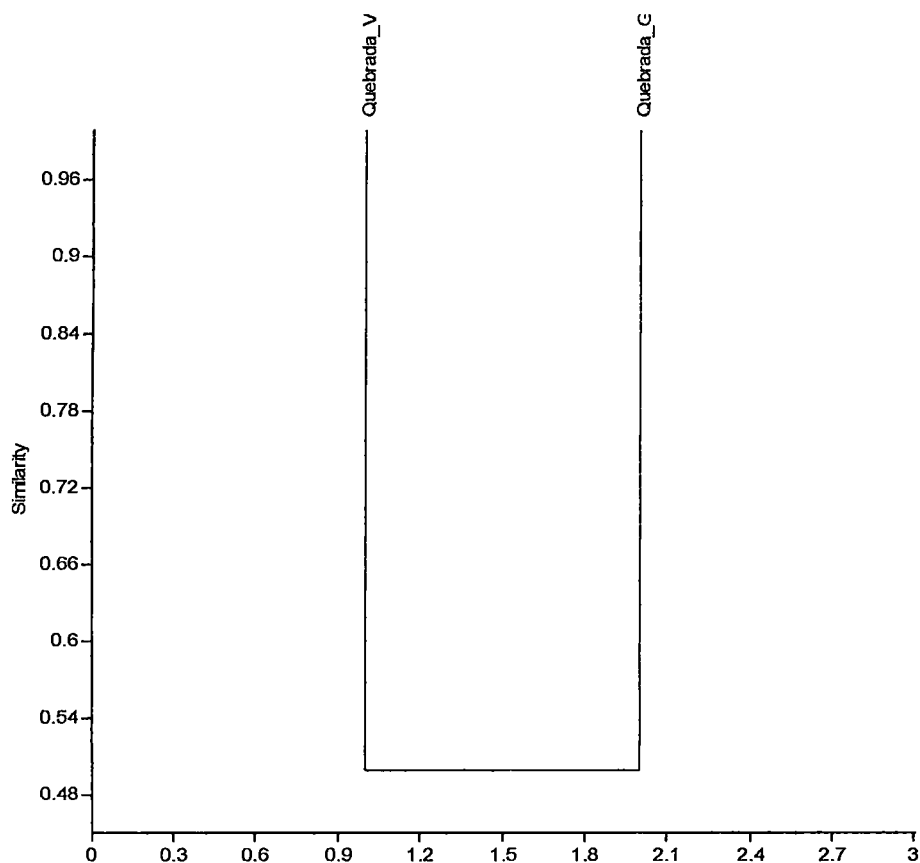
De acuerdo al Grafico N° 17, el Índice de equidad de Shannon-Wiener la Quebrada Gamitana presento valor de diversidad de 2.677 y la Quebrada Valencia que presento un valor de diversidad de 2.705, por tanto la diversidad es media en los dos ambientes evaluados. Según el Índice de dominancia de

Simpson (1-D) la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia presentan similar diversidad de 0.9138 y 0.9158 respectivamente por tanto la diversidad es alta.

4.2.3 INDICE DE SIMILITUD DE MACROINVERTEBRADOS

4.2.3.1 Coeficiente de similitud de Jaccard

Grafico N° 18: Coeficiente de similitud de Jaccard de Macroinvertebrados



De acuerdo Grafico N° 18, según el Coeficiente de similitud de Jaccard las áreas de estudio Quebrada Valencia y Quebrada Gamitana, de acuerdo a la estructura y composición de Macroinvertebrados presentan una composición de especies con una similitud del 50 %.

4.3. ÍNDICES BIÓTICOS

4.3.1 Calidad de Aguas por Indicadores Biológicos

Como explicamos en el apartado metodológico, las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (bentos) nos pueden indicar posibles anomalías o alteraciones sufridas por los cuerpos de agua.

4.3.1.1 Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP/Col.)

Según la tabla N° 14, la puntuación obtenida con el índice BMWP/Col por la sumatoria de las puntuaciones que se le da a las diferentes familias de macrinvertebrados indicadores de calidad de agua, donde cada familia obtiene una puntuación que va de 1 a 10 según la tolerancia o no a la contaminación de los diferentes taxos de macroinvertebrados. Según la sumatoria que resulto de la puntuación que se le dio a las diferentes familias registrados en la Quebrada Gamitana se obtuvo una puntuación de 95, que significa que este medio acuático presenta aguas ligeramente contaminadas, de la misma forma la Quebrada Valencia presento una puntuación de 79, que significa que este medio acuático también presenta aguas ligeramente contaminadas. Las aguas ligeramente contaminadas están catalogadas según la puntuación con el índice BMWP/Col dentro del rango de (61-100) puntos, por tanto los dos ambientes evaluados presentan aguas en un estado de aceptable.

Tabla N° 9: Calidad de las Aguas para el índice BMWP/Col.

AREA DE MUESTREO	CALIDAD	VALOR BMWP/Colombia	SIGNIFICADO	COLOR
Quebrada Gamitana	Aceptable	95	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Valencia	Aceptable	79	Aguas ligeramente contaminadas	Amarillo

Este índice nos aproxima a conocer el estado de conservación de los cuerpos de agua, así podemos apoyar la idea de que la mayor puntuación que presento la Quebrada Gamitana 95 puntos, presenta aguas ligeramente contaminadas en estado de calidad aceptable, este resultado puede deberse a que este cuerpo de agua puede estar alterado mínimamente por acción del turismo, actividades

diarias que realizan los comuneros que se asientan en las orillas de la Quebrada y la actividad minera. Mientras la Quebrada Valencia obtuvo una puntuación menor de 79 puntos cuyo significado es igual de aguas ligeramente contaminadas en estado de calidad aceptable, donde este cuerpo de agua puede estar un poco más impactado que la Quebrada Gamitana por diferentes actividades que se realizan por una considerable población de familias (500) que habita alrededores del lago Valencia del cual es efluente la Quebrada Valencia y también el transporte pluvial de turistas y pobladores de la zona los cuales pueden influenciar en el estado en el que se encuentran estos cuerpos de agua.

4.3.1.2 Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

Tabla N° 10: Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT).

Area de estudio	Índice de EPT	Calidad de agua
Quebrada Gamitana	57.15 %	Buena
Quebrada Valencia	25 %	Regular

El análisis EPT se realizó mediante el uso de estos tres grupos de Macroinvertebrados (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) que son indicadores de buena calidad de agua debido a su alta sensibilidad a la contaminación. Se obtuvo contando el número de taxa de estos órdenes presentes en los cuerpos de agua evaluados, donde la Quebrada Gamitana presentó un índice de EPT de 57.15 % cuya calidad de agua es Buena, mientras la Quebrada Valencia presentó un índice EPT de 25 % cuya calidad de agua es Regular.

Las diferencias mínimas entre la valoración de la calidad de aguas se debe por que los índices bióticos utilizados Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) y el Índice Biológico de Monitoreo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (BMWP/Col.) por que el índice (EPT) considera el número total de individuos de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera el cual es restringido porque en un cuerpo de agua no solo se suele encontrar como indicadores solo estos órdenes sino hay una gama de taxa de macroinvertebrados indicadores de calidad de

agua. A diferencia que el índice modificado para Colombia (BMWP) considera más taxas como indicadores de calidad de agua. Según el análisis de calidad de agua con todos los índices empleados la Quebrada Gamitana presenta mejores condiciones de calidad de agua que la Quebrada Valencia, pero esta diferencia es mínima.

4.4 Mercurio

Tabla N° 11: Mercurio en las estaciones de muestreo

Parametro	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia
Mercurio (ppm)	0.000	0.000

Las estaciones de estudio no registraron mercurio en el agua, esto puede darse por que el mercurio por ser metal pesado se encuentra en el sedimento.

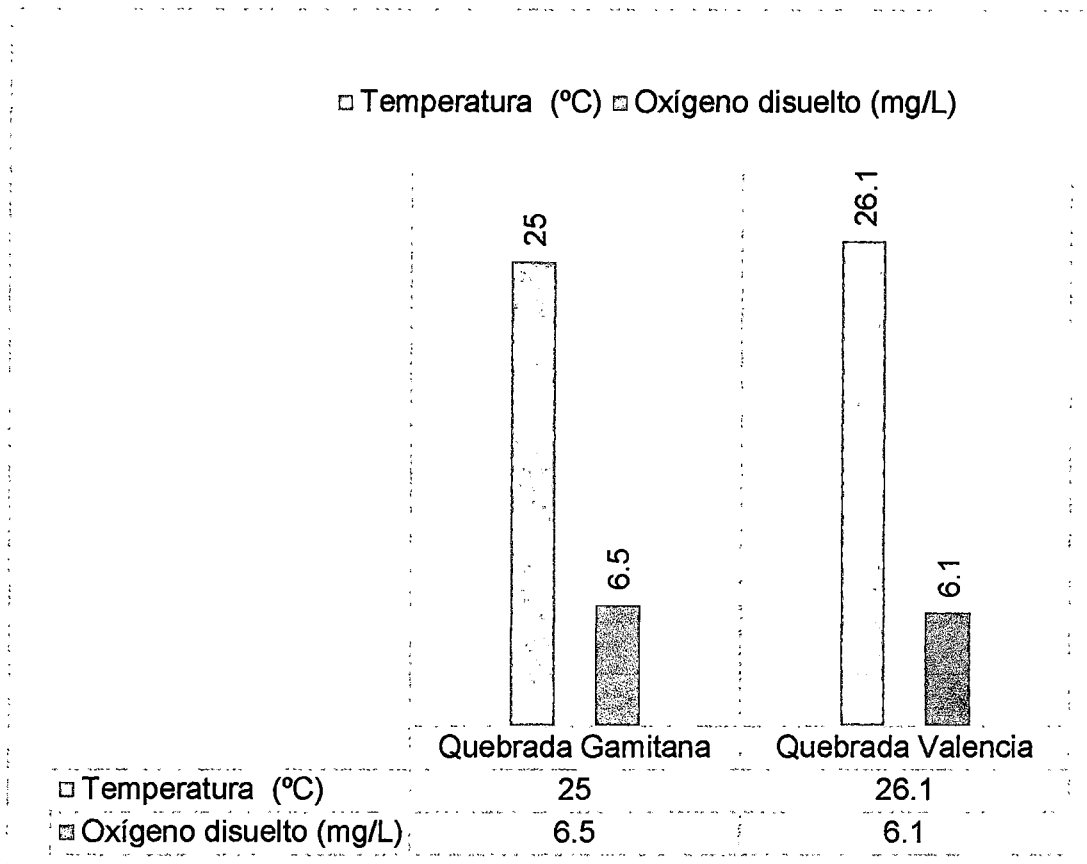
4.5. Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros físico-químicos fueron tomados de aguas superficiales

Tabla N° 12: Parámetros fisicoquímicos de los cuerpos de agua evaluados.

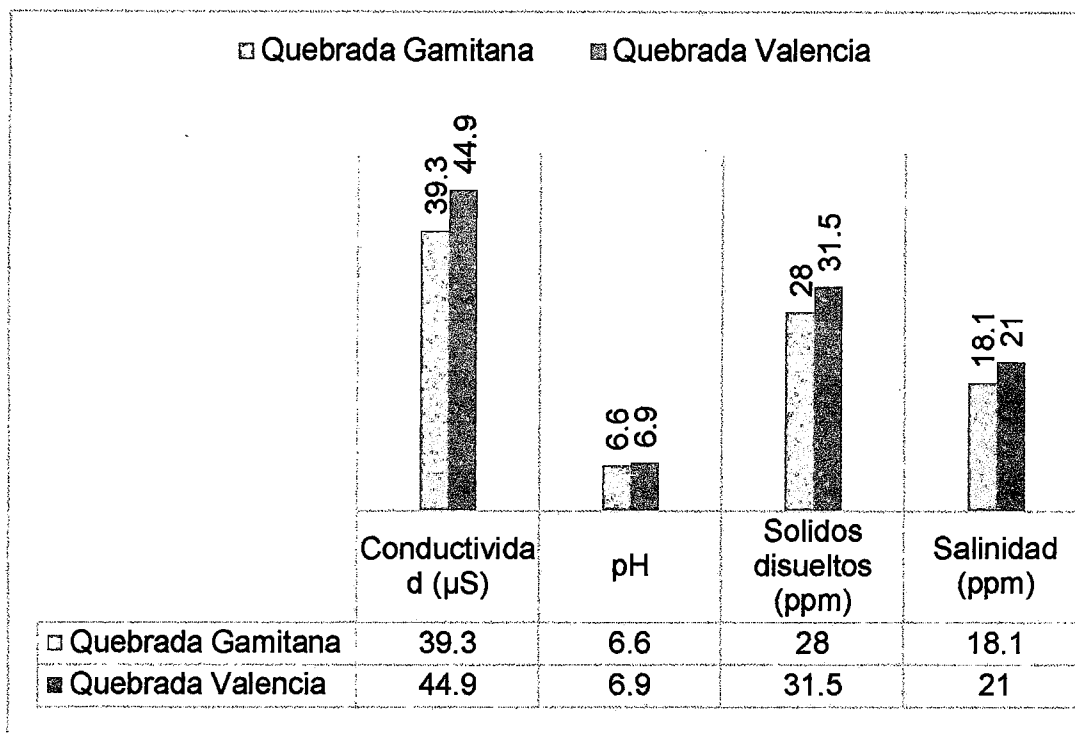
Parámetros Fisicoquímicos	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia
Transparencia (cm)	30	28
Temperatura (°C)	25	26.1
Conductividad (µS)	39.3	44.9
pH	6.6	6.9
Sólidos disueltos totales (ppm)	28	31.5
Salinidad (ppm)	18.1	21
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.5	6.1

Gráfico N° 19: Niveles de Oxígeno y Temperatura



De acuerdo al Gráfico N° 19, en la Quebrada Valencia se registró una temperatura de 26.1°C y el Oxígeno Disuelto fue de 6.1 ppm. Mientras la temperatura registrada en la Quebrada Gamitana es de 25°C y el Oxígeno Disuelto fue de 6.5 ppm. El oxígeno disuelto se encuentra inversamente relacionado con la temperatura de tal forma que un aumento en la temperatura del agua implica una disminución de oxígeno disuelto ya que lo acerca más a su punto de saturación favoreciendo su dilución y escape al aire mientras la turbidez y remoción de sustrato en los cauces de los ríos disminuye la capa fótica, es decir la capacidad de los rayos del sol de penetrar al agua impidiendo que la biomasa vegetal realice la fotosíntesis y disminuyendo el aporte de oxígeno (McKinsey, D. & Chapman, L. 1998.).

Gráfico N° 20: Niveles Conductividad, pH, Solidos disueltos totales y Salinidad



De acuerdo al Gráfico N° 20, la Quebrada Valencia registro valores mayores que la Quebrada Gamitana. Donde la Quebrada Valencia registro en conductividad (44.9 us), pH (6.9), Solidos disueltos totales (31.5 ppm) y salinidad (21 ppm) mientras la Quebrada Gamitana registro en conductividad (39.3 us), pH (6.6), Solidos disueltos totales (28 ppm) y salinidad (18.1 ppm).

Los valores de pH, conductividad dependen de las sales y los iones disueltos del agua, que esta va adquiriendo a lo largo de su recorrido. Los valores altos registrados en la Quebrada Valencia pueden deberse a que dicha Quebrada es efluente de un cuerpo de agua de tipo lentic (lago valencia) en cuyas inmediaciones habita un número importante de familias dedicadas a la pesca, recolección de castaña, madera así como al ecoturismo cuyas actividades domésticas cotidianas están relacionadas directamente en el lago por ejemplo aseo personal, lavado de ropa y entre otras, estas actividades pueden influir en el aumento de dichos parámetros registrados en la Quebrada Valencia.

4.6 Conservación del ambiente acuático según estándares de calidad ambiental para determinar la calidad del agua.

Para caracterizar la calidad del agua superficial, se comparó los resultados de los parámetros evaluados con los estándares establecidos por la autoridad nacional competente, los cuales establecen los niveles de concentración de sustancias o parámetros físico-químicos en el agua para ello se han considerado los estándares nacionales establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático en ríos de selva).

Tabla N° 13: Comparación con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 4: conservación del ambiente acuático.

Parámetros	Unidades	Quebrada Gamitana	Quebrada Valencia	D. S. N° N°002-2008 MINAM -C4 Rios – Selva
Parámetros fisicoquímicos				
Temperatura	(°C)	25	26.1	-
Oxígeno disuelto	(ppm)	6.1	6.5	≥5
Conductividad	(uS)	39.3	44.9	-
pH		6.6	6.9	6.5-8.5
Solidos disueltos totales	(ppm)	28	31.5	500
Salinidad	(ppm)	18.1	21	-
Inorgánicos				
Hg	(ppm)	0.000	0.000	0.0001

Fuente: Elaboración en base a datos del MINAN.

De acuerdo a la Tabla N° 13, comparando los parámetros fisicoquímicos evaluados tanto en la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 4: conservación del ambiente acuático del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. El Oxígeno disuelto, pH, Solidos disueltos totales y Mercurio se encuentran dentro de los estándares de calidad mientras para Temperatura, Conductividad y Salinidad no tienen valor asignado por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

DISCUCIONES

1. Factores ambientales como los parámetros fisicoquímicos del agua, acción antrópica así como la disponibilidad de alimento condicionan la composición de las comunidades de peces y de macroinvertebrados. La composición de estas comunidades nos puede ayudar a conocer mejor el estado de conservación de los cuerpos de agua, detectando posibles anomalías en el sistema.
2. Recopilando información de literatura científica, se reconocen 1064 especies válidas para Perú (55 familias y 17 órdenes). La mayoría de las especies corresponden al Super Orden Ostariophysi (82%), teniendo como órdenes dominantes a los Characiformes y Siluriformes. (Ortega, H. et al 2012) como se registró en los ambientes estudiados el orden Caraciformes fue la más diversa seguido por el orden Siluriformes.
3. La riqueza de especies y abundancia de individuos de macroinvertebrados registrados en los dos ambientes evaluados, son menos diversos en comparación con estudios realizados en cabeceras de cuencas (Roldán, G. 2003). Quien determino la predominancia de macro invertebrados se correlaciona con la presencia de sustratos duros como piedras y cantos rodados típicos de cabeceras de cuencas, mientras que en ríos de llanura debida principalmente a la presencia de sustrato blando (humus y limo) la riqueza y abundancia es menos como es el caso registrado en el presente trabajo.
4. Las variaciones de valores de los parámetros fisicoquímicos ocurren como consecuencia de fuertes lluvias esporádicas, que tienden a disminuir los valores de conductividad y neutralizar el pH. (Barthem et al 2003). Esto puede explicar los diferentes valores que registraron las dos estaciones de muestreo.

