



**UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA**

**IDENTIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA EN LOS ARROYOS
VIRTUDES (afluente del río Acre) Y COCAMA (afluente del río
Tahuamanu) DEL DEPARTAMENTO PANDO**

Tesis para optar al título de
Licenciatura en Ciencias Biológicas y Naturales

Victor Hugo Garcia Cabrera

**Pando - Bolivia
2008**

**UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA**



**IDENTIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA EN LOS ARROYOS
VIRTUDES (afluente del río Acre) Y COCAMA (afluente del río
Tahuamanu) DEL DEPARTAMENTO PANDO**

Tesis de grado para optar al título de
Licenciatura en Ciencias Biológicas y Naturales

Victor Hugo Garcia Cabrera

Tutores: PhD. Philip Willink
Ing. Griceldo Carpio

**Pando - Bolivia
2008**

APROBACION

La Tesis de Grado Titulada: **“IDENTIFICACION DE LA ICTIOFAUNA DEL ARROYO VIRTUDES (afluente del río Acre) Y COCAMA (afluente del río Tahuamanu) DEL DEPARTAMENTO PANDO”**, fue preparada por el Univ. Victor Hugo Garcia Cabrera como requisito para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, otorgado por la Universidad Amazónica de Pando.

PhD. Phill Willink
TUTOR

Ing. Griceldo Carpio Tancara
TUTOR

**Cobija – Pando
Bolivia 2008**

DEDICATORIA

A mi padres, esposa y mi
hija, cuyo apoyo y
comprensión me dan fuerzas
para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a las siguientes instituciones y personas que con su apoyo hicieron posible la realización del presente trabajo.

- A la Universidad Amazónica de Pando, a todos los docentes que fueron parte importante de nuestra formación en todo el tiempo de estudio.
- Al Area de Ciencias Biológicas y Naturales dirigida por el Ing. Androcles Puerta por su contribución al mejoramiento de capacidades de todos los estudiantes.
- Al Field Museum de Chicago, quienes apoyan incondicionalmente la formación de jóvenes universitarios comprometidos con la conservación y la investigación de la Amazonía.
- Al Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía, que nos dio la oportunidad de fortalecer nuestras capacidades.
- A mis asesores, el PhD. Phillip Willink y el Ing. Griceldo Carpio por su incondicional apoyo y compromiso.
- A los tribunales, Dra. Elizabeth Ponz, Lic. Dean Vaca y Dr. Alejandro Justiniano, quienes permitieron mejorar día a día el presente trabajo.
- A Dan Brinkmeier, cuya confianza y apoyo generó las oportunidades para fortalecer nuestra formación en el Field Museum de Chicago.
- A mi familia, esposa e hija que me dan la fortaleza para seguir adelante.
- A mis compañeros y amigos que me acompañan en este arduo camino de la enseñanza y aprendizaje.
- Al Univ. Armado Casanova, que colaboró en el muestreo y captura de especímenes, a quien por su entrega y dedicación al trabajo le deseo lo mejor.

INDICE GENERAL

	Pag.
Aprobación	I
Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Índice general	IV
Índice de mapas	VI
Índice de tablas	VII
Índice de gráficos	VII
Anexos	VIII
Resumen	VIV
Abstract	X
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. Revisión bibliográfica	3
3.1 La cuenca Amazónica	3
3.2 La cuenca Amazónica Boliviana	7
3.3 La importancia del estudio de los peces	9
3.4 Clasificación de los tipos de agua	10
3.5 Diversidad ictiológica del departamento de Pando	12
4. Área de estudio	14
4.1 Geología y fisiología	14
4.2 Clima	14
4.2.1 Temperatura	15
4.2.2 Precipitación	15

4.2.3 Humedad relativa	15
5. Materiales y métodos	16
5.1 Ubicación de los puntos de muestreo	16
5.2 Metodología	18
5.2.1 Parámetros fisicoquímicos del agua	19
5.2.1.1 Temperatura	19
5.2.1.2 Concentración de hidrogeniones	19
5.2.1.3 Nitratos	20
5.2.1.4 Fosfatos	20
5.2.1.5 Oxígeno disuelto	20
5.2.1.6 Turbidez	21
5.2.1.7 Profundidad	21
5.2.2 Colecta de peces	21
5.2.3 Fijación y conservación de especímenes	22
5.2.4 Identificación taxonómica	22
5.2.5 Ilustración de especímenes	23
5.2.6 Análisis estadístico	23
5.3 Diseño experimental	23
5.3.1 Curva de acumulación de especies	23
5.3.2 Rango abundancia	24
5.3.3 Abundancia relativa	24
5.3.4 Índices de diversidad y similitud	25
5.3.4.1 Índices de diversidad	25
5.3.4.2 Índices de similitud	26
5.3.5 Estimación de riqueza de especies	27
6. Resultados	28
6.1 Resultados generales	28
6.1.1 Curva de acumulación de especies	28
6.1.2 Rango abundancia	29

6.1.3 Abundancia relativa	30
6.1.4 Índices de diversidad y similitud	31
6.2 Fisicoquímica del agua	33
6.3 Resultados del arroyo virtudes	33
6.3.1 Estimación de riqueza de especies	34
6.4 Resultados del arroyo cocama	35
6.4.1 Estimación de riqueza de especies	37
7. Discusión	38
8. Conclusión	41
9. Recomendaciones	42
10. Bibliografía	44
10.1 Bibliografía electrónica	47

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008- 1. Numero de especies de peces de agua dulce, 2. Número de especies endémicas de agua dulce, 3. Porcentaje de riqueza de especies de peces por ecoregión, 4. Porcentaje de especies endémicas por ecoregión.	4
Mapa 2. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 - 1. Ecoregión (318) Mamoré-Madre de Dios pie de monte (Bolivia, Brasil, Perú), 2. Ecoregión (316) Tierras bajas del Amazonas (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú).	5
Mapa 3. Puntos de muestreo en el arroyo Virtudes	17
Mapa 4. Puntos de muestreo en el arroyo Cocama	18

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama.	16
Tabla 2. Datos cuantitativos totales en función al número de especies capturadas en los arroyos Virtudes y Cocama.	28
Tabla 3. Resultados de índices de diversidad y similitud de especies.	32
Tabla 4. Datos fisicoquímicos obtenidos en cada punto de muestreo para los arroyos Cocama y Virtudes.	33
Tabla 5. Especies registradas para el arroyo virtudes agrupadas según a la Familia y Orden correspondiente.	34
Tabla 6. Especies registradas para el arroyo Cocama agrupadas según a la Familia y Orden correspondiente.	35

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 – Comparación en términos de riqueza de especies 1. Ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte, 2. Ecoregión Tierras bajas del Amazonas.	6
Grafico 2. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 – Comparación en términos de endemismo de especies 1. Ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte, 2. Ecoregión Tierras bajas del Amazonas.	6
Grafico 3 Curva de acumulación de especies para los arroyos Cocama y Virtudes en relación con los puntos de colecta.	29
Grafico 4. Curva de Rango Abundancia de las especies registradas en el arroyo Virtudes y Cocama respectivamente, en función del número total de individuos capturados en cada arroyo.	30

Gráfico 5. Curva de Abundancia Relativa de las especies registradas en el arroyo Virtudes y Cocama respectivamente, en función al esfuerzo.	31
Gráfico 6. Estimación de número de especies para el arroyo Virtudes.	35
Gráfico 7. Estimación de número de especies para el arroyo Cocama.	37

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies registradas en el arroyo Virtudes por punto de muestreo.

Anexo 2. Lista de especies registradas en el arroyo Cocama por punto de muestreo.

Anexo 3. Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Virtudes.

Anexo 4. Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Cocama.

Anexo 5. Lista de presencia y ausencia de especies en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama.

Anexo 6. Lista de especies con potencial ornamental en el arroyo Cocama y el arroyo Virtudes.

Anexo 7. Guía fotográfica de especímenes del arroyo Virtudes.

Anexo 8. Guía fotográfica de especímenes del arroyo Cocama.

Anexo 9. Base de Datos

RESUMEN

Con el propósito de aportar al conocimiento de la ictiofauna en el departamento Pando se desarrollo el presente estudio de identificación de la ictiofauna del arroyo Virtudes (afluente del río Acre) y Arroyo Cocama (Afluente del río Tahuamanu).

Para el desarrollo de la investigación se definieron 5 puntos de muestreo para cada arroyo, en muestreos estratificados siendo el objetivo de los mismos identificar a la ictiofauna a lo largo de los trayectos naturales de los arroyos.

Para ambos arroyos se colectaron 693 individuos, pertenecientes a 5 órdenes, 16 familias y 73 especies en total. En el Arroyo Cocama se registraron un total de 48 especies, en cambio en el Arroyo Virtudes se registraron un total de 35 especies, del total de especies registradas en el presente estudio solo 10 especies son compartidas por ambos arroyos.

Las valores de diversidad estimadas para cada arroyos son muy interesantes ya que se prevé una diversidad de 44 especies para el arroyo Virtudes y 61 especies para el arroyo Cocama, siendo muy posible incrementar estos valores aplicando otros métodos de captura adicionales a la metodología aplicada en esta investigación.

ABSTRACT

To contribute to the knowledge of the ichthyofauna in the Pando department developed this study to identify the ichthyofauna Virtudes Creek (tributary of the River Acre) and Cocama Creek (tributary of the river Tahuamanu).

For the development of research identified 5 points for each stream, in stratified sampling with the aim of identifying the same ichthyofauna along the pathways of natural streams.

For both streams were collected 693 individuals belonging to 5 orders, 16 families and 73 species in all. In Arroyo Cocama were a total of 48 species, changes in the Arroyo Virtues were a total of 35 species of total species recorded in this study only 10 species are shared by both streams.

The estimated values of diversity for each streams are very interesting because it provides a range of 44 species in the Virtues stream and 61 species in the brook Cocama is likely to increase these values by applying other methods to capture additional methodology in this research.

1. INTRODUCCIÓN

En líneas generales, la Amazonia se caracteriza por reunir una densa y multidiversa selva, temperaturas elevadas, extensos ríos y una compleja red hidrográfica, predominancia de bajas altitudes; es la más extensa red fluvial del planeta moviendo un volumen de agua dulce del orden de 100.000 m³ de caudal. La evaporación de parte del agua vuelve a la tierra en las abundantes lluvias: cerca de 2500 mm por año. Esas características alimentan la gran biodiversidad de la región, pero también determinan la fragilidad y los límites de los ecosistemas amazónicos (Kremling, 2002).

La Amazonía es la cuenca más extensa de la Tierra, con cerca de 7'165,281 km². La cuenca amazónica representa el 1,40% de la superficie del planeta Tierra, el 4,82% de la superficie emergida o continental de la Tierra, y el 40,18% de América del Sur. Contiene cerca del 20% del suministro global de agua dulce de la Tierra, excluyendo los hielos polares. En la cuenca amazónica y zonas aledañas se encuentra más del 56% de los bosques tropicales, con más de 8 millones de ha (Brack, 2008).

Se calcula que cerca del 30% de la Amazonía baja está conformado por ambientes acuáticos, ríos de diferentes características, lagunas, pantanos (formaciones de palmeras *Mauritia*) y várzeas o zonas inundables. La dinámica de los ríos mayores y sus tributarios es muy fuerte, con cambios de curso continuos en el lecho y los canales laterales (Brack, 2008).

En la cuenca del amazonas la riqueza de especies (ictiofauna) se estima en unas 2300 especies de peces, si bien hay quienes consideran que al menos falta un 30% más por descubrir, siendo la más rica del mundo (Lauzane&Loubens, 1985).