CONCLUSIONES

1. En los dos ambientes estudiados se registraron un total de 489 individuos de peces distribuidos en una lista sistemática de 76 especies, 62 géneros, 22 familias y 6 órdenes. En la Quebrada Gamitana se registró 59 especies y la Quebrada Valencia 46 especies de peces. Se colectaron 125 individuos de macroinvertebrados de los cuales se determinaron: 3 phylum, 4 clases, 11 órdenes, 19 familias y 26 especies. Donde la Quebrada Gamitana registro 20 especies y la Quebrada Valencia registro 19 especies de macroinvertebrados.
2. Según los índices de diversidad la quebrada Gamitana presento mayor diversidad, riqueza y abundancia de peces y macroinvertebrados. La similaridad de la ictiofauna entre la quebrada Gamitana y quebrada Valencia fue de 44% y de macroinvertebrados fue de 50%.
3. De acuerdo al índice BMWP/Col la calidad del agua en la Quebrada Gamitana y Valencia es de aguas ligeramente contaminadas en estado de calidad aceptable. Mientras con el Índice (EPT) la Quebrada Gamitana presento calidad de agua buena y la Quebrada Valencia presento calidad de agua en estado regular. Según los parámetros fisicoquímicos analizados dichos resultados se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos por el decreto supremo N° 002-2008 MINAM.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios ecológicos de éstos cuerpos de agua, así como las variaciones anuales en cuanto a distribución de especies de peces, hábitos alimenticios y madurez sexual; para comprender el funcionamiento e importancia de estos hábitats, su interrelación con otras especies asociadas a éstos cuerpos y su importancia en el bosque tropical.
2. Trabajar con los pescadores y pobladores locales, para establecer una serie de medidas de manejo pesquero, primero conocer la cantidad de pescadores, embarcaciones y artes de pesca. Por otra parte, reconocer los recursos pesqueros y las tallas que deben capturarse; determinar el uso selectivo de artes de pesca, las restricciones sobre las épocas de reproducción y los lugares de desove que permita el manejo sostenible de la ictiofauna en de las Quebradas.
3. Informar al público en general para reducir el consumo de peces con concentraciones altas de mercurio en los tejidos, establecer sistema de monitoreo para concentraciones de mercurio en pescados comestibles, desarrollar programas de educación pública sobre los riesgos de mercurio en peces y Controlar la polución del mercurio al Medio Ambiente por la minería de oro.
4. Ampliar los estudios de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores tomando mayor variedad de quebradas tanto prístinas como contaminadas por diversas actividades en Madre de Dios.
5. Se debe continuar con trabajos de monitoreo, de los ecosistemas acuáticos ya que sabemos que al paso del tiempo y por las actividades extractivas, ya que existen especies de peces y otros organismos acuáticos están fuertemente afectados.

BIBLIOGRAFICA

- Araujo, J. 2012. Estudio Hidrobiológico en la concesión de conservación Villa Carmen Pilcopata Cusco y Madre de Dios Perú. (ACCA).
- Araujo, J. 2011. Proyecto Hidrobiológico Río Tahuamanu Madre de Dios Perú. Cooperación Americana, la Universidad de Florida (EEUU), Consorcio Madre de Dios Pando, Proyecto especial de Madre de Dios.
- Araujo, j. 2010. Informe Hidrobiológico Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja sonene época seca. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral AIDER Puerto Maldonado MDD.
- Archangelsky, M. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Tucumán, Argentina. 282 pp.
- Abril, R. Posada, J. Parra, S. Velásquez, C. Riss, W. & Ospina, T. 2004. Los macroinvertebrados acuáticos del Páramo de Frontino (Antioquia, Colombia): Estudio Preliminar. En: Resúmenes XXXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Bogotá. pp.75.
- Balon, E. K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. J. Fish Res Board Can. 32 (6): 821-864pp.
- Barthem, R. Goulding, M. Fosberg, B. Cañas C & H. Ortega. 2003. Aquatic Ecology of the Rio Madre de Dios, Scientific bases for Andes Amazon Headwaters. Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) / Amazon Conservation Association (ACA). Gráfica Biblos S.A., Lima, Perú. 117 pp.
- Ballesteros, N. & Zúñiga, M. 2005. Contribución al conocimiento del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en el río Riofrío (Valle del Cauca). Universidad del Valle. Cali. Posgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Boletín. 2 pp.
- Brack, A. Ipenza, C. Alvarez, J. & Sotero, V. 2011. Minería Aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio - Una Bomba de Tiempo, Ministerio del Ambiente. Primera Edición, Editorial Súper Gráfica E.I.R.L.

Carvalho, T. Araújo, J. Espino, J. Trevejo G. Ortega, H. Jerep, F. Reis R. & Albert, j. 2012. Fishes from the Las Piedras River, Madre de Dios basin, Peruvian Amazon. Check List 8(5): 973–1019, 2012 ISSN 1809-127X (available at www.checklist.org.br).

Campana, S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of fish biology, 59: 197-242pp.

Chapman, D. 1996. Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman Hill. London. 626 p.

Chang, F. & H. Ortega. 1995. Additions and Corrections to the List of Freshwater Fishes of Peru. Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A) 50:1-12.

Chang, F. 1991. Ictiofauna de la Zona Reservada Tambopata, Madre de Dios, Perú. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas, Lima.

Chang, F. 1996. La pesquería en Madre de Dios, Peru. Programa de desarrollo basado en la Conservación del Tambopata (prodescot) de conservación internacional.

Chang, F. 1998. Fishes of the Tambopata-Candamo Reserved Zone, Southeastern Perú. Revista Peruana de Biología Vol. 5 • Nº 1 UNMSM.

Chernoff, B. & W. Willink. 1998. A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Upper Rio Orthon Basin, Pando, Bolivia. Bulletin of Biological Assessment 15. Rapid Assessment Program. Conservation International, Field Museum, Museo Nacional de Historia Natural-Bolivia.

Domínguez, E. Hurbbard, M. Pescador, M. & Molineri, C. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Tucumán, Argentina. 282 pp.

Duncan, J. R. & Lockwood, J. L. 2001. Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. Biological Conservation 102: 97-105.

Dudgeon, D., A. Arthington, M. Gessner, Z. Kawabata, D. Knowler; C. Leveque, R. Naiman. A. Prieur, D. Soto, M. Stiassny & C. Sullivan. 2005. Freshwater Diversity:

Importance, threats, status and conservation challenges. (www.diversitas.org/freshwater).

Fernandez, E. L. y Gonzales, V. H. 2009. Niveles de mercurio en peces en Madre de Dios. Carnegie Institution for Science, Department of Global Ecology. Stanford, California USA. (Power Point).

Fernandez, E. L. 2013. Mercurio en Madre de Dios concentraciones de mercurio en peces y seres humanos en Puerto Maldonado. . Carnegie Institution for Science, Department of Global Ecology. Stanford, California USA. (Power Point).

Fernández, H. R. y E. Domínguez. 2002. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. (eds). Universidad de Tucumán.

Figueroa, J. & Stucchi, M. 2009. Biodiversidad de los alrededores de Puerto Maldonado. Línea de base ambiental del EIA del lote 111 Madre de Dios, Perú. IPyD ingenieros y AICB. Lima, Perú. 224pp.

Flores, A. Ancona, A. Brown, B. Nogueira, F. Campos, J. Rojas, M. Vicuña, O. Roubach, R & Scorvo, D. 2010. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica Número 1 FAO.

García, V. & Calderon, H. 2006. Peces de Pando, Bolivia. Especies de importancia comercial en mercados de la ciudad de Cobija.

Guevara, C. 2013. Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera. Madre de Dios-Perú. Tesis para optar el título profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería. Facultad de ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Goulding, M. Barthem, R. Cañas, C. Hidalgo, M. y Ortega, H. 2010. La Cuenca del río Inanbari ambientes acuáticos, biodiversidad y represas. Wildlife Conservation Society. Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-16532 ISBN: 978-612-45483-1-4.

Gobierno Regional de Madre de Dios. 2008. Anuario geográfico de Madre de Dios Lima: Sociedad Geográfica de Lima, 2008. 367 p.: il. (Algunas col.), diagrs, mapas; 30 cm. ([Anuario Geográfico]; v. 17).

Harding J. S., Benfield E. F., Bolstad P. V., Helfman G. S. and Jones III E. B. D. 1998. Stream biodiversity: the ghost of land use past. *Proceedings of the National Academy of Sciences.U.S.A.* 95: 14843-14847.

Hails, C. 2006. Living Planet Report 2006. World Wildlife Fund, Zoological Society of London, and Global Footprint Network, Gland, Suiza. 44 pp.

Hidalgo, M. 2011. PECES de las Cuencas de los ríos Santiago y Morona. Área propuesta de conservación Cerros de Kampankis, Amazonas Loreto, PERU. Museo de Historia Natural (UNMSM), Lima Perú, The Field Museum, Chicago. Rapid Color Guide # 336 versión 1.

Huamani, G. 2000. Bosques Montanos del Sudeste del Perú, evaluación del medio biofísico.

Junk, W. 1984. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Hydrobiologie Tropical*, 15 (4): 285-301pp.

Junk, W. J. & Piedade, M. 1997. Plant life in the floodplains with special reference to herbaceous plants. Pp. 147-185. *In* W. J. Junk (ed) *The Central Amazon Floodplain Ecology of a Pulsing System*, Ecological Studies 123, Springer, Berlin.

Lauzanne, L. Loubens G. & Guennec, G. 1992. Les milieux aquatiques de la région de Trinidad (Béni, Amazonie bolivienne). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 25(1):3-21pp.

Lauzanne, L. & loubens, G. 1985. Peces del Rio Mamore Bolivia. Institut Français de Recherche Scientifique Pour le Développement en Coopération Collection Travaux Et Documents N° 192.

Lenat, D. R. 1988. Water quality assessment using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *J.N. Am. Benthological Soc* 1988. 7: 222-233.

Lucena, C. 2007. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Roebooides* grupo-*affinis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Bolsista de Produtividade CNPq. Laboratório de Ictiologia, Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 97(2):117-136.

Matute, j. Águila, R. Panduro, A. Mass, W. & Martín, M. 2009. Amazonia guía ilustrada de flora y fauna. Programa de Cooperación Hispano Peruano - Proyecto Araucaria XXI Nauta. Ministerio del Ambiente – Enlace Regional Loreto. Agencia

española de Cooperación Internacional para el Desarrollo - Oficina Técnica de Cooperación. ISBN 978-612-45650-0-7.

Maldonado, J.A., Ortega, A., Usma, J.S., Galvis, G., Villa, F. A., Vásquez, L., Prada, S., & Ardila, C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. - Colombia. 346 p.

Malabarba, M. 2004. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 2(4):167-204, Sociedade Brasileira de Ictiologia.

Mancini, M. 2002. Introducción a la Biología de los Peces. Cursos Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton NJ.

Montalván, G. & Mogollón, V. 2009. Hidrobiología en el estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación de 10 Pozos Exploratorios en el Lote 111 de la Cuenca Madre de Dios. Tecnologías y Consultorías Ecológicas S.A.C.

Naprawnik, M. 1995. Ecología de cuerpos de agua en los alrededores del centro de investigaciones Tambopata. Museo de Historia Natural, Universidad Ricardo Palma.

McKinsey, D. & Chapman, L. 1998. Dissolved oxygen and fish distribution in a Florida spring. *Environmental Biology of Fishes* 53: 211–223.

Pouilly, M., C. Ibañez, M. Gutierrez, & T. Yunoki. 1999. Funcionamiento ecológico de las laguna de la zona de inundación del río Mamoré (Beni – Bolivia). *Rev. Boliviana de ecología y conservación*, 6: 41-54pp.

Prieto J. 2004. El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Eco Ediciones, Bogotá, D.C. 275 p.

PRODUCE. 2010. Plan Nacional de Desarrollo Acuícola (2010-2021). Decreto Supremo N° 001-2010 PRODUCE. Lima-Perú.

PRODUCE, 2001. Ley N° 27460 Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura. Publicado Diario el Comercio, 26 de Mayo del 2001. Lima, Perú.

Ortega, H. & R. Vari. 1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. *Smithsonian Contrib. Zool.* 437: 1-25.

Ortega, H. Rengifo, B. Samanez, I. y Palma, C. 2007. Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. *Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú Avances de las ciencias biológicas en el Perú.* Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Ortega, H; M. Hidalgo; E. Correa; J. Espino; L. Chocano; G. Trevejo; V. Meza; A. M. Cortijo y R. Quispe. 2012. Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica - Museo de Historia Natural, UNMSM. 48 páginas.

Ortiz, N. & Iannacone, J. 2008. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. *Laboratorio de Ecofitología Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Biologist (Lima).* Vol. 6, N°1, ene-jun 2008, 54-67,

Osorio, D. & Ortega, H. 2006. Peces de Cocha Cashu. Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional MANU, Madre de Dios, Museo de Historia Natural de Lima, Perú.

Osorio, D. 2008. Aspectos ecológicos de los peces en la Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional del Manu, Madre de Dios. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. UNMSM.

OMS. 2003. UN Committee of FAO and OMS recommends new dietary intake limits for mercury. <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2003/np20/en/>.

Palacios, V. & Ortega, H. 2004. Diversidad ictiológica del Río Inambari, Madre de Dios, Perú. *Rev. Perú. biol.* 15(2): 059- 064 (Febrero 2009), Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Powell, R. 1998. A key to the market fishes of the Iquitos Region, Peru. Department of Zoology in the Graduate School Southern Illinois University at Carbondale.

Prat, N. Ríos, B. Acosta, R. Rieradevall, M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las Aguas. Grupo de Investigación F.E.M. (Freshwater

Ecology and Management). Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona y Laboratorio de Ecología Acuática. Universidad San Francisco de Quito Ecuador.

Quispe, R. 2011. Diversidad de peces en cinco tributarios del rio Madre de Dios. Seminario curricular, facultad de ciencia biológicas-UNSAAC.

Roldan, G. 1988. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuaticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN - Colombia. Editorial Presencia Ltda. 217 pp. Bogota, Colombia.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macro-invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. FEN-Colombia, COLCIENCIAS - Universidad de Antioquia, Medellín. 217 pp.

Roldan, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de calidad de agua. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Vol XXIII. Número 88

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/ Col. Primera Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.

Rojas, M; Olivera, R; Quispe, R; & Ortega, H. 2007. Estudio preliminar de ictioplancton de la Amazonia peruana con énfasis en la familia Pimelodidae. Rev. peru. biol. Número especial 13(3): 263 - 265 (Julio 2007), Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Rosenberg, D. & Resh, V. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman y Hall, Nueva York. 488 p.

Sanchez, H. Vasquez, J. Vasquez, B. Huanqui, G. & Alcantara, F. 2006. Peru's Ornamental Fish. IIAP – PROMPEX.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th edition 1999, 10600.

Tercedor, A. 1996. Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos. IV Simposio del Agua de Andalucía (SIAGA) vol II. 203-213. ISBN: 84-7840-262-4.

Tello, S. 2002. Situación actual de la pesca y la acuicultura en Madre de Dios. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA).

- Vázquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R. & Castro, T. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. 7 p.
- Vari, R. & Weitzman S. 1990. A review of the phylogenetic biogeography of the freshwater fishes of South America.
- Vari, R. Ferraris C. & Pinna, M. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotropical Ichthyology*, 3(2):127-238, Sociedade Brasileira de Ictiologia.
- Villacorta, M. & Saint, P. 1999. Structural indexes and sexual maturity of tamabaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) in central Amazon, Brasil. *Rev. Brasil. Biol?* 59 (4): 637-652pp.
- Yañez, M. 1999. Etología, Ecología y conservación del delfin *Inia geoffrensis* en los ríos Iténez y Paragua del Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Tesis de Maestría en Ecología y Conservación. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ciencias Naturales. Instituto de Ecología. Carrera Biología.
- Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1979. Estado atual da sistemática dos peixes de eua doce da América do Sud: *Acta Amazonica* 8: 657-677pp.
- Wiggins, G.B. 1996. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). University of Toronto Press. 2 da. Edición. 457 pp.

ANEXO

Anexo 1. Marco Conceptual

Biodiversidad: La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de formas de vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte, más allá de la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

Anoxia: falta de oxígeno en un ambiente.

Bentónico: los ecosistemas marino o de agua dulce, conjunto de organismo que vive en el fondo del agua, fijados o no al sustrato.

Bentos: Es una comunidad que comprende tanto animales invertebrados como vertebrados, y está caracterizada por habitar el sedimento acuático (fondo) y su superficie. Las respuestas de estas comunidades a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar posibles impactos.

Ictiología: especialidad de la zoología que estudia los peces.

Taxón: cualquier unidad o categoría taxonómica tal como familia, género o especie.

Bioacumulación: son organismos vivos dotados de la capacidad de absorber del ambiente determinadas sustancias y almacenarlas en el interior de sus propios tejidos sin eliminarlas mediante procesos metabólicos.

Biomagnificación: capacidad del Hg de presentarse en bajas concentraciones en organismos al principio de la cadena trófica y en mayor proporción a medida que se asciende en cadena trófica

Léntico: Ecosistemas de aguas inmóviles. Por ejemplo, lagunas, pantanos y lagos de agua dulce.

Lótico: Hábitat de agua con corriente, incluye todas las partes del curso de los ríos: los arroyos y manantiales de su cabecera, la zona central del valle, con sus

remansos y sus rápidos, la zona de la llanura aluvial y los estuarios que vierten sus aguas al mar.

Barbasco: Producto químico natural que se extrae de las raíces machacadas de una planta arbustiva (*Lonchocarpus sp*) presente en la zona. Segrega un látex que en contacto con las aguas produce la saturación del oxígeno disuelto y la muerte de los organismos aeróbicos.

Epoca de creciente: periodo del año que se caracteriza por el aumento del caudal del río ocasionado por el inicio y duración de las precipitaciones pluviales. Comprende principalmente los meses de diciembre a marzo.

Epoca de vaciante: periodo del año caracterizado por la disminución del caudal del río. Más evidente en los meses de julio a setiembre.

Mijano: migración estacional, masiva y multiespecífica de los peces con fines reproductivos y/o alimentarios.

Palizada: Vegetación arbórea de las zonas ribereñas (troncos, ramas raíces, etc.) arrastrada por la fuerza del incremento del caudal de los ríos y quebradas en época de creciente.

Visibilidad: Llamada también transparencia, es la medida de la profundidad que permite ver a través del agua; varía con las condiciones del día y el observador.

Anexo 2. Lista sistemática de peces registrados en el área de estudio.