En el departamento de Pando fueron registradas 313 especies de peces, de las 501 registradas para la región amazónica de Bolivia. (Chernoff and Willink, 1999), actualmente se cuenta con un registro de 368 especies (MHN Pedro Villalobos, 2006).

El conocimiento de la ictiofauna en Bolivia progreso en los últimos años, sin embargo todavía existen considerables vacíos en la información (Farell, 2006) en el departamento Pando actualmente se están desarrollando investigaciones que permitirán tener mayor conocimiento de la fauna ictiológica de nuestra región.

La diversidad biológica esta correlacionada con la diversidad ambiental, mientras más complejo es un sistema, mayor capacidad tiene de albergar especies con ecología diversa. Al contrario, muchas veces las modificaciones realizadas por el hombre, corresponde a una simplificación del sistema que se traduce en una reducción de la diversidad en habitats, generando cambios en la composición de las comunidades, generalmente acompañados por la pérdida de especies (Pouilly, 2004).

Los recursos hídricos (ríos, arroyos y lagunas) son los recursos más significativos para el poblador amazónico y el uso de los mismos data desde que el hombre habita sobre la extensa amazonía boliviana.

La presente investigación contribuye al conocimiento de la diversidad de especies de peces presentes en los arroyos Virtudes y Cocama de los Municipios de Cobija y Porvenir. Es necesario generar información básica que permita iniciar un monitoreo a largo plazo de nuestras microcuencas, la información obtenida permite tener una línea base con la que se puede realizar un seguimiento del comportamiento de la composición de especies existentes en estos arroyos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar la fauna ictiológica del arroyo Virtudes (Afluente del río Acre) y arroyo Cocama (Afluente del río Tahuamanu).

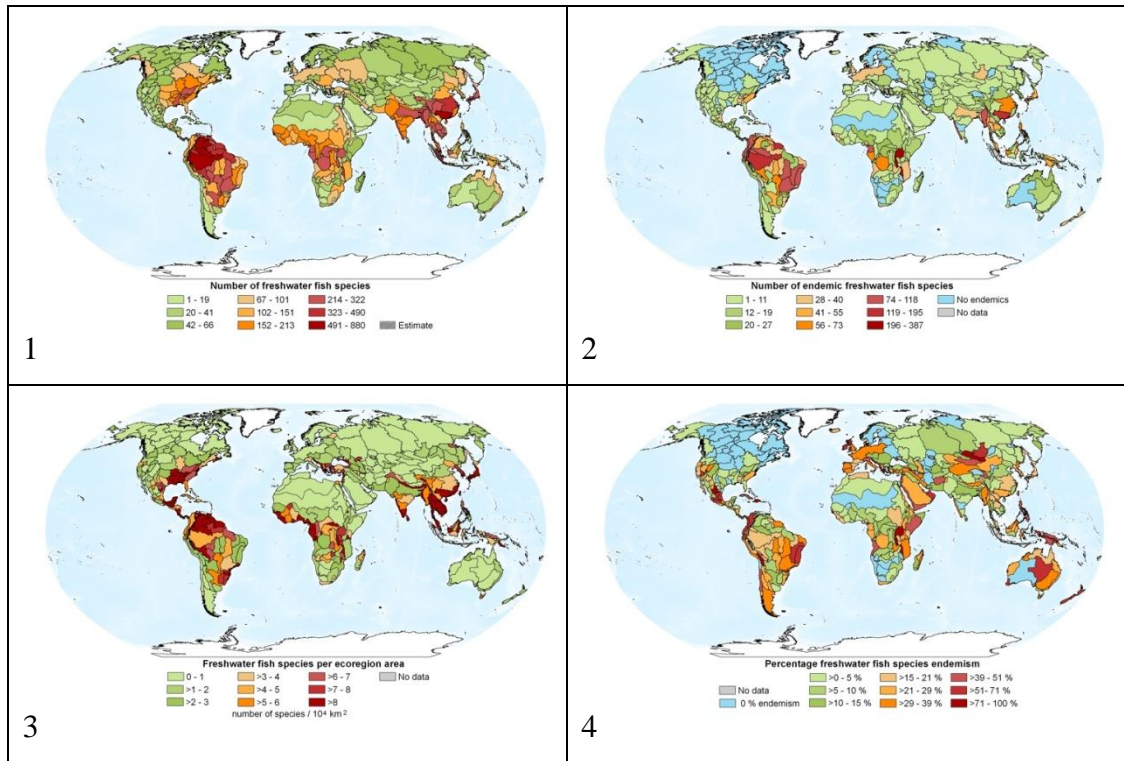
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la captura de especímenes que determinen la presencia o ausencia de las especies en cada arroyo.
- Identificar los especímenes colectados a través de claves dicotómicas específicas de cada grupo.
- Analizar las comunidades ícticas de cada arroyo determinando las abundancias relativas de cada especie y su similitud de ocurrencia.
- Registrar parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 La Cuenca Amazónica

Una contribución bastante interesante a la clasificación del espacio geográfico es la propuesta por Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) proporciona una nueva regionalización mundial biogeográfica de la Tierra en relación a la diversidad biológica de agua dulce, abarca prácticamente todos los hábitats de agua dulce en la Tierra, en estas ecoregiones propuesta se determina comparativamente la riqueza, endemismo entre grupos asociados a los cuerpos de agua (peces, anfibios, cocodrilos y tortugas).

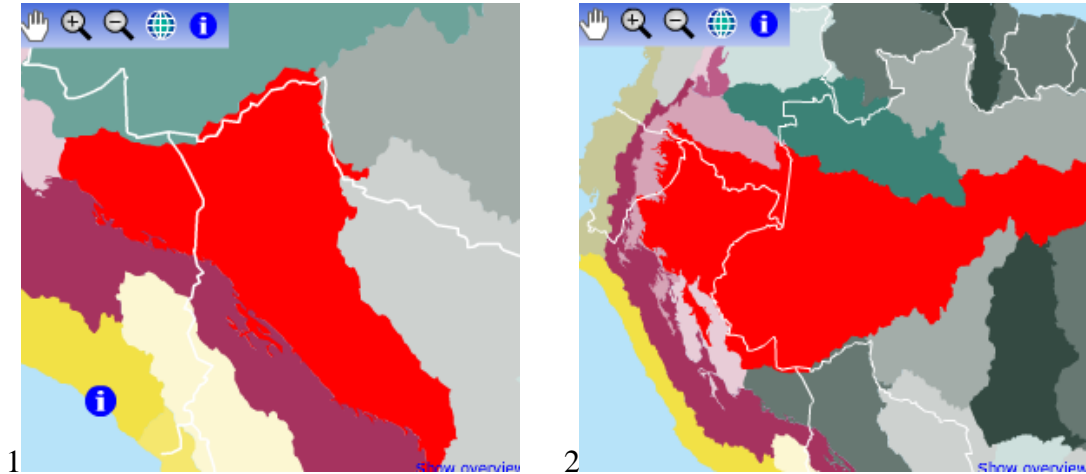


Mapa 1. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008
1. Número de especies de peces de agua dulce, **2.** Número de especies endémicas de agua dulce, **3.** Porcentaje de riqueza de especies de peces por ecoregión, **4.** Porcentaje de especies endémicas por ecoregión.

Freshwater Ecoregions of the World, determino el número de especies de peces de agua dulce presentes para la ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte (Mapa 1.1) en el rango de 491 a 880 y un endemismo (exclusivas de esta ecoregión) de 56 a 73 especies (Mapa 1.3). En cambio el número de especies de peces de agua dulce presentes en la ecoregión Tierras bajas del Amazonas (Mapa 1.2) en el rango 323 a 490 y un endemismo (exclusivas de esta ecoregión) de 119 a 195.

Esta nueva clasificación nos proporciona elementos comparativos para las subcuencas y afluentes menores que están agrupadas en las ecoregiones de agua

dulce: número de especies, número de endemismos y porcentaje de endemismo en relación al número de especies por ecoregión.



Mapa 2. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 –
1. Ecoregión (318) Mamoré-Madre de Dios pie de monte (Bolivia, Brasil, Perú), 2. Ecoregión (316) Tierras bajas del Amazonas (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú).

Los datos sobre diversidad biológica fueron sintetizados para incluir a las ecoregiones la información de la riqueza, el endemismo, número de peces de agua dulce, anfibios, tortugas y cocodrilos, derivados en casi todos los casos de listas de especies, ya sea digital o distribución de datos. Información adicional sobre las especies se encuentran dentro de las descripciones individuales de la ecoregión, que también incluirá detalles sobre límites, topografía, clima, hábitat, ecológicos y evolutivos fenómenos, y otras características.

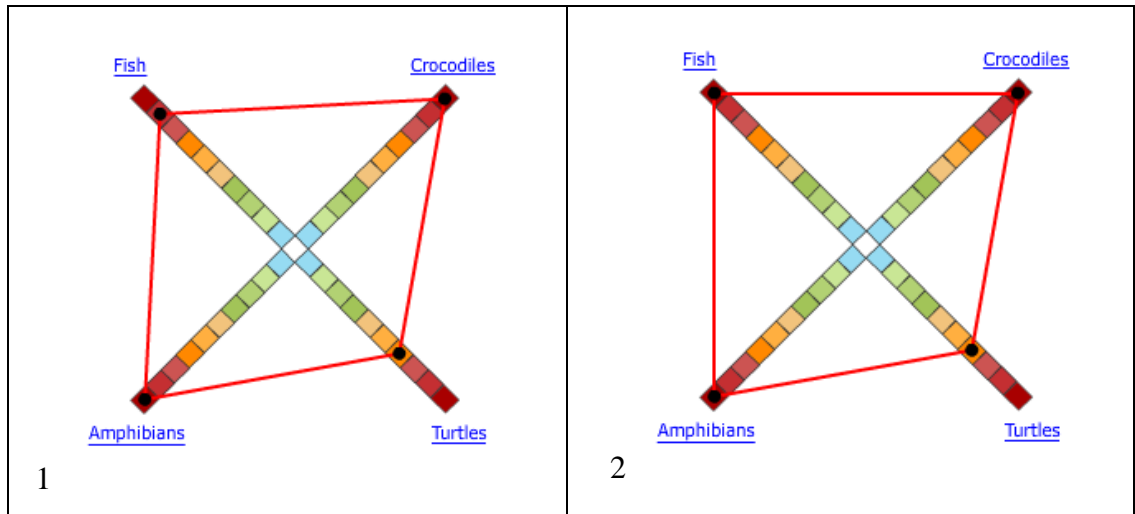


Gráfico 1. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 – Comparación en términos de riqueza de especies 1. Ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte, 2. Ecoregión Tierras bajas del Amazonas.

Comparando la ecoregión del Mamoré-Madre de Dios pie de monte (Gráfico 1-1) y la ecoregión Tierras bajas del Amazonas (Gráfico 1-2), en función a la relación entre número de especies (peces, anfibios, cocodrilos y tortugas) se nota una equivalencia en los grupos de anfibios, cocodrilos y tortugas, en cambio en función al número (riqueza) de especies de peces se nota un mayor número de especies para la cuenca de Tierras bajas del Amazonas.