Orden	Familia	Especie	Q. G	Q. V.	
Characiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon sp.</i>	1	-	
	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	-	2	
	Characidae	<i>Aphyocharax pusillus</i>	-	5	
		<i>Aphyocharax axalburnus</i>	20	22	
		<i>Astyanax sp.</i>	4	-	
		<i>Astyanax abramis</i>	7	4	
		<i>Astyanax bimaculatus</i>	1	3	
		<i>Charax caudimaculatus</i>	-	1	
		<i>Brycon melanopterus</i>	4	-	
		<i>Galeocharax gulo</i>	2	1	
		<i>Hemigrammus sp.</i>	1	-	
		<i>Moenkhausia oligolepis</i>	1	3	
		<i>Mylossoma duriventre</i>	6	7	
		<i>Odontostilbe fugitiva</i>	-	3	
		<i>Piaractus brachypomus</i>	8	2	
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	7	3	
		<i>Prionobrama filigera</i>	-	5	
		<i>Cynopotamus gouldingi</i>	1	-	
		<i>Roeboides affinis</i>	2	3	
		<i>Salminus affinis</i>	4	-	
		<i>Serrasalmus rhombeus</i>	6	15	
		<i>Serrasalmus spilopleura</i>	3	12	
		<i>Serrasalmus humeralis</i>	2	-	
		<i>Tetragonopterus argenteus</i>	10	4	
		<i>Triportheus angulatus</i>	6	15	
		<i>Pellona flavipinnis</i>	-	4	
		Crenuchidae	<i>Characidium steindacneri</i>	2	-
		Anostomidae	<i>Schizodon fasciatus</i>	1	-
	<i>Leporinus friderici</i>		8	1	
	<i>Leporinus pearsoni</i>		2	-	
	<i>Leporinus trifasciatus</i>		3	3	
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	6	8	
		<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	16	-	
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	3	8	
	Gasteropelecidae	<i>Thoracocharax stellatus</i>	17	10	
<i>Gasteropelecus sternicla</i>		1	-		
Cynodontidae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	-	2		
	<i>Cynodon gibbus</i>	-	2		
Hemidontidae	<i>Anodus elongatus</i>	-	35		

Orden	Familia	Especie	Q. G	Q. V.
Characiformes	Curimatidae	<i>Potamorhina altamazonica</i>	-	2
		<i>Psectrogaster rutiloides</i>	-	2
		<i>Steindachnerina bimaculata</i>	1	2
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus maculatus</i>	9	4
		<i>Pimelodus blochii</i>	4	6
		<i>Platystomatichthys sturio</i>	3	2
		<i>Calophysus macropterus</i>	1	2
		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	3	-
		<i>Hypophthalmus marginatus</i>	-	2
		<i>Leiarius marmoratus</i>	2	-
		<i>Platysilurus mucosus</i>	2	-
		<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	2	-
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	4	-
		<i>Pimelodella gracilis</i>	5	4
	Loricariidae	<i>Hypostomus pyrineusi</i>	1	2
		<i>Pterygoplichthys punctatus</i>	2	-
		<i>Hemiodontichthys acpenserinus</i>	1	-
		<i>Sturisoma nigrirostrum</i>	2	1
		<i>Rhineloricaria beni</i>	12	-
	Cetopsidae	<i>Cetopsis coecutiens</i>	3	2
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum littoralis</i>	2	-
		<i>Corydoras reticulatus</i>	3	-
		<i>Corydoras aeneus</i>	12	3
<i>Callichthys callichthys</i>		2	1	
Auchenipteridae	<i>Ageneiosus brevis</i>	-	2	
Pseudopimelodidae	<i>Microglanis sp.</i>	1	-	
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	4	2
		<i>Aequidens tetramerus</i>	12	-
	Cichlidae	<i>Crenicichla semicincta</i>	4	3
		<i>Crenicichla proteus</i>	2	-
		<i>Cichlasoma amazonarum</i>	1	-
		<i>Bujurquina sypilus</i>	5	2
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus sp.</i>	1	-
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	-	1
TOTAL DE ESPECIES			59	46
TOTAL DE INDIVIDUOS COLECTADOS			261	228

Donde:

Q. G. = Quebrada Gamitana

Q. V. = Quebrada Valencia

Anexo 3. Lista sistemática de Macroinvertebrados registrados en el área de estudio.

Clase	Orden	Familia	Especie	QG.	QV.
Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella sp.</i>	-	5
Gastropoda	Caenogastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea sp.</i>	2	1
Malacostraca	Decapoda	Trichodactylidae	<i>Dilocarcinus pagei</i>	-	1
			<i>Valdivia sp.</i>	1	3
		Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	3	1
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos sp.</i>	1	2
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes sp.</i>	1	1
			<i>Farrodes sp.</i>	4	-
			<i>Miroculis sp.</i>	7	-
	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>	5	2
	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>	1	-
		Simuliidae	<i>indeterminado2</i>	9	-
		Chironomidae	<i>Cricotopus sp.</i>	-	4
			<i>indeterminado 3</i>	-	3
			<i>indeterminado 4</i>	1	-
			<i>Tanytarsus sp.</i>	2	9
		Ceratopogonidae	<i>Palpomyia sp.</i>	2	1
		Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	5	2
		Chaoboridae	<i>indeterminado</i>	-	1
		Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus sp.</i>	3
	Hydropsychidae		<i>Macronema sp.</i>	5	3
			<i>Smicridea sp.</i>	2	3
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche sp.</i>	9	3	
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	13	2
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus sp.</i>	1	-
Odonata	Libellulidae	<i>indeterminado 4</i>	-	1	
Riqueza (Número de especies)				20	19
Abundancia (Número de individuos)				77	48

Donde:

Q. G. = Quebrada Gamitana

Q. V.= Quebrada Valencia

Anexo 4. Lista de especies, nombre común y clasificación de la ictiofauna según su potencialidad para uso.

Especie	Nombre Común	Uso Potencial
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya	Acuario
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	peje-perro	Acuario, Deporte
<i>Aphyocharax pusillus</i>	Mojarrita colita amarilla	Acuario
<i>Aphyochar axalburnus</i>	Mojarrita	Acuario
<i>Astyanax sp</i>	sardina	Acuario, Alimentación
<i>Astyanax abramis</i>	sardina	Acuario, Alimentación
<i>Astyanax bimaculatus</i>	sardina	Acuario, Alimentación
<i>Charax caudimaculatus</i>	Dentón	Acuario, Alimentación
<i>Brycon melanopterus</i>	Sabalo	Alimentacion
<i>Galeocharax gulo</i>	Dentón	Alimentacion
<i>Hemigrammus sp</i>	Mojarrita	Acuario
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Mojarrita	Acuario
<i>Mylossoma duriventre</i>	Palometa	Acuario, Alimentación
<i>Odontostilbe fugitiva</i>	Mojarrita	Acuario
<i>Piaractus brachypomus</i>	Paco	Alimentación, Deporte, Acuario
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Paña roja	Alimentación, Deporte, Acuario
<i>Prionobrama filigera</i>	Mojarra	Acuario
<i>Cynopotamus gouldingi</i>	Dentón	Alimentacion
<i>Roeboides affinis</i>	Dentón	Alimentacion
<i>Salminus affinis</i>	Sabalo macho	Alimentacion
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Paña blanca	Alimentación, Deporte, Acuario
<i>Serasalmus spilopleura</i>	paña amarilla	Alimentación, Deporte, Acuario
<i>Serrasalmus humeralis</i>	paña	Alimentación, Deporte, Acuario
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Mojarra	Acuario, Alimentación
<i>Triportheus angulatus</i>	Sapamama	Acuario, Alimentación
<i>Pellona flavipinnis</i>	Sapamama	Acuario, Alimentación
<i>Characidium steindachneri</i>	Mojarrita	Acuario
<i>Schizodon fasciatus</i>	Lisa	Acuario, Alimentación
<i>Leporinus friderici</i>	Lisa	Acuario, Alimentación
<i>Leporinus pearsoni</i>	Lisa	Alimentacion
<i>Leporinus trifasciatus</i>	Lisa	Alimentacion
<i>Hoplias malabaricus</i>	Huasaco	Acuario, Alimentación
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Shuyo	Acuario, Alimentación
<i>Prochilodus nigricans</i>	Bocachico	Alimentacion
<i>Thoracocharax stellatus</i>	Pechito	Acuario
<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Pechito	Acuario

<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Chambira	Alimentacion
<i>Cynodon gibbus</i>	Chambira	Alimentacion
<i>Anodus elongatus</i>	Yulilla	Alimentacion
<i>Potamorhina altamazonica</i>	Yahuarachi	Alimentacion
<i>Psectrogaster rutiloides</i>	Chio chio	Alimentacion
<i>Steindachnerina bimaculata</i>	Chio chio	Alimentacion
<i>Pimelodus maculatus</i>	Cunchi	Alimentación, Deporte
<i>Pimelodus blochii</i>	Cunchi	Alimentación, Deporte
<i>Platystomatichthys sturio</i>	Pico de pato	Acuario, Alimentación
<i>Calophysus macropterus</i>	Mota	Acuario, Alimentación
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Toa	Acuario, Alimentación
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	Maparate	Alimentacion
<i>Leiarius marmoratus</i>	Ashara	Acuario, Alimentación
<i>Platysilurus mucosus</i>	Pico de pato	Alimentacion
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Doncella	Alimentacion
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre	Alimentacion
<i>Pimelodella gracilis</i>	Bagre	Acuario, Alimentación
<i>Hypostomus pyrineusi</i>	Carachama	Acuario, Alimentación
<i>Pterygoplichthys punctatus</i>	Carachama	Acuario, Alimentación
<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i>	Carachama	Acuario, Alimentación
<i>Sturisoma nigrirostrum</i>	Carachama	Acuario, Alimentación
<i>Rhineloricaria beni</i>	Shitari	Acuario
<i>Cetopsis coecutiens</i>	Canero	Acuario
<i>Hoplosternum littoralis</i>	Shirui	Acuario
<i>Corydoras reticulatus</i>	Shirui	Acuario
<i>Corydoras aeneus</i>	Shirui	Acuario
<i>Callichthys callichthys</i>	Shirui	Acuario
<i>Ageneiosus brevis</i>	Bocon	Acuario
<i>Microglanis sp.</i>	Bagre	Acuario
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina	Acuario, Alimentación
<i>Aequidens tetramerus</i>	Bujurqui	Acuario
<i>Crenicichla semicincta</i>	Añasua	Acuario
<i>Crenicichla proteus</i>	Añasua	Acuario
<i>Cichlasoma amazonarum</i>	Bujurqui	Acuario
<i>Bujurquina sypsilus</i>	Bujurqui	Acuario
<i>Rivulus sp</i>	molis	Acuario
<i>Eigenmannia virescens</i>	macana	Acuario

Anexo 5. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col. de acuerdo a los valores originales de BMWP y ajustados para Colombia

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helycopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Vellidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossomatidae, Hyallelidae, Hydroptiliidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdelliidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: (Roldán, G. 2003)

Anexo 6. Valores de BMWP/Colombia de familias de la Quebrada Gamitana

Familia	Abundancia	Riqueza	VALOR BMWP/Colombia
Ampullariidae	2	1	9
Trichodactylidae	1	1	0
Palaemonidae	3	1	8
Naucoridae	1	1	7
Leptohyphidae	12	3	7
Elmidae	5	1	6
Muscidae	1	1	2
Simuliidae	9	1	8
Chironomidae	3	2	2
Ceratopogonidae	2	1	3
Tipulidae	5	1	3
Polycentropodidae	3	1	9
Hydropsychidae	7	2	7
Leptoceridae	9	1	8
Perlidae	13	1	10
Corydalidae	1	1	6
TOTAL	77	20	95

Anexo 7. Valores de BMWP/Colombia de familias de la Quebrada Valencia

Familia	Abundancia	Riqueza	VALOR BMWP/Colombia
Glossiphoniidae	5	1	3
Ampullariidae	1	1	9
Trichodactylidae	4	2	0
Palaemonidae	1	1	8
Naucoridae	2	1	7
Leptohyphidae	1	1	7
Elmidae	2	1	6
Chironomidae	17	3	2
Ceratopogonidae	1	1	3
Tipulidae	2	1	3
Chaoboridae	2	1	0
Hydropsychidae	5	2	7
Leptoceridae	3	1	8
Perlidae	1	1	10
Libellulidae	1	1	6
TOTAL	48	18	79

Anexo 8. Fotografías del área de estudio



Foto 1. Rio Madre de Dios



Foto 2. Rio Madre de Dios época de crecida

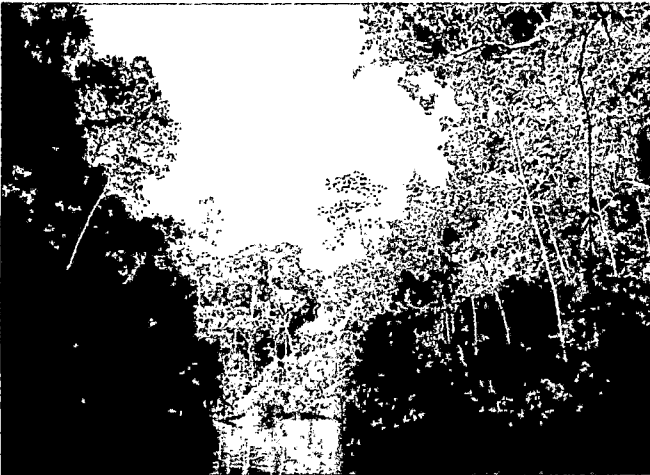


Foto 3. Quebrada Gamitana



Foto 4. Surcando la Quebrada Gamitana



Foto 5. Quebrada Valencia



Foto 6. Quebrada Valencia

Anexo 9. Fotografías de metodología empleada para análisis fisicoquímico



Foto 1. Kit de oxígeno disuelto



Foto 2. Toma de muestra agua para OD

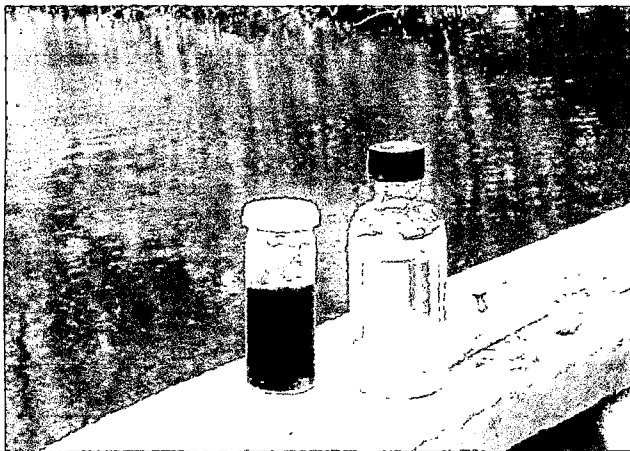


Foto 3. Muestra de agua fijado con OD



Foto 4. Titulación de oxígeno disuelto

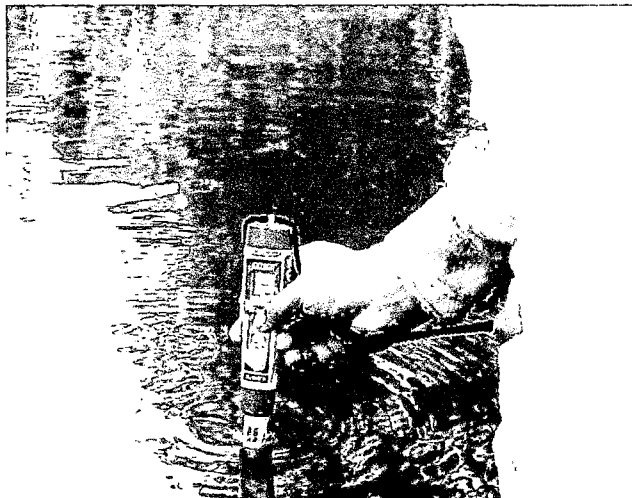


Foto 5. Salinometro EXTECH



Foto 6. Muestra de aguas para análisis de mercurio

Anexo 10. Fotografías de metodología empleada para captura de peces y macroinvertebrados

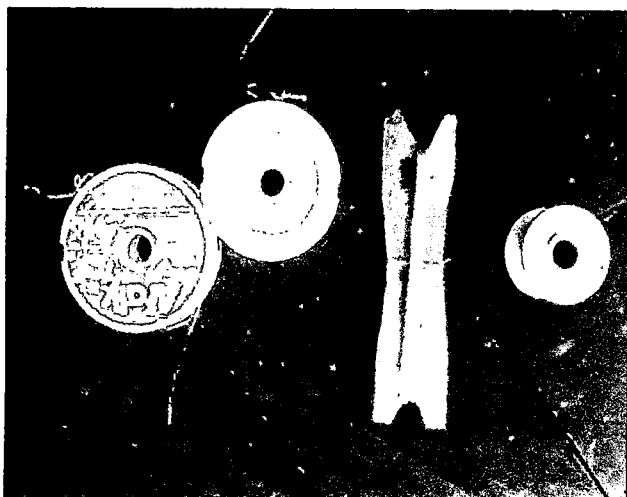


Foto 1. Anzuelos armados

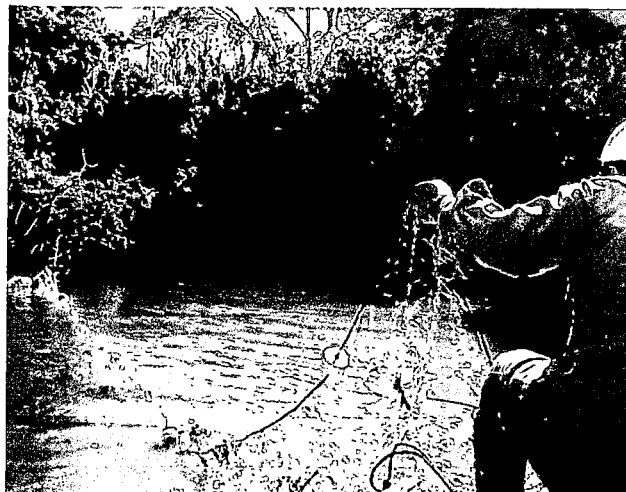


Foto 2. Instalación de red agallera



Foto 3. Pesca con red de arrastre



Foto 4. Captura de peces con red agallera



Foto 5. pez capturado



Foto 6. Captura de macroinvertebrados con red surber



Foto 7. Revisando la red agallera

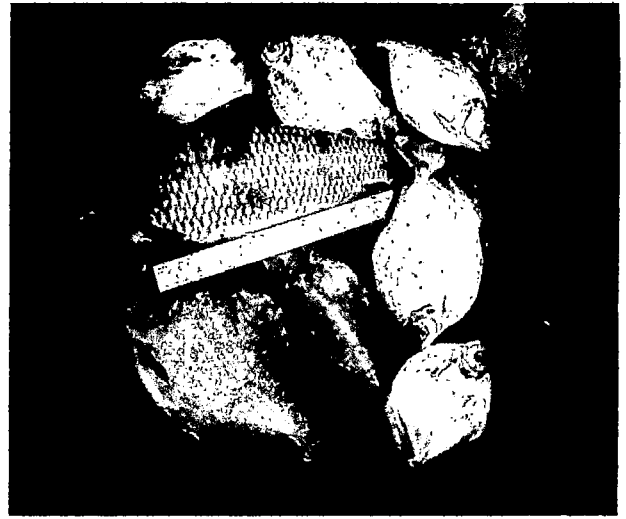


Foto 8. Algunos peces capturados

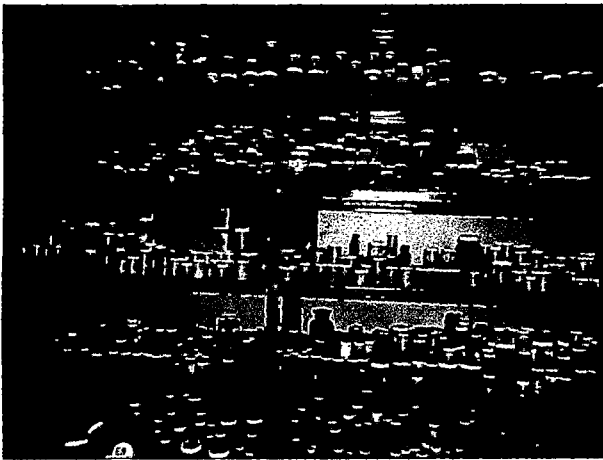


Foto 9. Muestra de peces del museo de historia natural UNMSM.



Foto 10 Clasificación de peces

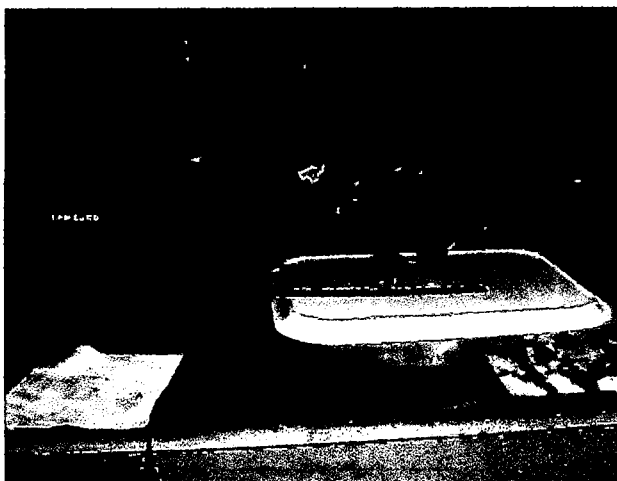


Foto 11. Identificación de peces

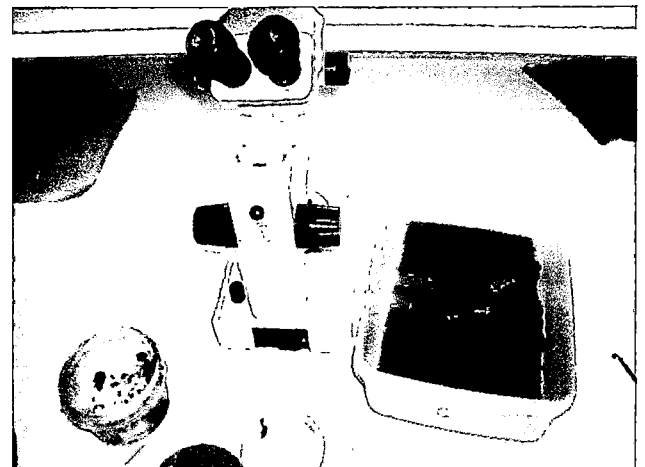


Foto 12. separación de macroinvertebrados

Anexo 11. Fotografías de Peces de la Quebrada Gamitana y Quebrada Valencia Madre de Dios Peru.



Foto 1. *Pygocentrus nattereri*



Foto 2. *Serrasalmus rhombeus*

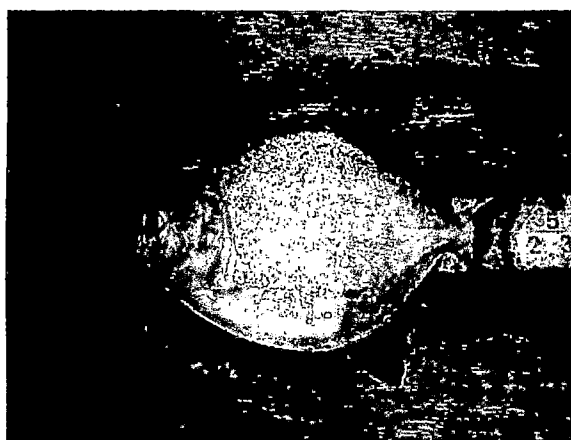


Foto 3. *Serrasalmus spilopleura*

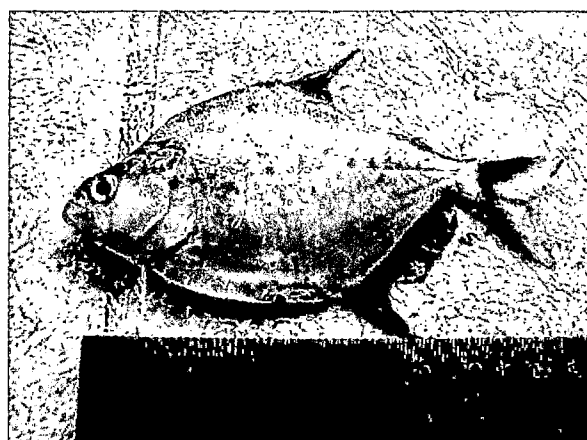


Foto 4. *Serrasalmus humeralis*



Foto 5. *Piaractus brachipomus*

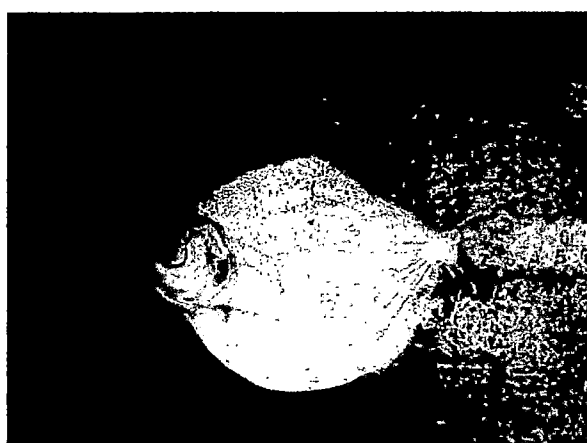


Foto 6. *Mylossoma duriventre*

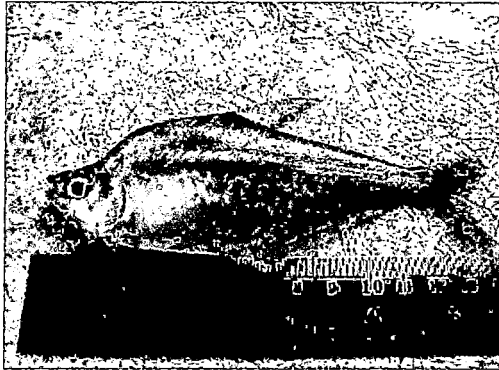


Foto 7. *Roeboides affinis*

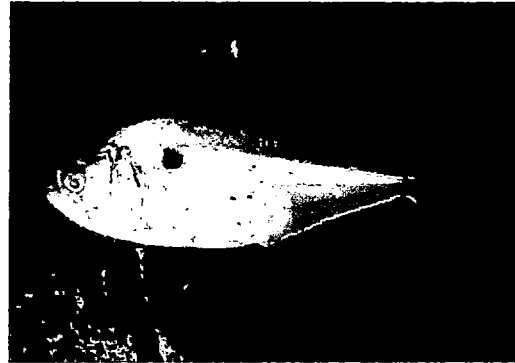


Foto 8. *Cynopotamus gouldingi*

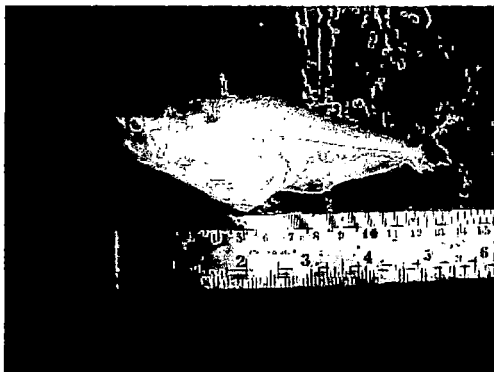


Foto 9. *Galeocharax gulo*



Foto 10. *Salminus affinis*



Foto 11. *Astyanax abramis*

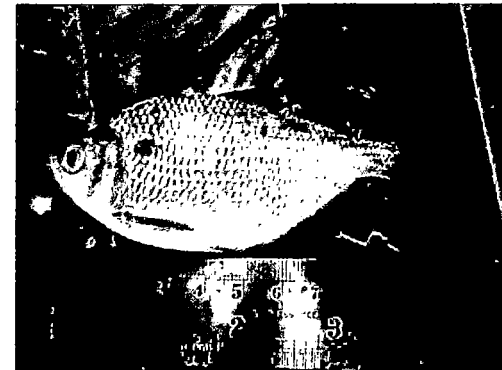


Foto 12. *Astyanax bimaculatus*



Foto 13. *Astyanax sp*

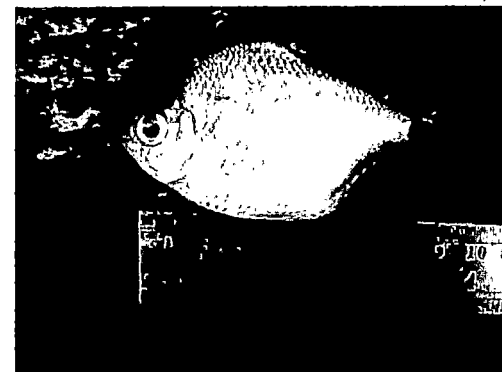


Foto 14. *Tetragonopterus argenteus*

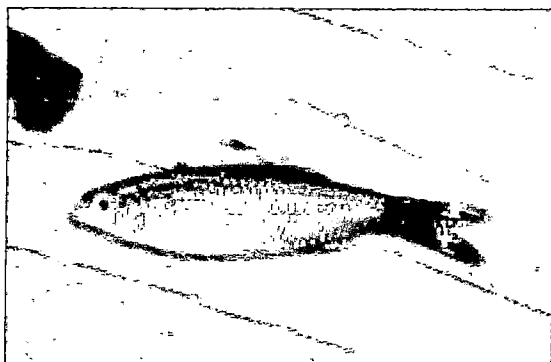


Foto 15. *Aphyocharax alburnus*

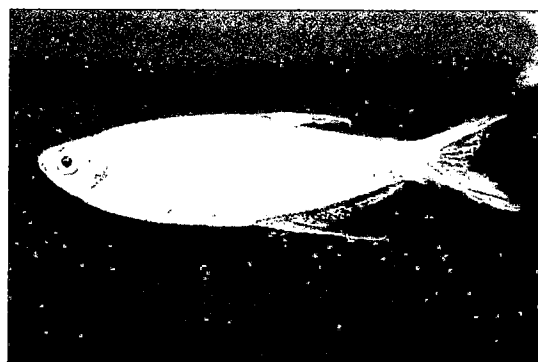


Foto 16. *Prionobrama filigera*

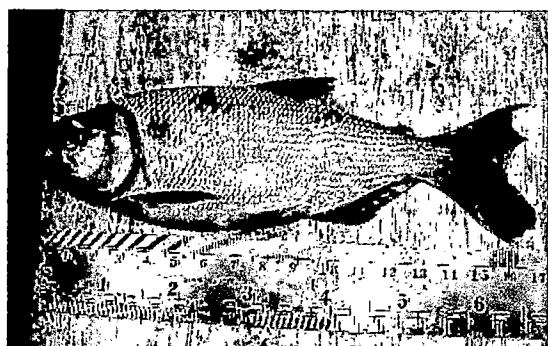


Foto 17. *Brycon melanopterus*



Foto 18. *Moenkhausia oligolepis*



Foto 19. *Triportheus angulatus*



Foto 20. *Pellona flavipinnis*

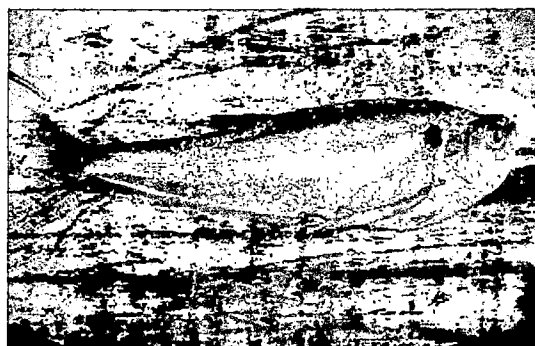


Foto 21. *Cynodon gibbus*



Foto 22. *Rhamphodon vulpinus*



Foto 23. *Leporinus trifasciatus*



Foto 24. *Schizodon fasciatus*

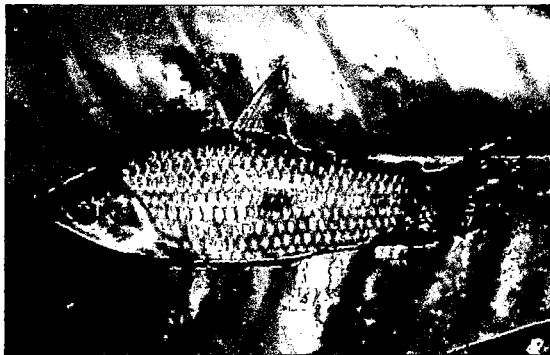


Foto 25. *Leporinus friderici*

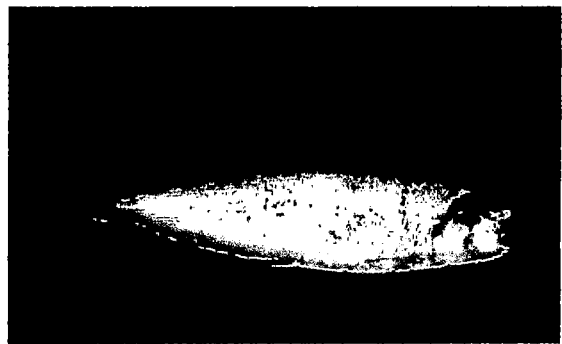


Foto 26. *Anodus elongatus*

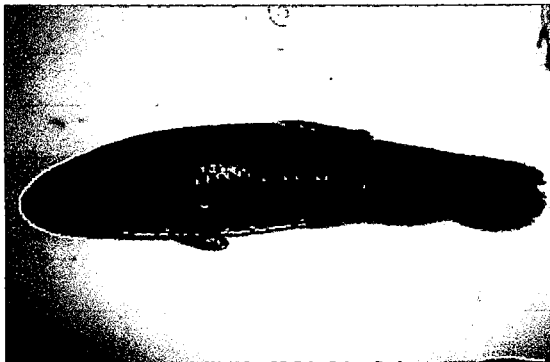


Foto 27. *Hoplerythrinus unitaeniatus*



Foto 28. *Hoplias malabaricus*



Foto 29. *Thoracocharax stellatus*

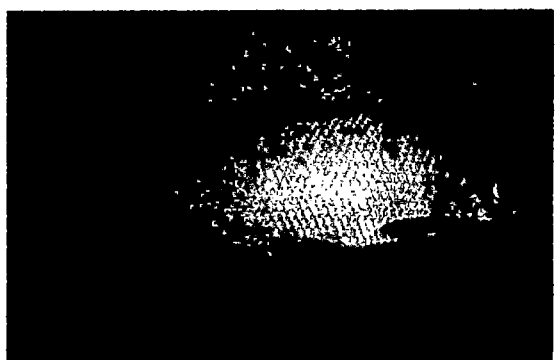


Foto 30. *Prochilodus nigricans*



Foto 31. *Psectrogaster rutiloides*



Foto 32. *Potamorhina altamazonica*

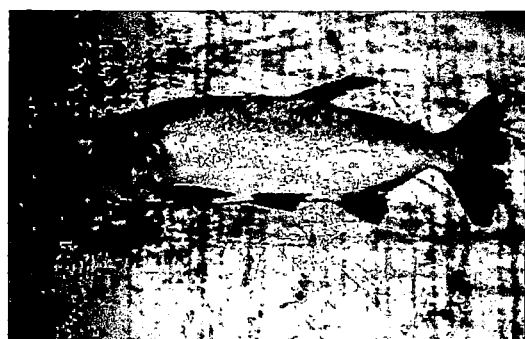


Foto 33. *Acestrorhynchus falcatus*



Foto 34. *Plagioscion squamosissimus*



Foto 35. *Crenicichla semicineta*

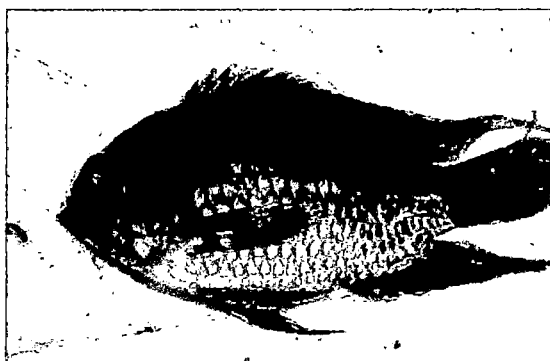


Foto 36. *Aequidens tetramerus*

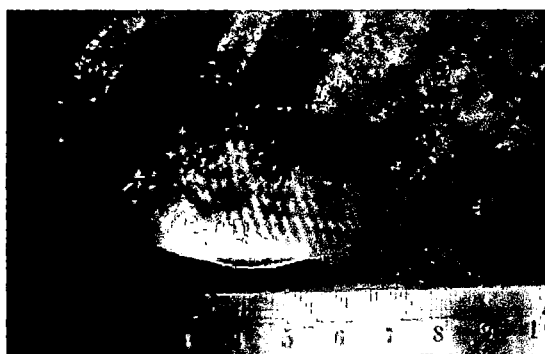


Foto 37. *Bujurquina sypilus*

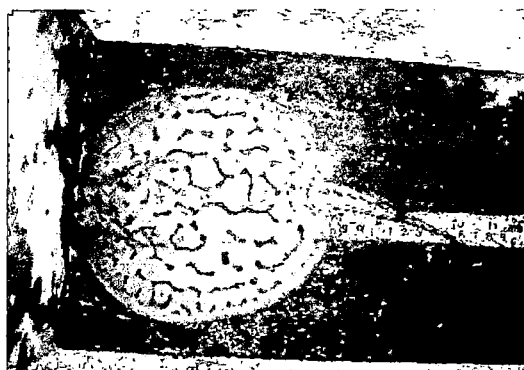


Foto 38. *Potamotrygon* sp.