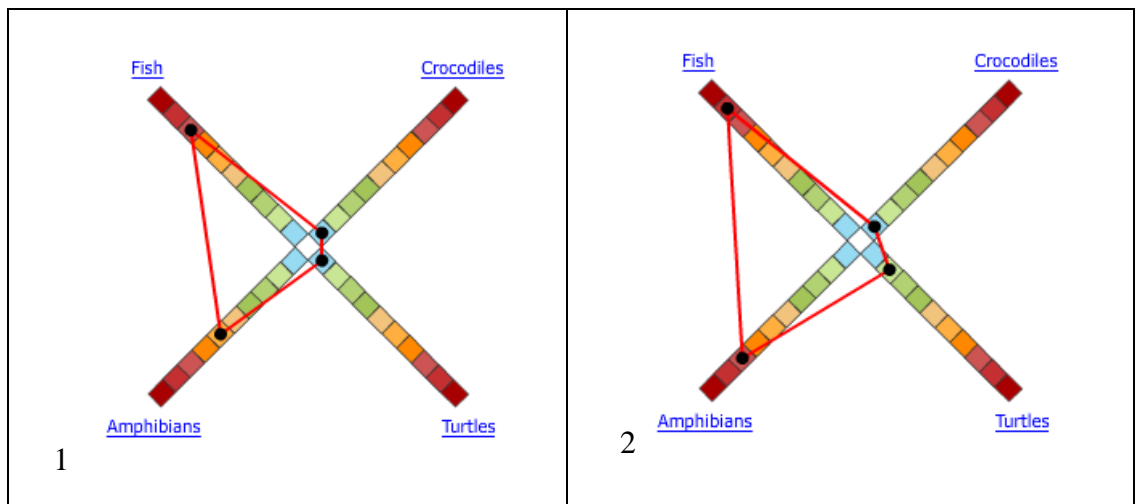


Grafico 2. Freshwater Ecoregions of the World, (FEOW) ©WWF/TNC 2008 –
Comparación en términos de endemismo de especies 1. Ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte, 2. Ecoregión Tierras bajas del Amazonas.

En relación al número de endemismos (exclusivos de la ecoregión) para la ecoregión Mamoré-Madre de Dios pie de monte (Gráfico 2-1) y la ecoregión Tierras bajas del Amazonas (Gráfico 2-2), notamos una equivalencia de endemismos en el caso de los cocodrilos, en cambio para peces, anfibios y tortugas hay mayor número de endemismos en la ecoregión de Tierras bajas del Amazonas.

Ecoregiones de Agua Dulce del Mundo (Freshwater Ecoregions of the World - FEOW) es un proyecto de colaboración proporciona la primer regionalización biogeográfica mundial de la diversidad biológica de agua dulce. Donde definen una ecoregión de agua dulce como una amplia zona que abarca uno o más sistemas de agua dulce que contiene un ensamble de las comunidades naturales de agua dulce y especies. Las especies de agua dulce, la dinámica y las condiciones ambientales dentro de una ecoregión son más similares entre sí a los alrededores de las ecoregiones y juntos forman una unidad de conservación.

3.2 La Cuenca Amazónica Boliviana

Según Lauzanne & Loubens (1985) mencionan que la Cuenca Amazónica Boliviana cubre más de la mitad de Bolivia: 746.000 Km² sobre 1.099.000 Km². Está drenada por cuatro ríos grandes, de caudal más o menos semejantes, el Madre de Dios, el Beni, El Mamoré y el Guaporé o Itenez, los cuales se unen para formar el río Madera, afluente mayor del río Amazonas.

Lauzanne & Loubens (1985) también indican que los ríos amazónicos presentan una amalgama de características, que los hacen ecológicamente heterogéneos y muy complejos, albergando una cuantiosa diversidad de peces.

Van Damme propuso una clasificación de los ecosistemas acuáticos de Bolivia utilizando un enfoque híbrido, es decir tomaron en cuenta tanto factores (geográficos) que condicionan diferencias en composición taxonómica (como resultado de distintas historias evolutivas) como factores (físicos, climáticos, etc.) que condicionan diferencias en la estructura y función de los ecosistemas acuáticos. Con esta clasificación definieron 4 subcuencas cada una con características particulares conforman parte de la Amazonía Boliviana.

La subcuenca Madre de Dios-Orthon-Albuna ocupa una superficie de 6 362 Km² entre 40 y 1 800 m de altura, estando la gran mayoría de la subcuenca en Bolivia por debajo de los 250 m. Abarca casi la totalidad del departamento de Pando y el norte de La Paz.

La subcuenca del Beni ocupa una superficie de 93 367 Km² entre los 80 y 6 300 m de altitud, abarcando el noroeste de los departamentos de Beni y Cochabamba, y la franja central (W-E) y el sudeste del Departamento de La Paz.

La subcuenca del Mamoré ocupa una superficie de 142 633 Km² entre los 80 y 5 100 m de altitud, abarcando la mayor parte de Cochabamba, Norte de Potosí y Chuquisaca, Oeste de Santa Cruz y la faja central (N-S) del Beni.

La subcuenca Iténez ocupa una superficie de 290 403 Km² entre los 20 y 3 500 m de altitud, abarcando una pequeña parte de Chuquisaca, la faja central (N-S) de Santa Cruz y el Nordeste y Este del Beni.

Dentro la clasificación propuesta por Van Damme, el espacio geográfico que ocupa el arroyo Cocama que contribuye al caudal del río Tahuamanu que junto al río Manuripi forman el Orthon se encuentra en la sub cuenca Madre de Dios-Ortho-

Abuna. En cambio el arroyo Virtudes es afluente del río Acre que forma parte de la subcuenca Purus del Brasil, afluente mayor del río Amazonas.

3.3 La importancia del estudio de los peces

La ictiología es una ciencia que acaba de dar los primeros pasos en Bolivia y debe seguir un largo recorrido antes de comprender los orígenes de la diversidad de especies y las condiciones actuales que la mantienen. La explotación racional y la protección de los ambientes acuáticos deben ser consideradas como una prioridad nacional que permita la continuidad a los ciclos naturales de los peces (reproducción, alimentación, etc) que sostienen la economía y la alimentación de una parte importante en la población de Bolivia (Van Damme, 2008).

Los ríos suministran agua para los habitantes locales, aunque no es un problema muy evidente todavía, el tratamiento de la basura cerca de los centros poblados en crecimiento necesita ser regulado para prevenir la contaminación del agua potable a la población (Chernoff & Willink, 1999).