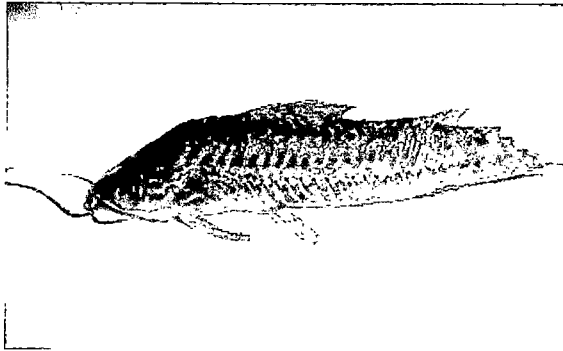


Foto 39. *Callichthys callichthys*

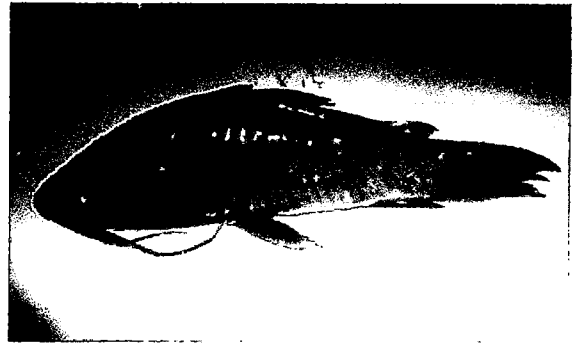


Foto 40. *Hoplosternum littoralis*

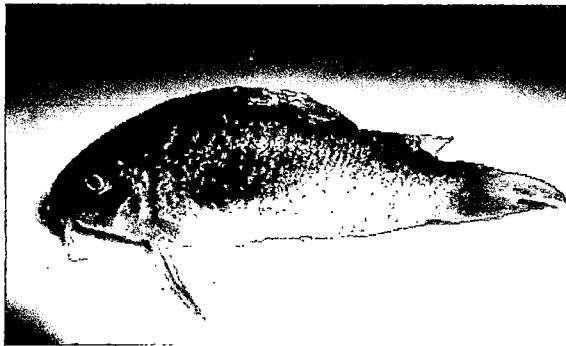


Foto 41. *Corydoras aeneus*

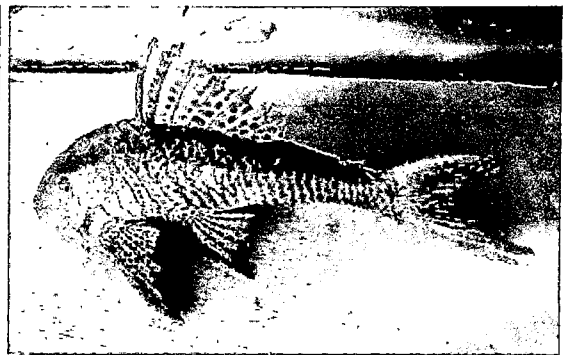


Foto 42. *Hypostomus pyrineusi*

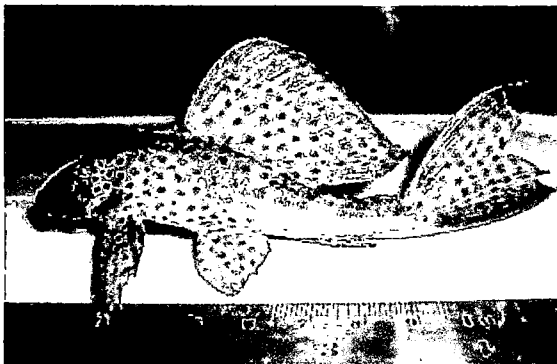


Foto 43. *Pterygoplichthys punctatus*



Foto 44. *Rhineloricaria beni*



Foto 45. *Cetopsis coecutiens*



Foto 46. *Microglanis* sp.

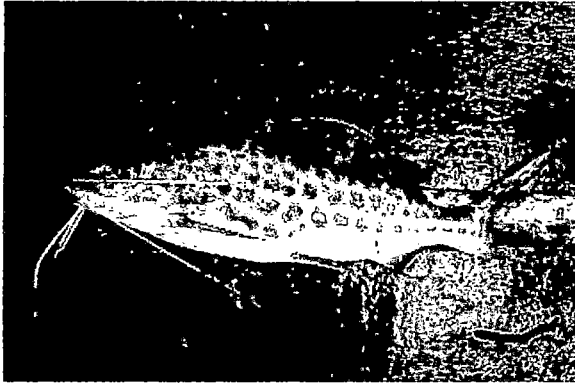


Foto 47. *Pimelodus maculatus*

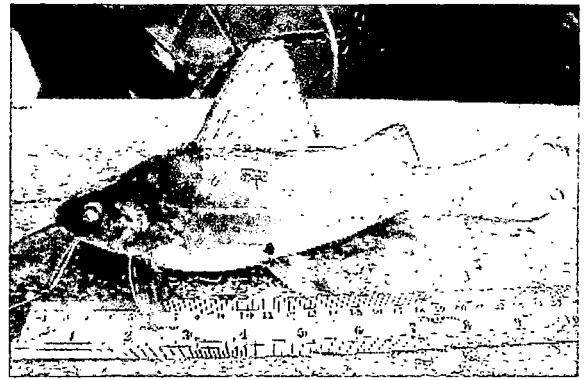


Foto 48. *Pimelodus blochii*

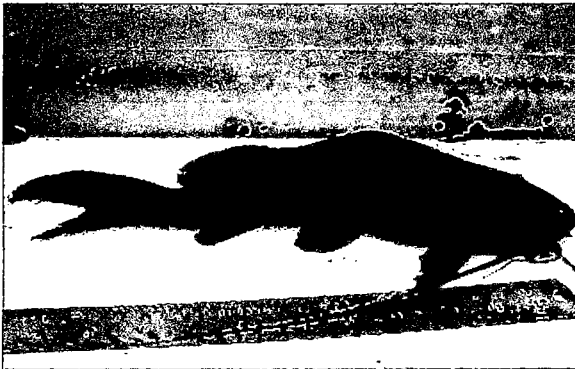


Foto 49. *Leiarius marmoratus*



Foto 50. *pseudoplatystoma punctifer*

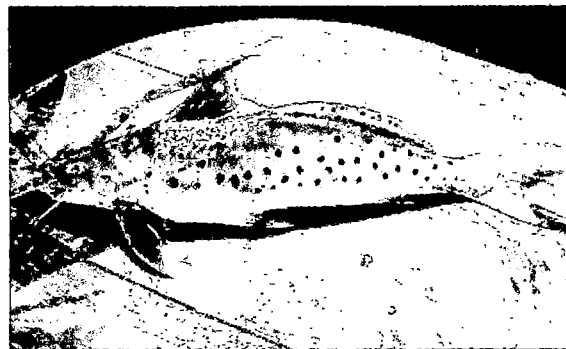


Foto 51. *Calophysus macropterus*



Foto 52. *Platystomatichthys sturio*



Foto 53. *Rhamdia quelen*

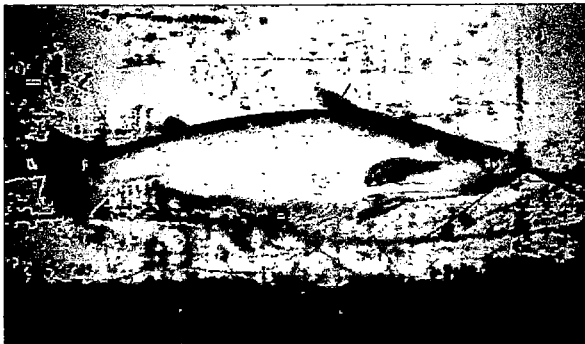


Foto 54. *Hypophthalmus edentatus*

Anexo 12. Fotografías de principales maroinvertebrados

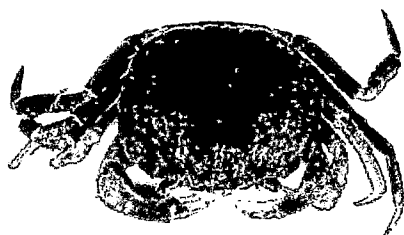


Foto 1. DECAPODA: Trichodactylidae
Valdivia sp.



Foto 2. CAENOGASTROPODA: Ampullariidae
Pomacea sp.

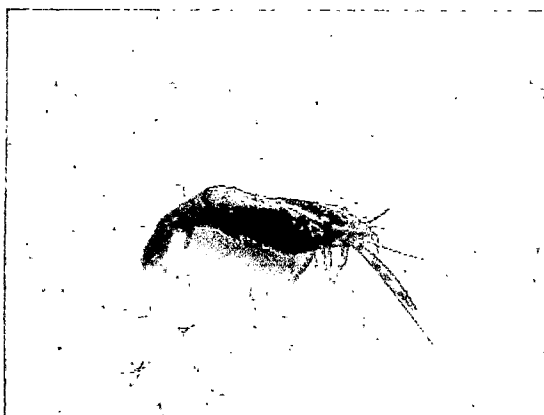


Foto N° 3: DECAPODA: Palaemonidae
Macrobrachium sp.

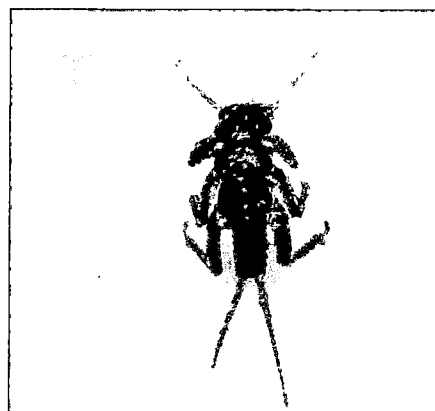


Foto N° 4: PLECOPTERA: Perlidae
Anacroneturia sp.

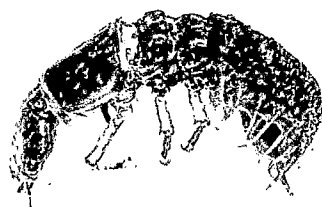


Foto 5. MEGALOPTERA: Corydalidae
Corydalus sp.



Foto 6. ODONATA: Libellulidae

Anexo 13. Principales características taxonómicas de los peces

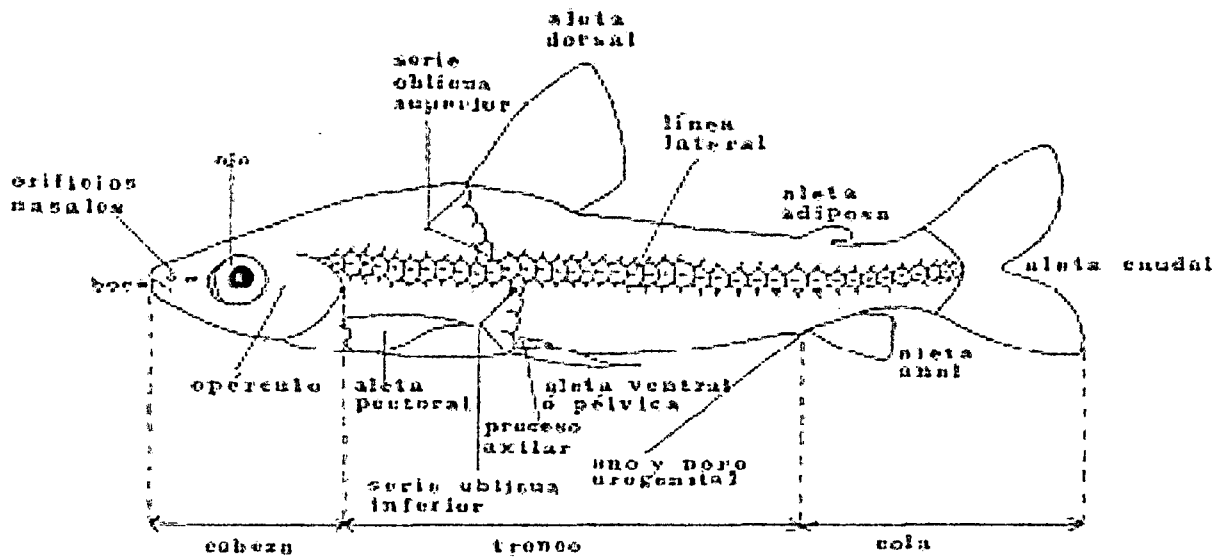


Fig. 2 - Aspecto general de un pez.

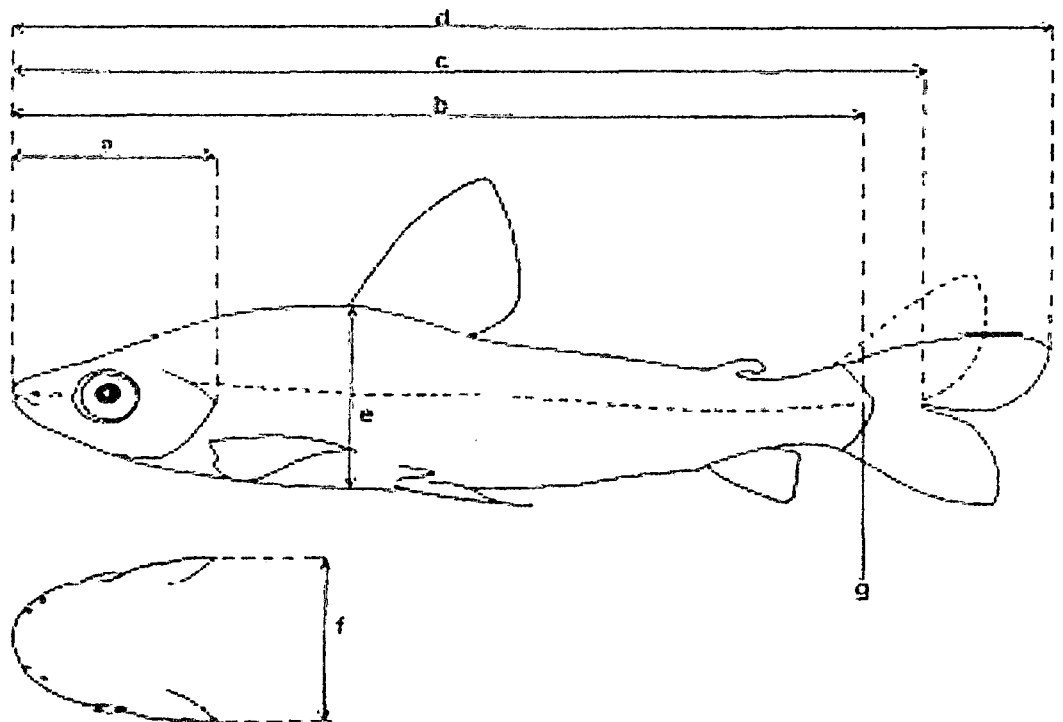


Fig. 3 - Métodos principales de medición.

a: longitud de la cabeza, b: longitud estándar, c: longitud a la horca, d: longitud total, e: altura del cuerpo, f: anchura de la cabeza, g: articulación de la aleta caudal.