Desde sus orígenes las sociedades humanas han ejercido una fuerte presión sobre los recursos hídricos, provocando el deterioro de los mismos. Este se ha debido principalmente a la descarga de efluentes industriales y domésticos sin tratamiento previo, a la modificación de cursos de aguas superficiales, al uso indiscriminado de agroquímicos, a la tala de los bosques ribereños, así como a la escasa o nula planificación del uso de dichos recursos (Franco Teixeira et al, 2002)

Los afluentes son los macrohabitats más amenazados debido a su fragilidad, singularidad y las tendencias actuales de destrucción de habitat. Un gran porcentaje de la fauna tiene un alto valor económico como alimento o comercialmente como peces ornamentales (Chernoff & Willink, 1989).

Mayores estudios ecológicos, básicos son necesarios para obtener un mejor entendimiento de las interdependencias de la ictiofauna con el ambiente físico-químico y las alteraciones producidas por el hombre. La biología de población y la historia natural necesitan ser estudiadas para garantizar la sostenibilidad.

3.4 Clasificación de los tipos de agua

Alfred Wallace es el primer naturalista que intenta hacer una clasificación de las aguas según las propiedades fisicoquímicas y patrones de coloración.

Blancas: Turbias, más productivos, muchos nutrientes, turbidez debido a sedimentos inorgánicos.

Claros (más o menos transparentes): Proviene de zonas planas, cubiertas de bosque que sirven para atenuar el efecto erosivo de las lluvias, que penetra en el suelo sin producir escorrentía.

Negras (color te): Se originan en suelos arenosos con altos contenidos de aluminio (oxisoles y podsoles), sobre los que desarrollan bosques inundables.

Según Navarro (2003), que realizó la tipología fluvial y vegetación riparia amazónica en Pando, donde determinan cuatro tipos fundamentales de agua con clara interrelación físico-químico y biológica: Aguas blancas, aguas mixtas, aguas claras y aguas negras.

Las **aguas blancas** de Pando, se separan claramente de todas las demás por su mayor pH y mineralización, mayor turbidez y colores pardo-barrosos o “café con leche”. Asimismo, presentan un paisaje elemental ribereño que en su totalidad es exclusivo de ellas con pocas excepciones y que incluye: bosques sucesionales medios de

Cecropia membranacea; cañaverales sucesionales tempranos de *Gynerium sagittatum*; bosques y arbustales sucesionales tempranos de *Tessaria integrifolia*; bosquecillos ribereños sucesionales iniciales de *Alchornea castaneifolia*; cañuelares ribereños sucesionales de la asociación *Paspalo fasciculati-Echinochloetum polystachyae*, y herbazales ribereños pioneros dominados por especies de *Cyperus*.

Las **aguas mixtas**, presentan valores de pH y mineralización notablemente inferiores a los existentes en las aguas blancas y sólo algo mayores a los presentados por las aguas negras y claras. Su turbidez y coloración en cambio, se aproxima más a la de los ríos de aguas blancas. El paisaje elemental ribereño de aguas mixtas se caracteriza en exclusividad sólo por los bosques sucesionales de *Guadua superba-Cecropia latiloba*, ya que las otras comunidades vegetales existentes pueden presentarse también en los ríos de aguas negras o claras.

Las **aguas claras** de los arroyos de la Tierra Firme de Pando presentan condiciones físico-químicas en parte similares a las de las aguas negras, aunque con valores de mineralización un poco mayores, menor turbidez y colores a menudo diferentes. Su paisaje ribereño es casi totalmente diferente a los demás y muy característico, incluyendo: los palmares amazónicos de arroyos pantanosos de *Mauritia flexuosa*, los bosques pantanosos de la macroserie *Symphonia globulifera-Cariniana domestica*, los herbazales pantanosos de *Montrichardia linifera-Cyclanthus bipartitus* y las comunidades acuáticas de *Eichhornia diversifolia*.

Las **aguas negras** son las que tienen menores niveles de pH y mineralización, menor turbidez y coloraciones más oscuras. Tan solo se superponen parcialmente en sus rangos superiores para estos valores con las aguas claras. El paisaje elemental ribereño de aguas negras, se caracteriza físicamente por la escasez de playas fluviales y biológicamente por dos comunidades vegetales exclusivas: los bosques

riparios de aguas negras semifluyentes (*Bactris riparia-Macrolobium acaciifolium* y los bosques riparios de aguas negras fluyentes (*Inga cf. ingoides-Tabebuia barbata*).

En términos generales, la química de las aguas depende del tipo de suelos por donde atraviesan los ríos. Las aguas son carbonatadas y las otras no. Mientras que el canal principal puede tener un pH alrededor de 5.5, los ríos del bosque y de áreas inundadas, se sitúa dos unidades por debajo.

Las variaciones especiales, el patrón de composición parece estar relacionado con las características morfológicas y fisicoquímicas del agua (Maldonado & Carvajal, 2005).

A escala mundial numerosos esfuerzos han sido realizados en los últimos 100 años para controlar la degradación de los sistemas acuáticos. Posteriormente fueron desarrollados índices basados en la combinación de parámetros biológicos, tanto para el diagnóstico del estado de salud de los recursos hídricos así como en la evaluación y planificación de los mismos. (Franco Teixeira et al, 2002)

3.5 Diversidad ictiológica del departamento Pando

La diversidad es una propiedad de los seres vivos, y por tanto algo más que solo el número de especies en un tiempo y lugar, es indudable que sin una cuantificación de la diversidad biológica no podremos realizar un aprovechamiento sostenible de ningún recurso. En el sentido más estricto la diversidad es una medida de heterogeneidad del sistema, es decir, de la cantidad y proporción de los diferentes elementos que contiene. Además del significado que en sí misma tiene la diversidad, es también un parámetro muy útil en el estudio, descripción y comparación de los sistemas ecológicos.