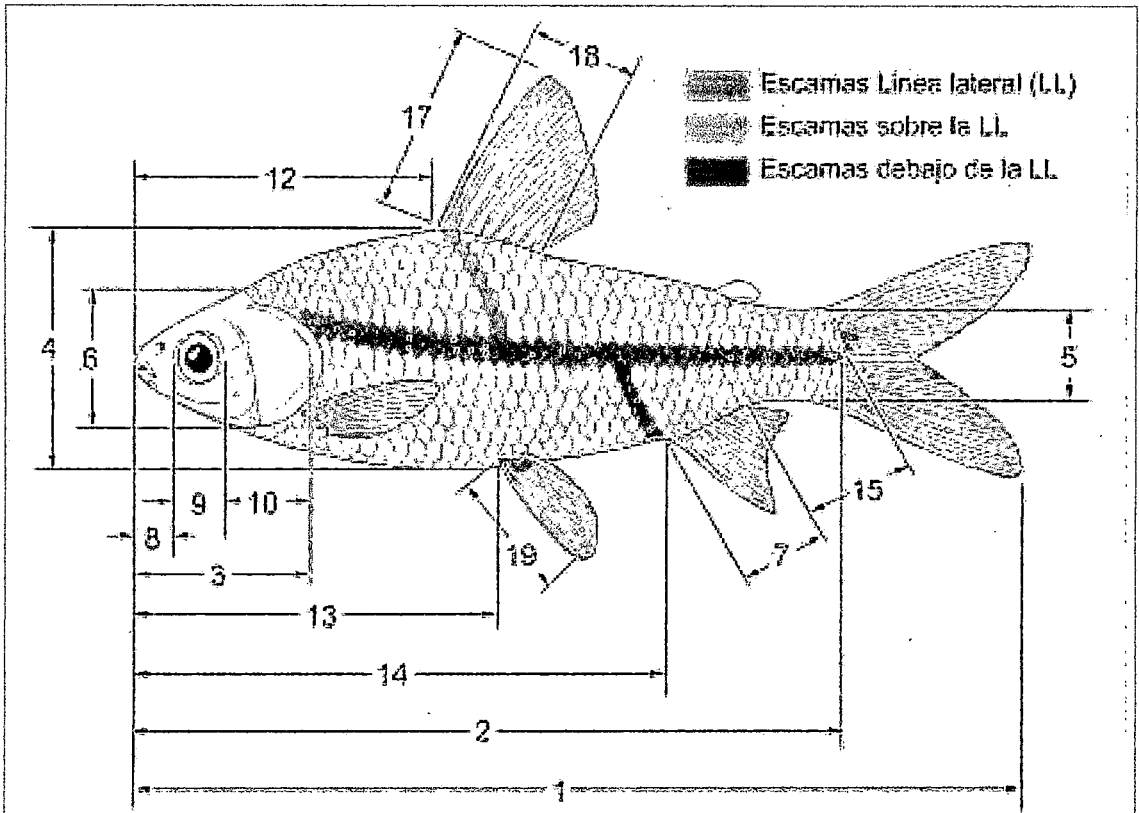


Figura 1 - Medidas peces

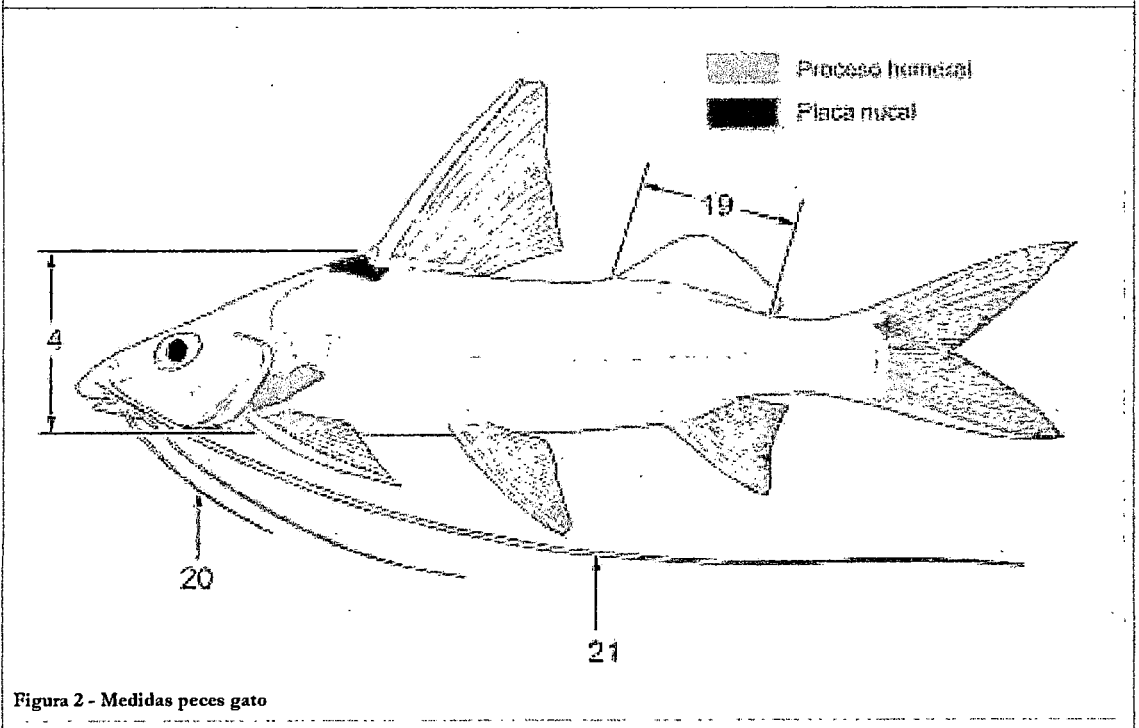


Figura 2 - Medidas peces gato

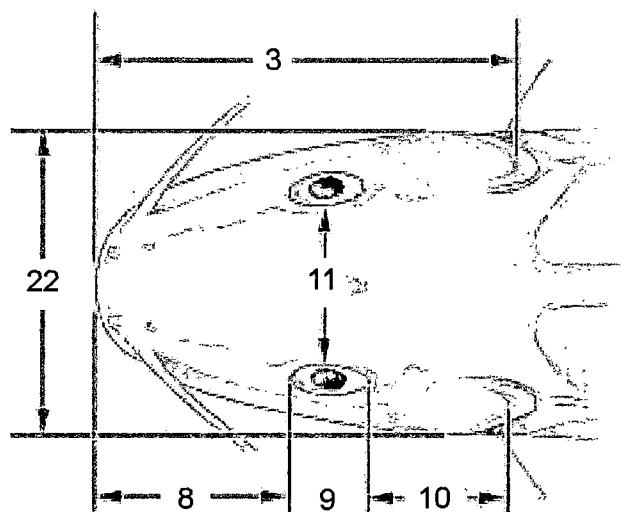
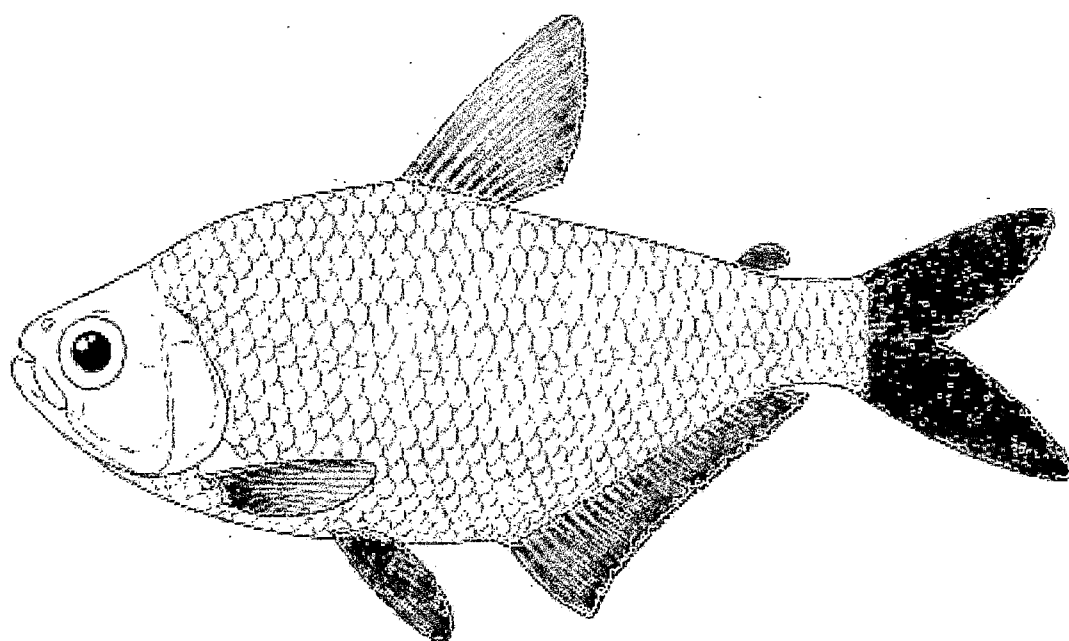


Figura 3 - Medidas cabeza



- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|  | Aleta dorsal |  | Aleta anal |
|  | Aleta adiposa |  | Aletas ventrales |
|  | Aleta caudal |  | Aletas pectorales |

Figura 4 - Aletas

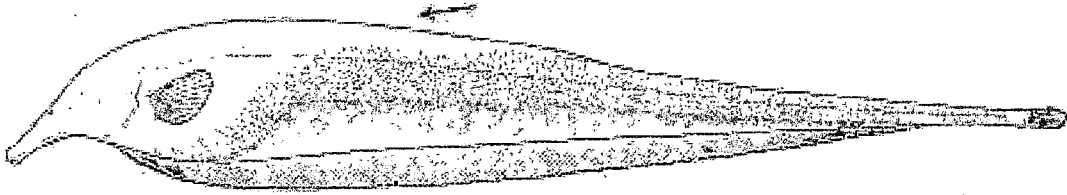


Figura 5a - Aleta dorsal ausente

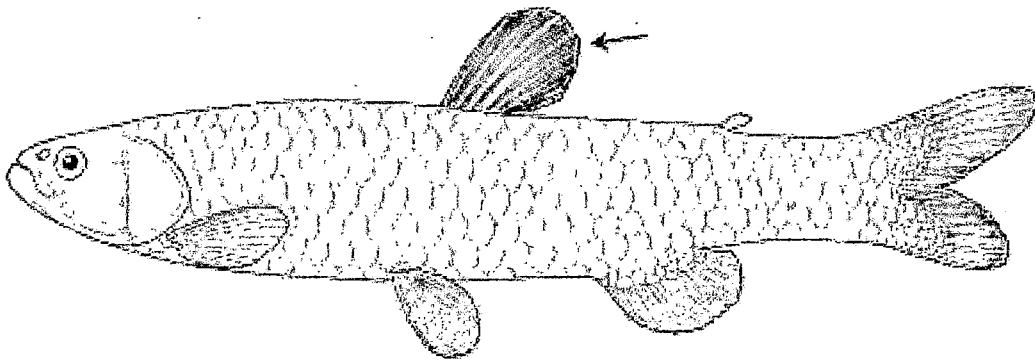


Figura 5b - Aleta dorsal presente

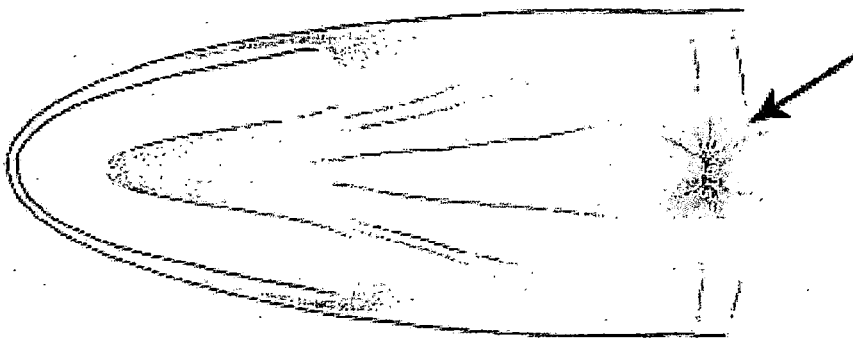


Figura 6 - Apertura branquial

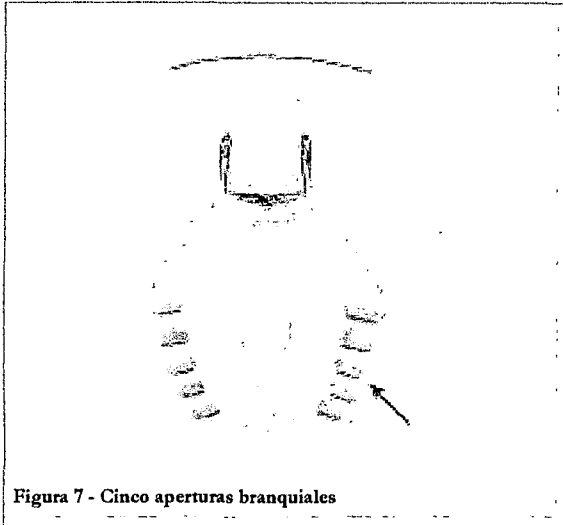


Figura 7 - Cinco aperturas branquiales

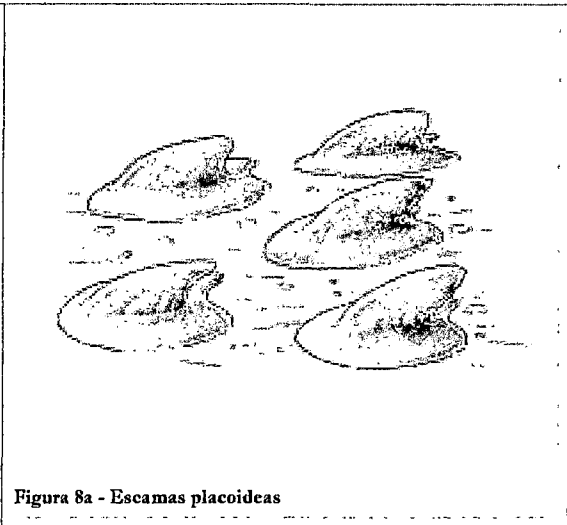


Figura 8a - Escamas placoideas

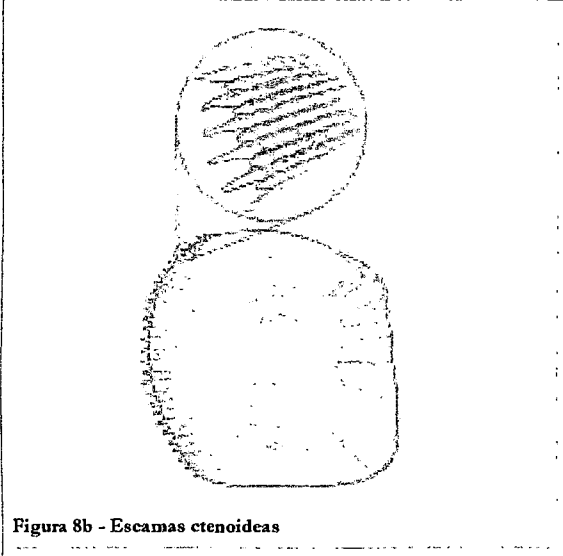


Figura 8b - Escamas ctenoideas

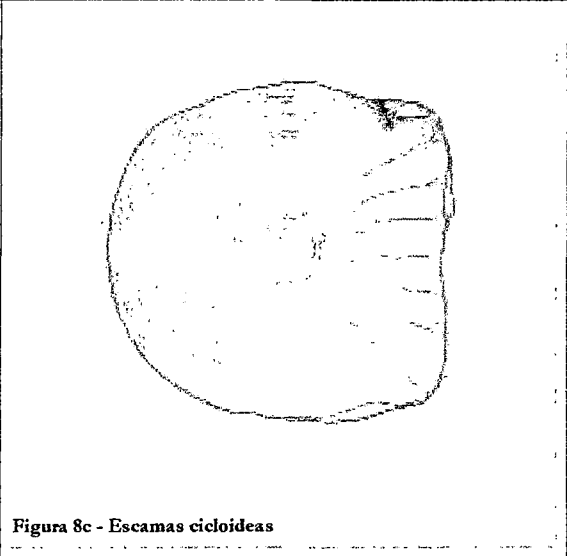


Figura 8c - Escamas cicloideas

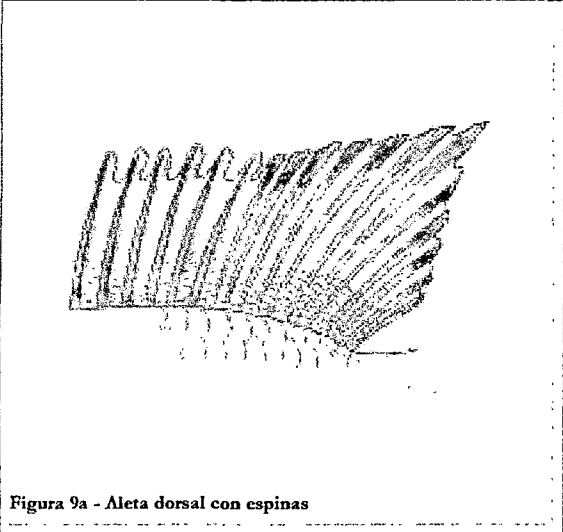


Figura 9a - Aleta dorsal con espinas

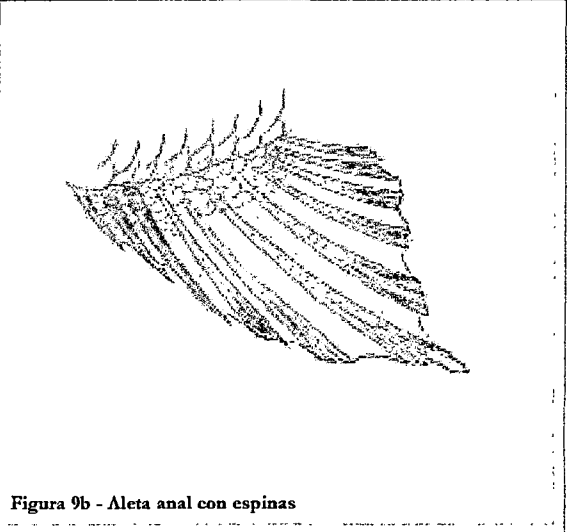
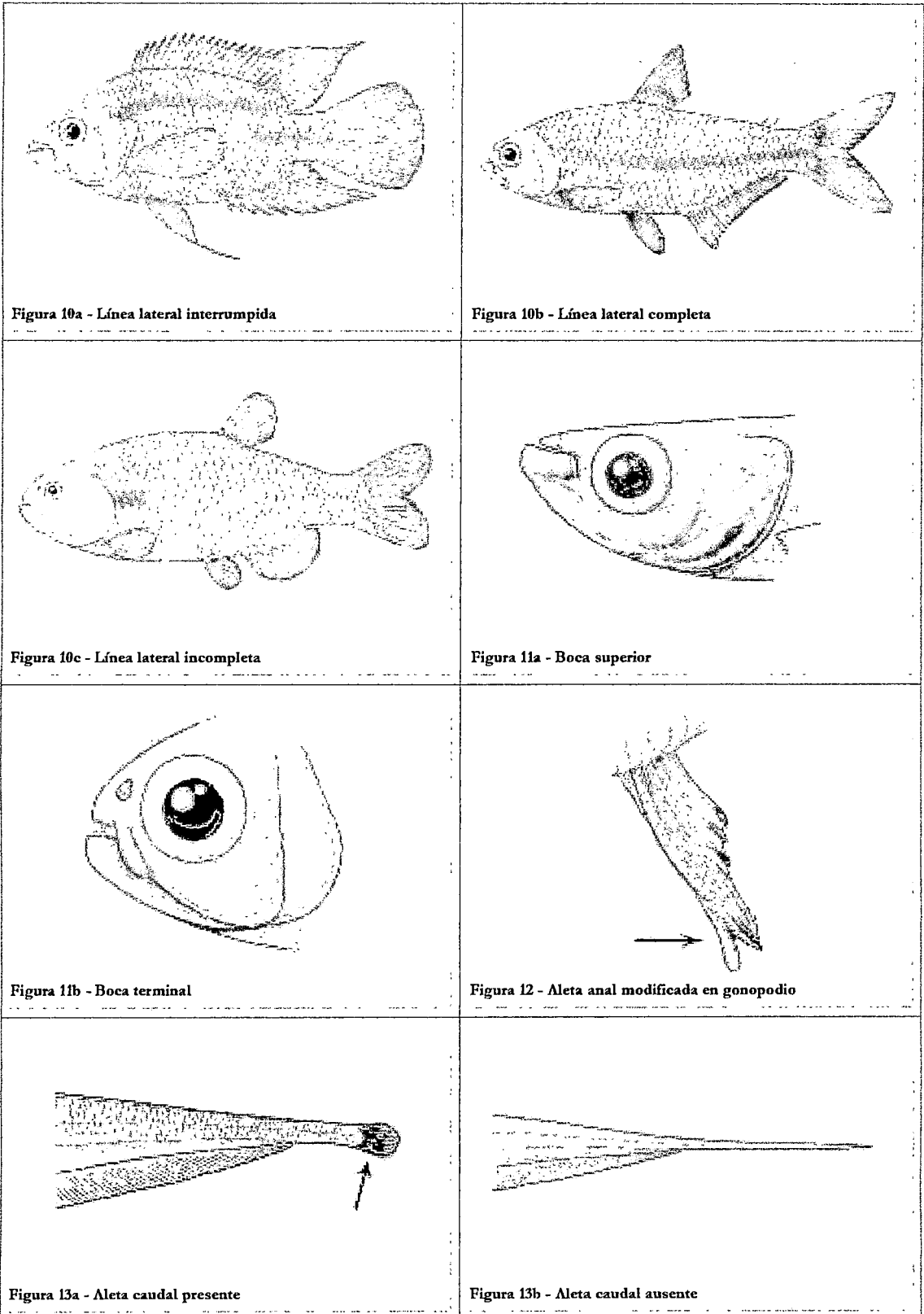