En base a recopilaciones de Sarmiento y Barrera, 1997; Sarmiento y Barrera, 2004, Vila et al. 2007; Carvajal-Vallejos y Maldonado; Carvajal-Vallejos, en preparación, De La Barra et al., citado por Van Damme 2008, el número de especies registradas para la Amazonía Boliviana es de 560 de las cuales con referencia a las otras dos cuencas que comparte Bolivia (Altiplano – La plata), 450 especies son exclusivas de la cuenca Amazónica boliviana. Donde familias dominantes son Characidae, Loricariidae, Cichlidae y Pimelodidae.

Las especies se distribuyen, normalmente según jerarquías de abundancia desde algunas especies muy abundantes hasta algunas raras. Generalmente, en las comunidades lo normal es que haya bastantes especies raras, pocas especies abundantes y muchas especies con una abundancia intermedia.

En cambio el estudio del comportamiento de la diversidad en dos comunidades puede evaluarse mediante índices o coeficientes de similitud o disimilitud o de distancia entre muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.) (Moreno C., 2001).

Según el Instituto Nacional de Estadística (2006) los municipios de Cobija y Porvenir son los que tienen mayor densidad poblacional en su territorio, por ende un mayor aprovechamiento de los recursos hidrológicos. La demanda de agua para las actividades antropogénicas desarrollan una serie de cambios dentro las redes hidrológicas naturales que también provocan cambios en la composición de las comunidades de peces, por lo que es necesario tener registros periódicos que permitan tener un conocimiento de las alteraciones en composición y abundancia de los peces que nos permitan plantear mejores estrategias de uso y aprovechamiento de todos estos recursos. Los arroyos estudiados en esta investigación son uno de los

más importantes en cada municipio, cuidar este recurso es responsabilidad de todos los que habitamos en esta área, generando alternativas para un uso sostenible.

4. AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en los arroyos Virtudes y Cocama tributarios de los sistemas de los ríos Acre y Tahuamanu respectivamente, ubicada en los municipios de Cobija y Porvenir de la región norte del departamento Pando.

Pando cuenta con 15 municipios y 75.335 habitantes (Proyección INE, 2008). Los municipios de Cobija y Porvenir actualmente presentan las mayores concentraciones de población en el departamento 38.490 y 4.457 respectivamente (Proyección INE 2008).

4.1 Geología y Fisiografía

La geología y geomorfología está determinada por el Escudo Brasileño. En la superficie mayormente afloran sedimentos cuaternarios y aparecen escasos afloramientos de edad terciaria en los cortes expuestos del río Acre y Madre de Dios (MUAFB, 2006).

Los paisajes que se observan en el área de estudio son: Colinas, planicies (con ondulación leve o moderada y llanuras aluviales, todas estas áreas bien drenadas (MUAFB, 2006).

4.2 Clima

Clima tropical húmedo cálido, con un periodo seco diferenciado en invierno con precipitaciones inferiores a los 60 mm durante un mes o más y una duración de

época seca que varía desde tres meses, hasta cinco meses (MUAFB, 2006).

4.3 Temperatura

Con el uso de los datos de estaciones meteorológicas vecinas, las isotermas que cruzan por el área de estudio registran temperaturas de 25°C a 26 °C. Las temperaturas medias mensuales más altas ocurren en octubre- noviembre alcanzando los 38°C y las más bajas en junio, los descensos que llegan hasta 12°C, ocasionadas por la presencia de frentes fríos “surazos” (masas de aires frío provenientes del Atlántico), que por lo general tienen una duración de dos a cinco días (MUAFB, 2006).

4.4 Precipitación

Se registra precipitaciones medias anuales entre 2000 mm a 1900 mm, la gradiente va desde la cantidad mayor al norte disminuyendo al sur este. Los periodos de alta precipitación, se encuentra entre los meses de marzo y noviembre, y los de baja, en julio. En el mes de noviembre la precipitación de lluvias alcanza el nivel más alto, siendo estas características propias de la región debido a que en ese mes se presentan tormentas eléctricas con lluvias puntuales de corto tiempo, pero de gran intensidad (MUAFB, 2006).

4.5 Humedad relativa

La humedad relativa es fluctuante todo el año y con una media anual de 77,52% y valores máximos en febrero de 83,4% y mínimos en agosto de 67% (MUAFB, 2006).

5. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo fue realizado entre los meses de octubre y noviembre del 2006, correspondiente al periodo de transición entre la época seca (abril – octubre) y la época lluviosa (noviembre – marzo) con el propósito de tener una muestra representativa de la comunidad de peces de cada arroyo antes del periodo de inundación.

Se tomaron cinco puntos de muestreo a lo largo de cada arroyo, para tener una muestra representativa, estos puntos fueron tomados en forma estratificada considerando como primer punto la desembocadura de cada arroyo.

5.1 Ubicación de los puntos de muestreo

El procedimiento más frecuente en estos casos es el muestreo estratificado, empieza con la división del área en subunidades (identificando tres unidades de muestreo, Alta – Media y Baja de cada arroyo), cada subunidad se muestrea de manera independiente en forma aleatoria (J. Ojasti, 2000), obteniendo una muestra representativa a lo largo de cada arroyo.