Figura 9b - Aleta anal con espinas



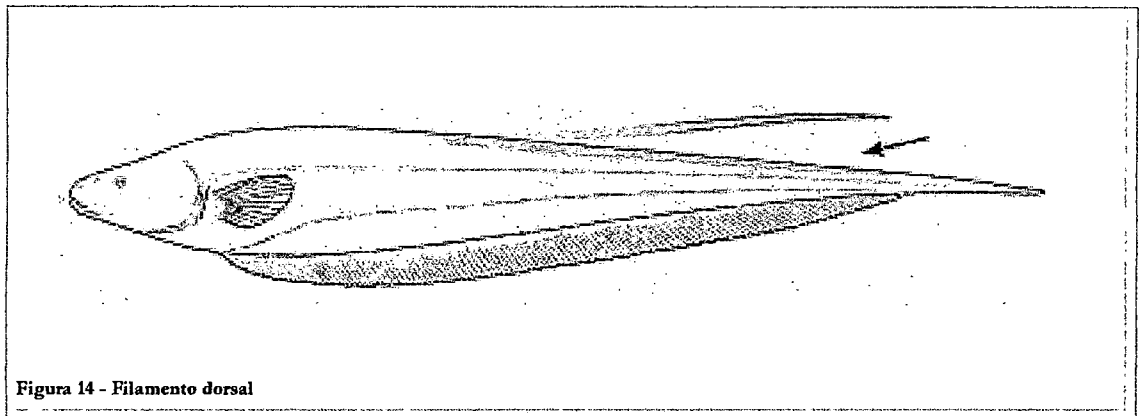


Figura 14 - Filamento dorsal

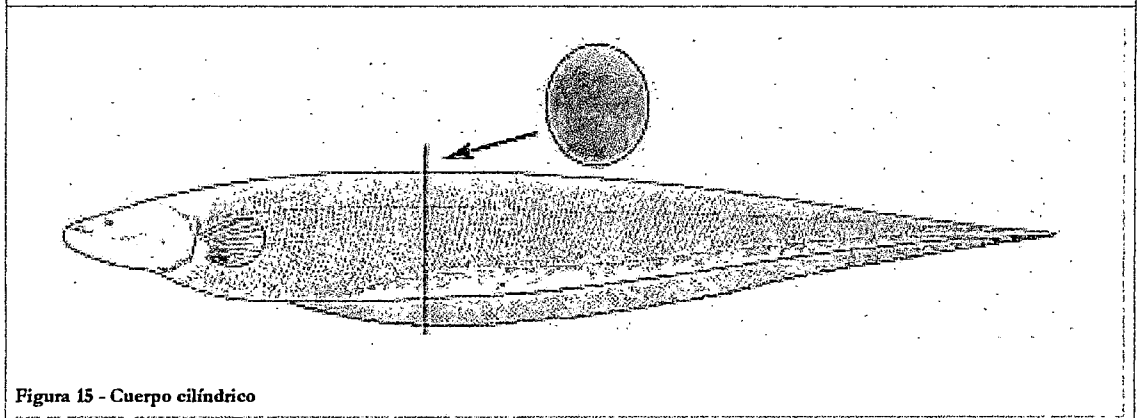


Figura 15 - Cuerpo cilíndrico

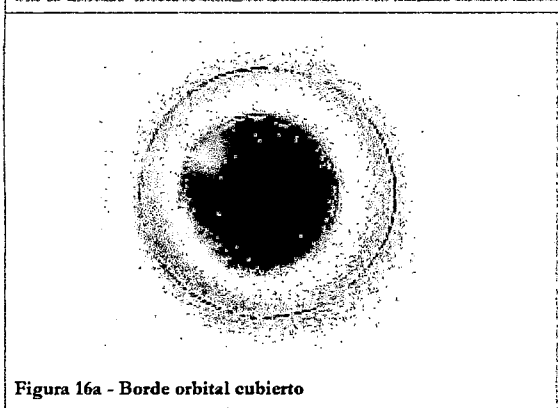


Figura 16a - Borde orbital cubierto

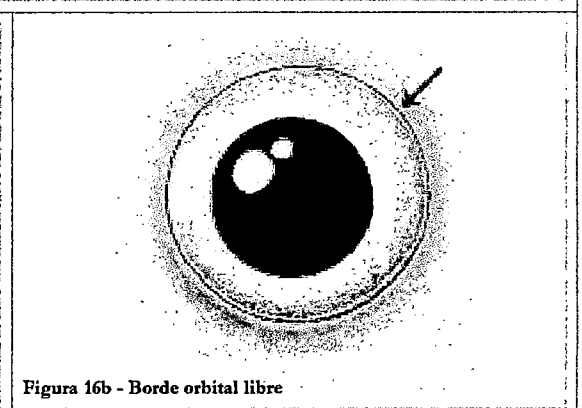


Figura 16b - Borde orbital libre

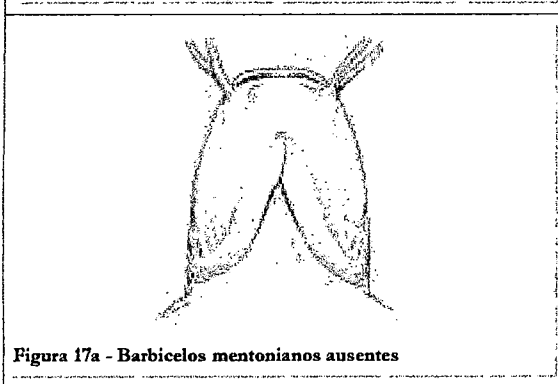


Figura 17a - Barbicelos mentonianos ausentes

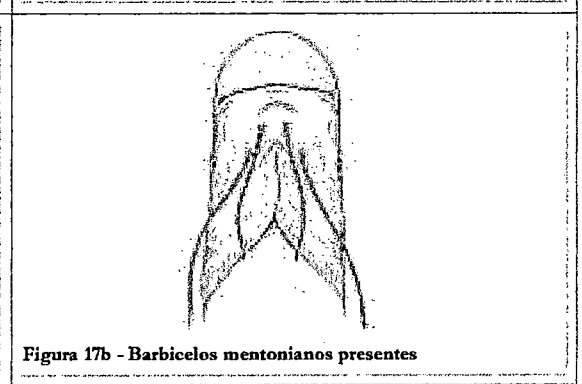
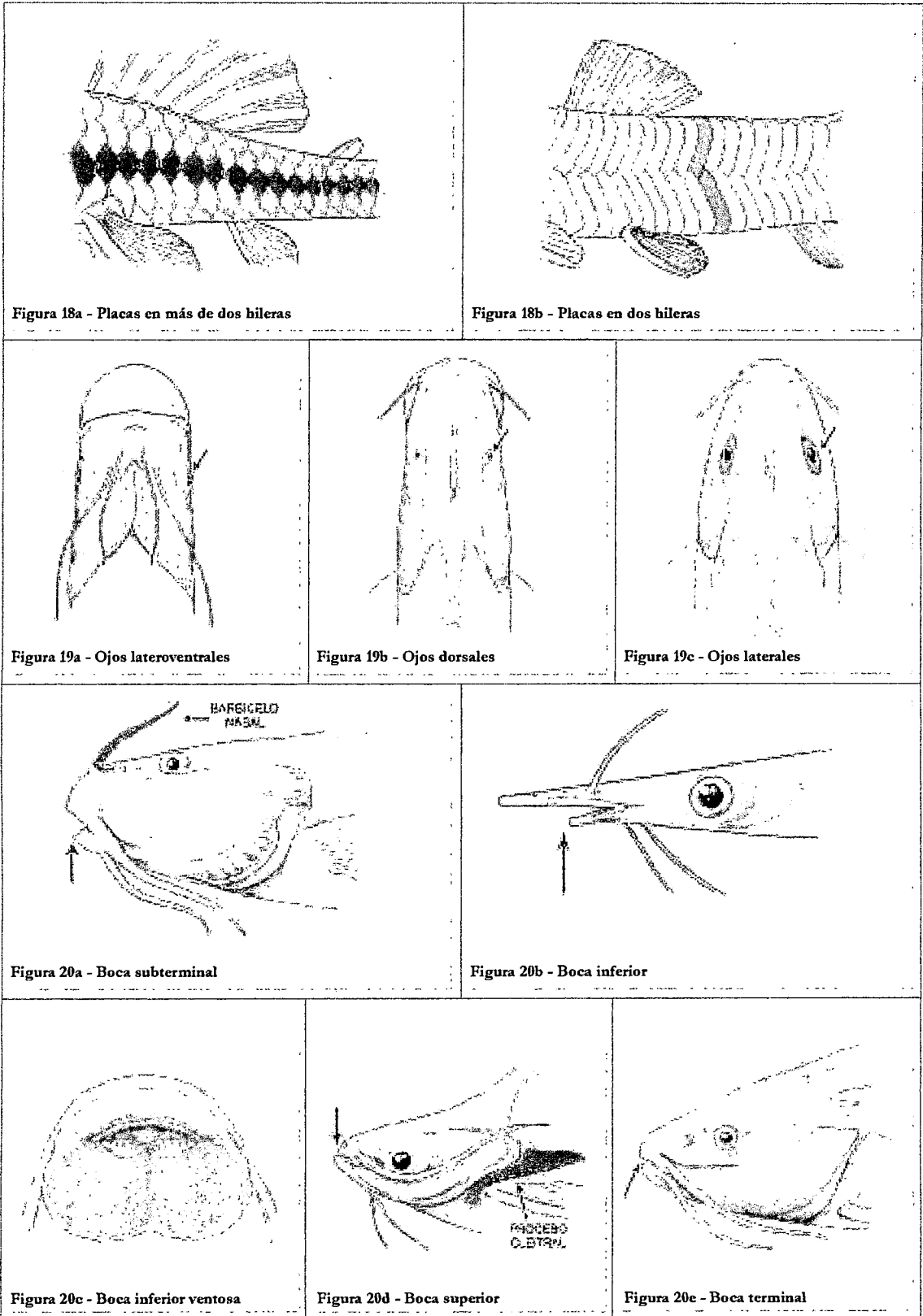
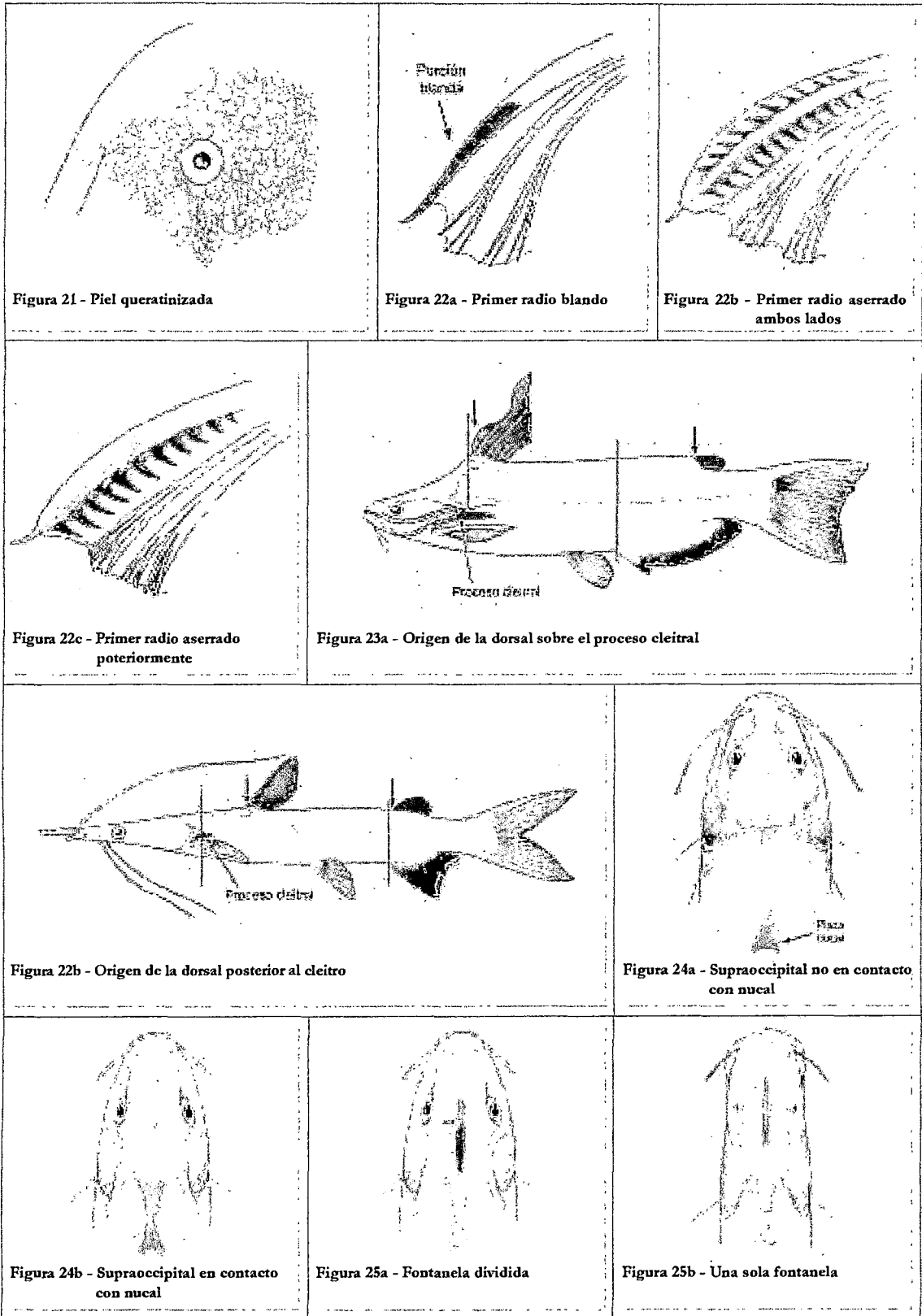


Figura 17b - Barbicelos mentonianos presentes





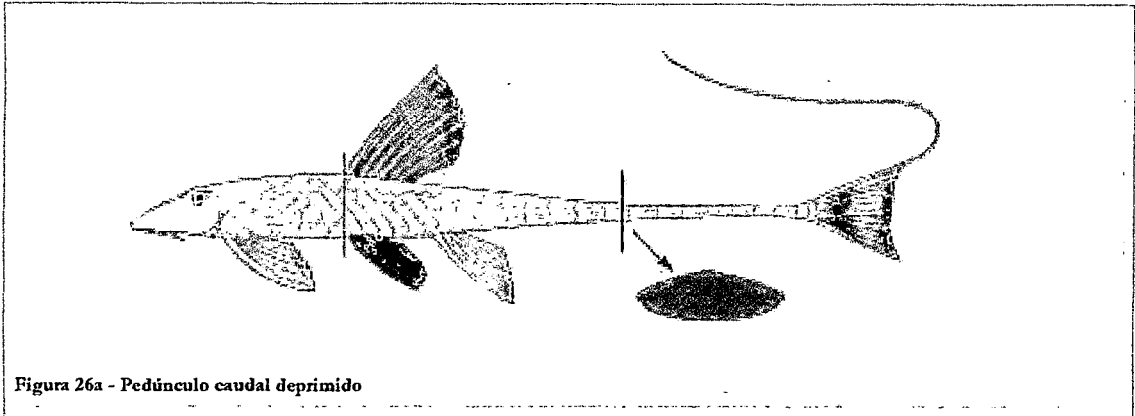


Figura 26a - Pedúnculo caudal deprimido

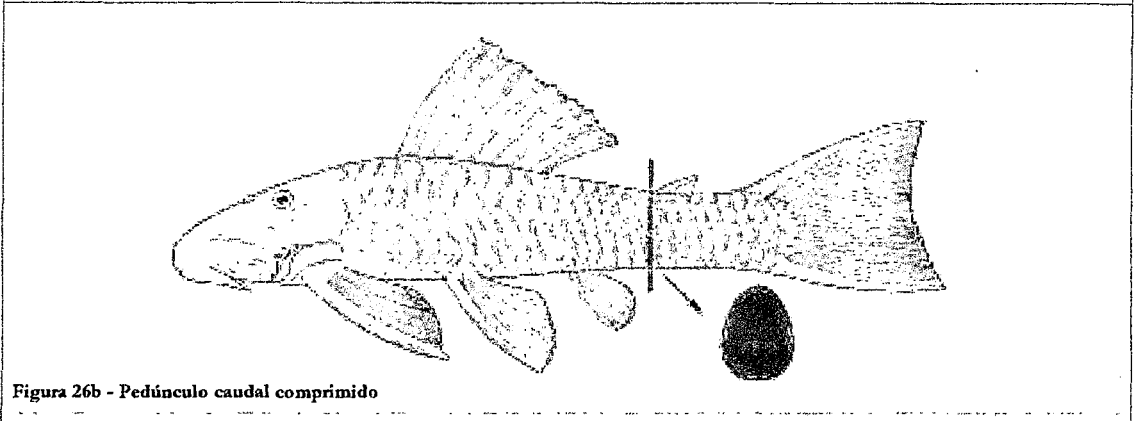


Figura 26b - Pedúnculo caudal comprimido

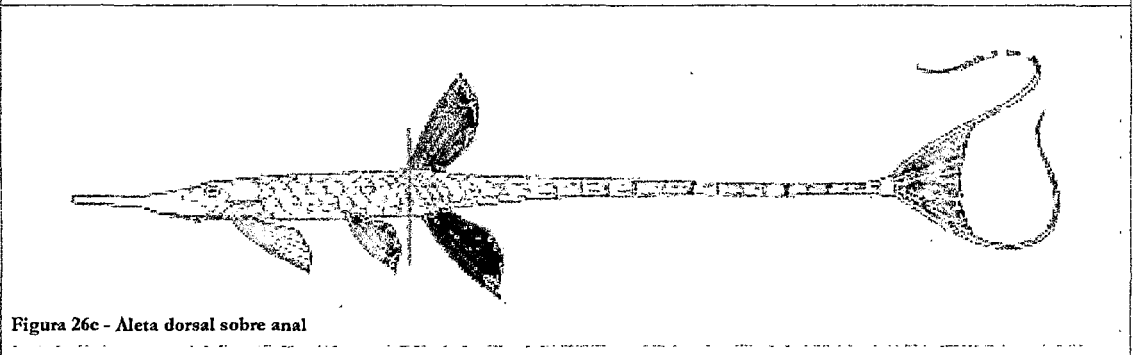


Figura 26c - Aleta dorsal sobre anal

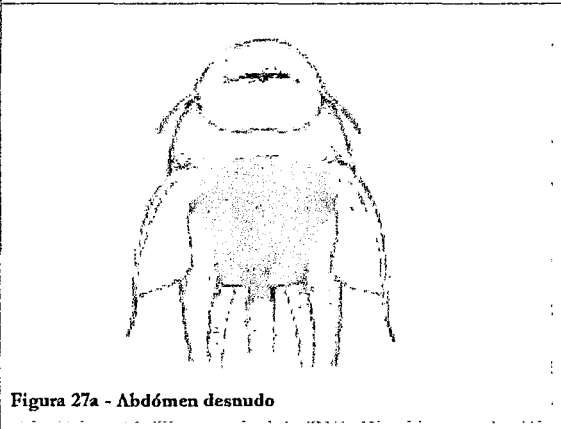


Figura 27a - Abdómen desnudo

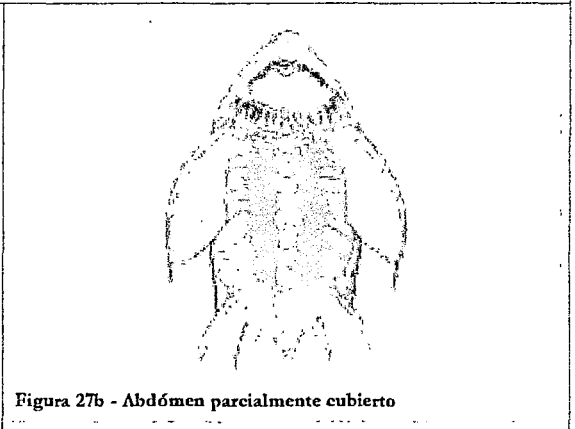


Figura 27b - Abdómen parcialmente cubierto

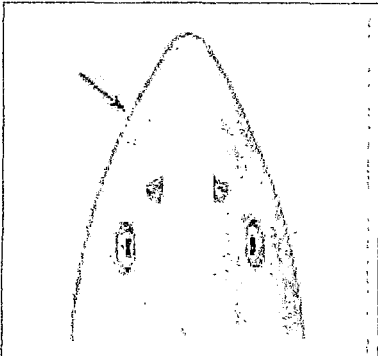


Figura 28a - Hocico con borde recto

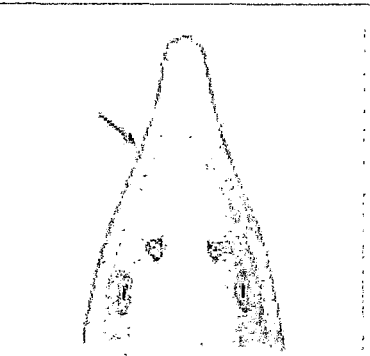


Figura 28b - Hocico con borde concavo

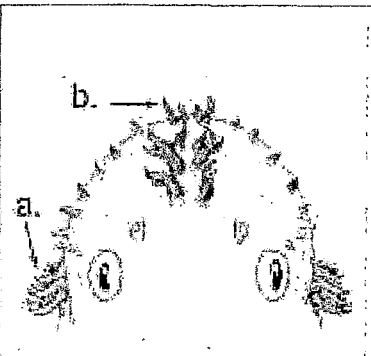


Figura 29 - Odontodes y tentáculos

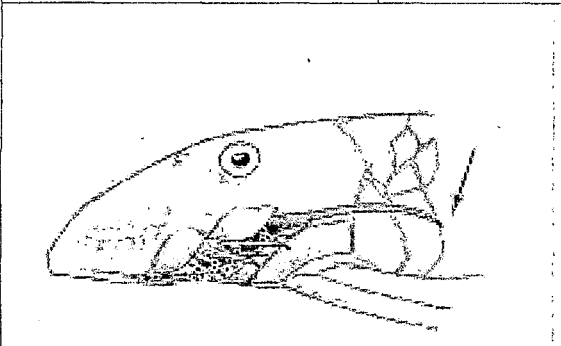


Figura 30 - Odontode sobrepasa aleta pectoral

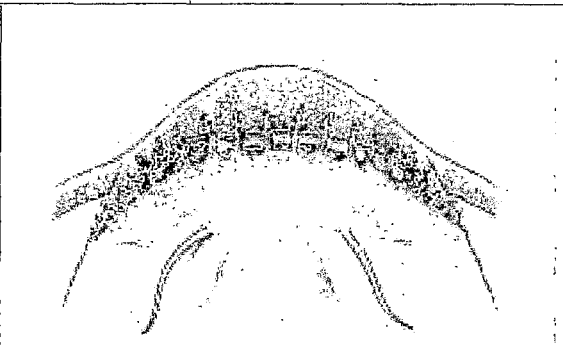


Figura 31 - Papilas en labio inferior

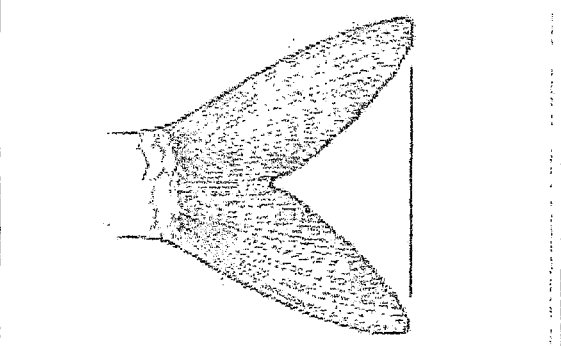


Figura 32a - Caudal bifurcada simetrica

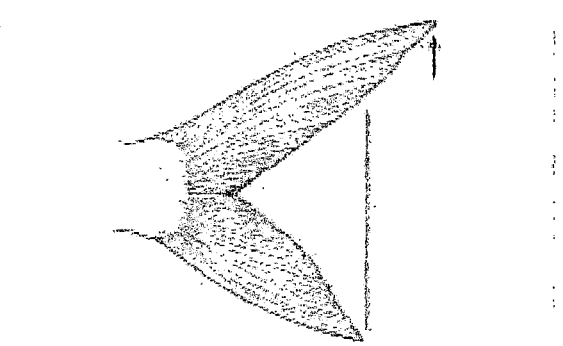


Figura 32b - Lóbulo caudal superior desarrollado

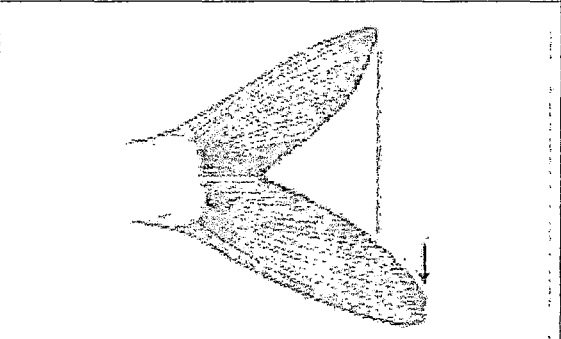


Figura 32c - Lóbulo caudal inferior desarrollado

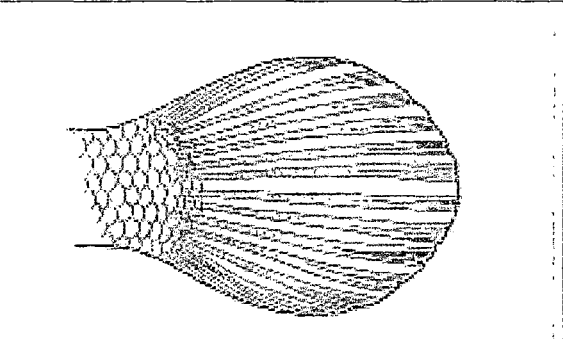
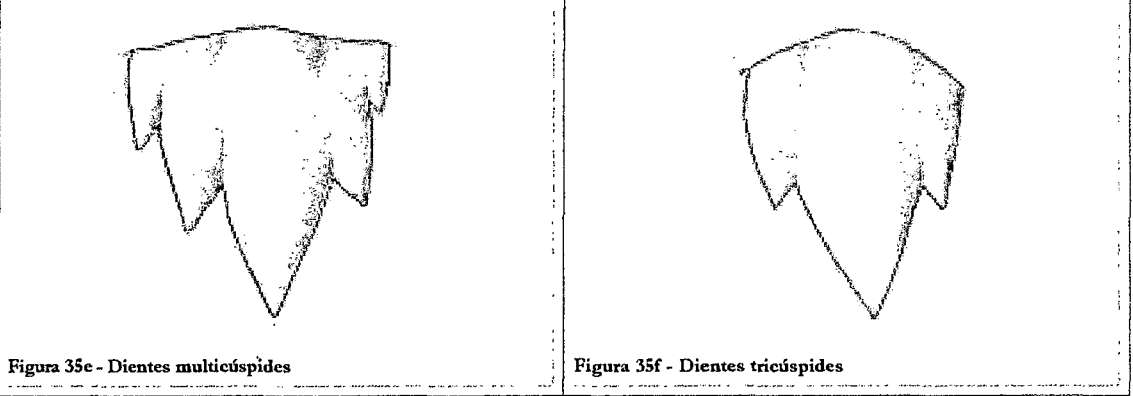
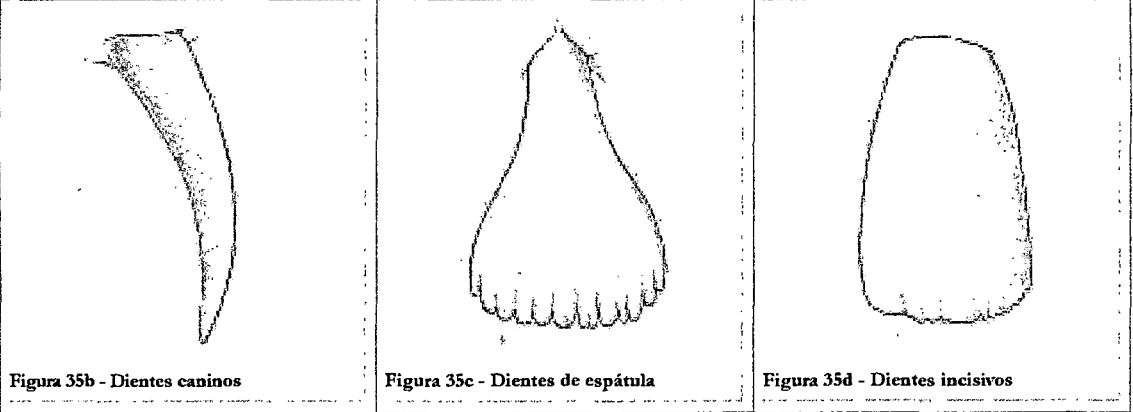
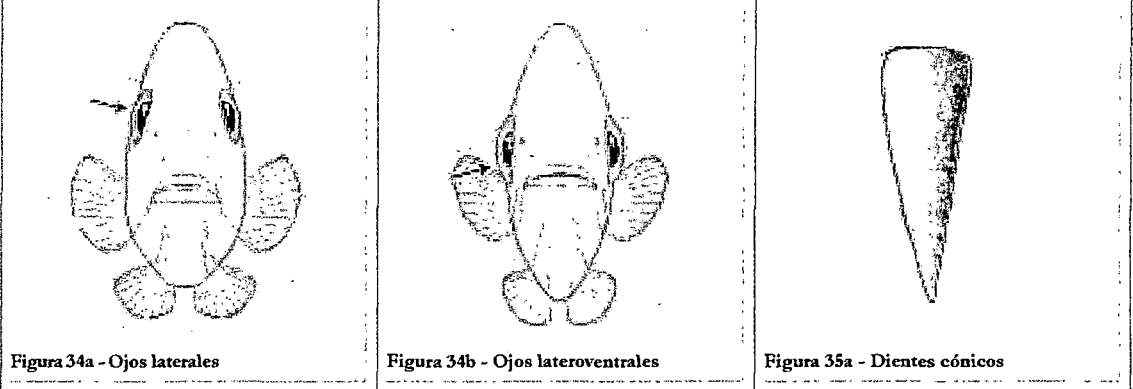
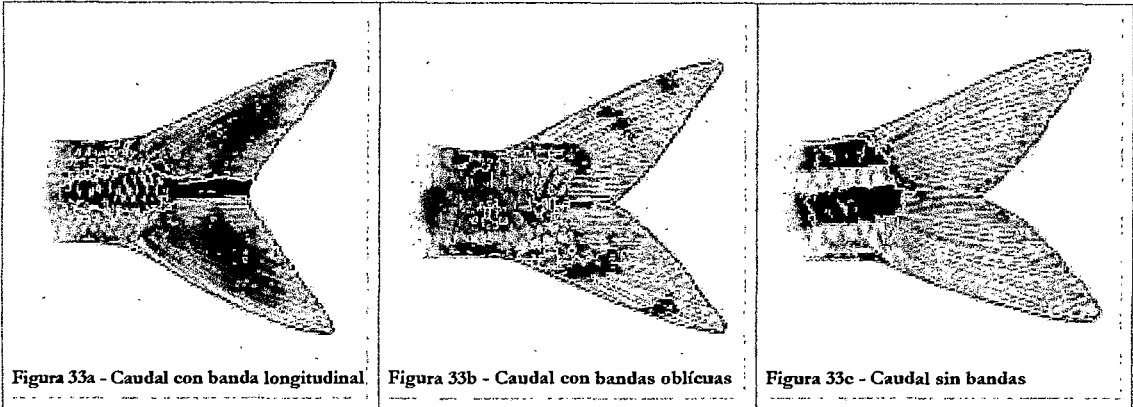
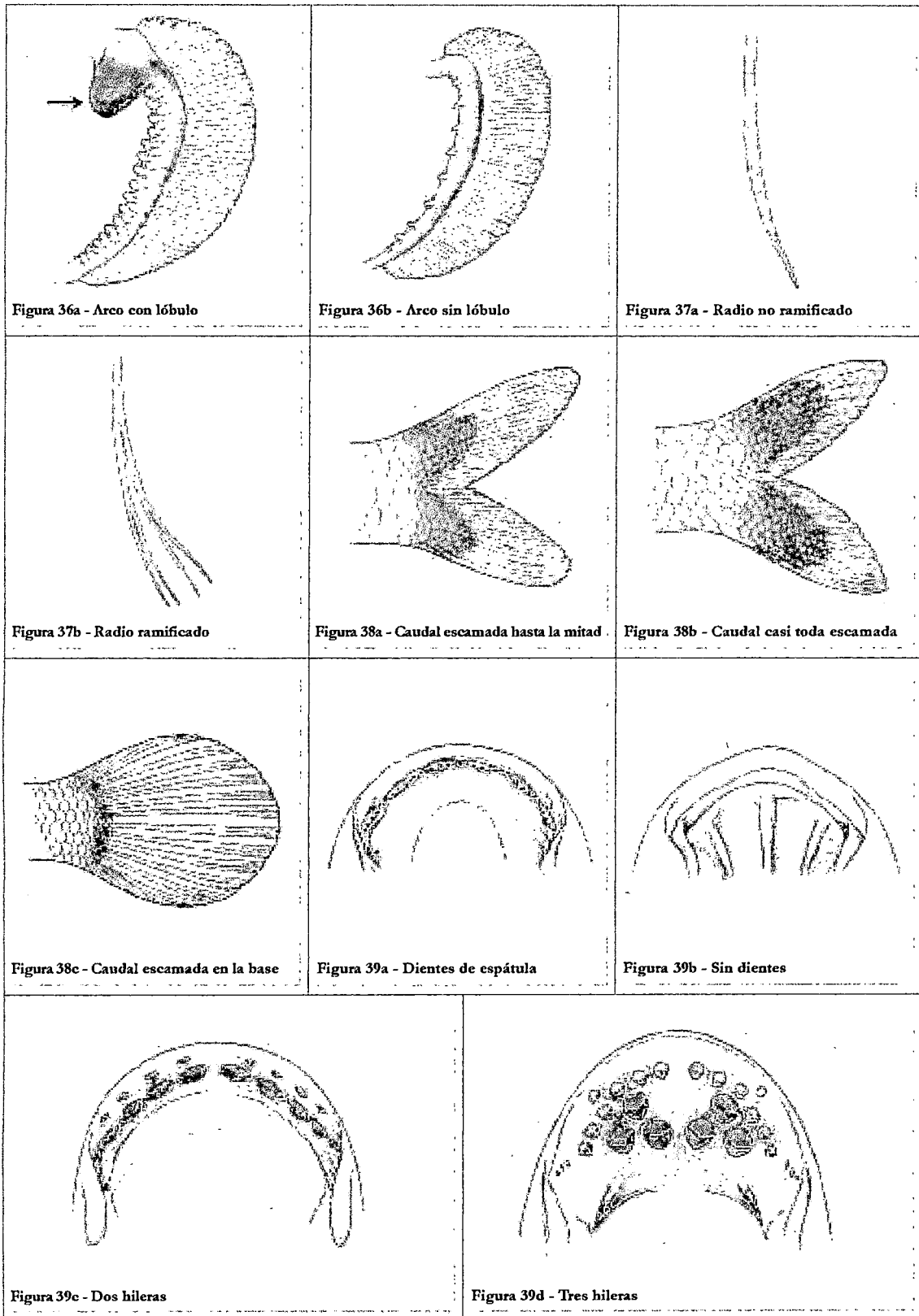
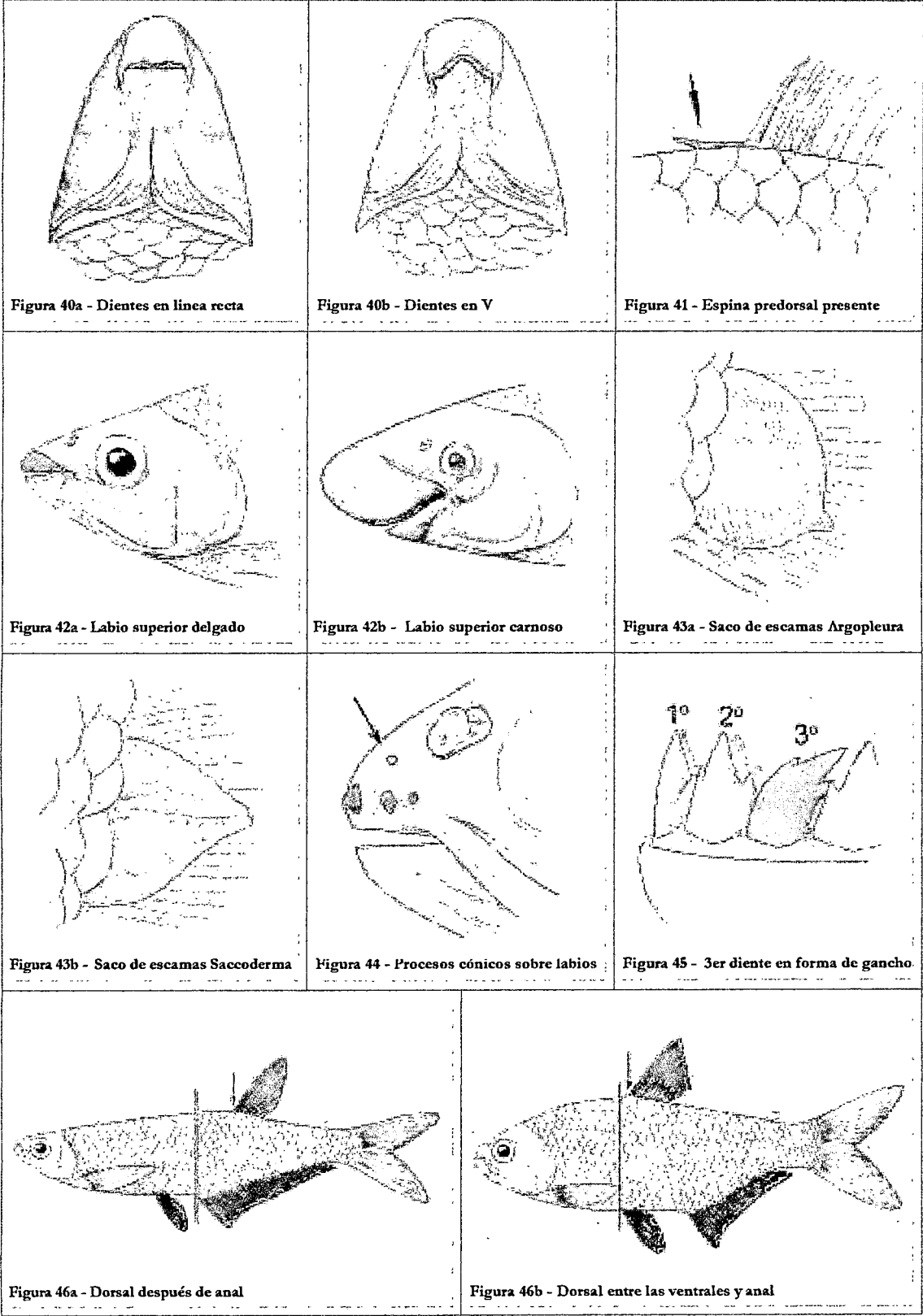


Figura 32d - Caudal redondeada







QUIMICA LAB - CUSCO

DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0045 - 14 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

SOLICITA : RAUL FERNANDO QUISPE PHOCCO

MUESTRAS : M1.- Quebrada del Lago Valencia – Madre de Dios.
M2.- Quebrada Gamitana – Madre de Dios.

DISTRITO : Las Piedras.

PROVINCIA : Puerto Maldonado.

DEPARTAMENTO: Cusco.

FECHA : 02/04/2014

DETERMINACIONES		M1	M2
Mercurio Hg	mg/l	0.000	0.000

MÉTODOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUÍMICO
Calle del Colegio de Ingenieros N° 16109



Puerto Maldonado 24 de noviembre de 2014

Constancia

El que suscribe, Bgo. Msc. Julio M. Araujo Flores en calidad de Hidrobiólogo especialista. Se da constancia que se me consultó en bibliografía especializada e identificación y la correcta determinación de especies de peces correspondiente a la Tesis titulada: "DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA Y MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD HIDRICA EN DOS TRIBUTARIOS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS", colectados por RAUL FERNANDO QUISPE PHOCCO bachiller en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, las especies consultados mediante galerías fotográficas tienen una determinación taxonómica correcta. Dichas muestras fueron determinadas utilizando claves y bibliografía especializada.

Se expide la presente constancia para fines que vieta por conveniente el interesado.

Atentamente

PROYECTO HED - UNAMAD

Bgo. Msc. Julio Manuel Araujo Flores
Coordinador



Bgo. Msc. Julio Manuel Araujo Flores
Coordinador del Proyecto HED-UNAMAD