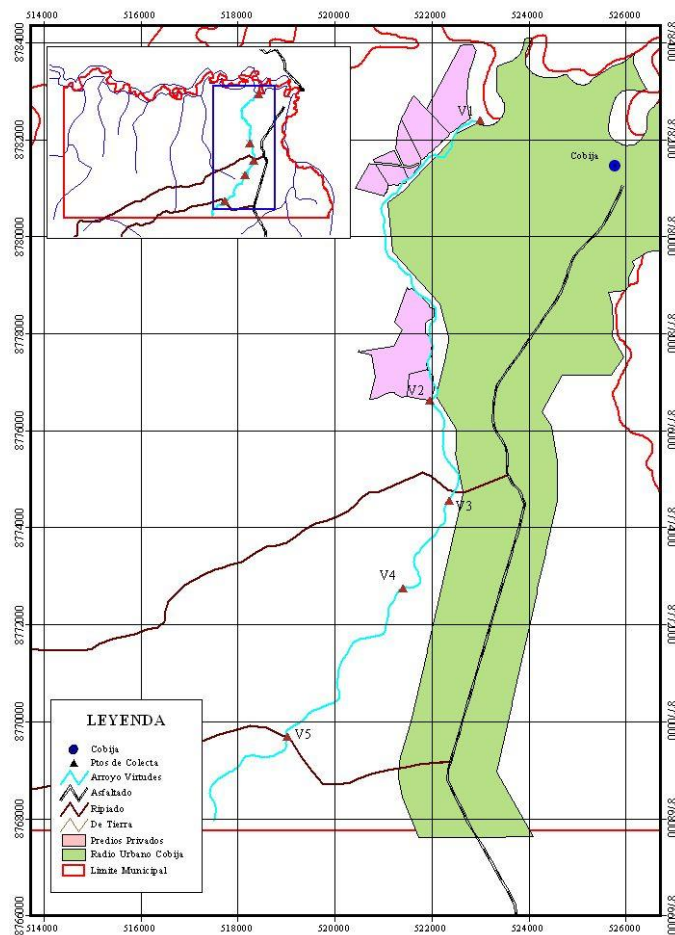
Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama.

	Puntos de Colecta	Latitud	Longitud
ARROYO VIRTUDES	Punto 1	11.01471	68.78931
	Punto 2	11.06705	68.79883
	Punto 3	11.08563	68.7952
	Punto 4	11.10196	68.80383
	Punto 5	11.12976	68.82568

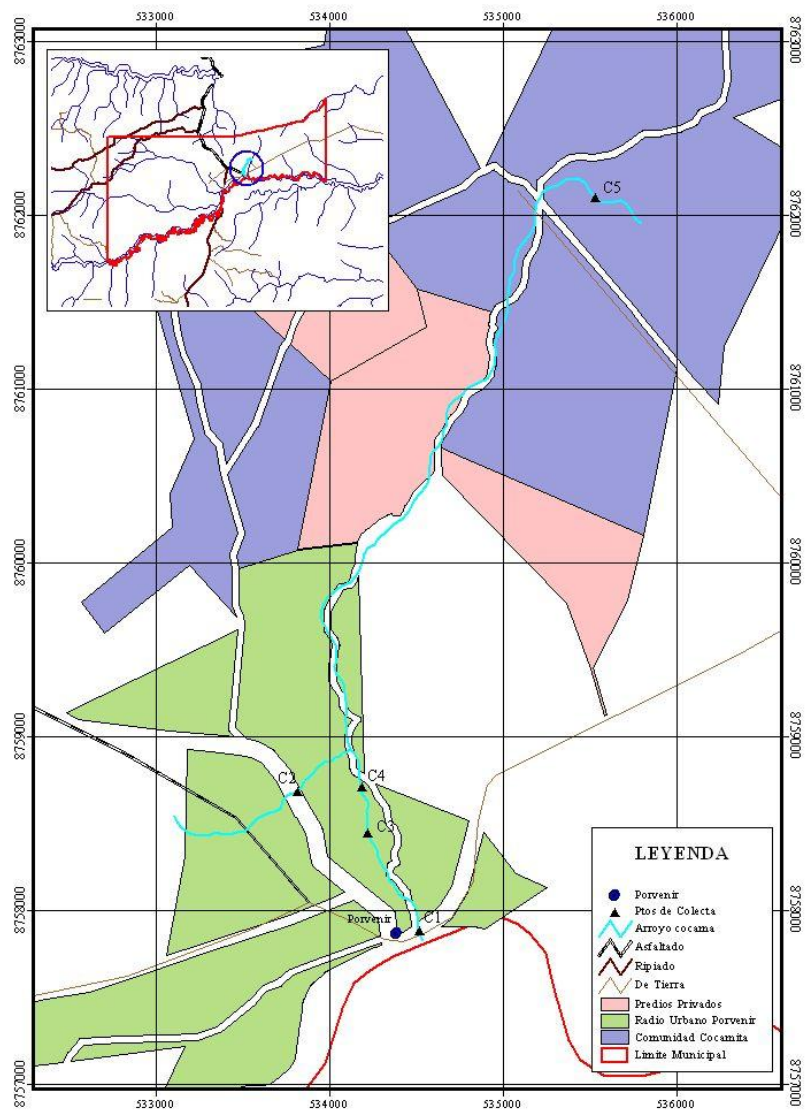
ARROYO
COCAMA

Puntos de Colecta	Latitud	Longitud
Punto 1	11.23625	68.68381
Punto 2	11.22901	68.69022
Punto 3	11.23115	68.68652
Punto 4	11.22876	68.68685
Punto 5	11.19809	68.67727

Se tomaron cinco puntos en cada arroyo (Tabla 1)considerando como punto inicial la desembocadura de cada arroyo al río principal, en el premuestreo correspondiente ubicamos los puntos posteriores hacia la parte alta de cada arroyo de manera aleatoria tres en la parte media y una en la parte alta de cada arroyo.



Mapa 3. Puntos de muestreo en el Arroyo Virtudes Esc. 1: 75.000



Mapa 4. Puntos de muestreo en el Arroyo Cocama Esc. 1: 25.000

5.2 Metodología

El muestreo fue estratificado (J. Ojasti, 2000), en relación a la captura y registro en cada punto se adoptó la metodología de trayecto en línea (transecto), que consiste en el recorrido de trayectos preferentemente lineales de una longitud L conocida (M. Aranda, 2001).

5.2.1 Parámetros fisicoquímicos del Agua

Para la medición de estos parámetros se utilizó un equipo de monitoreo de la calidad de agua fabricado por La Motte Company, basado en índices colorimétricos. El análisis se efectuó antes de cada captura de especímenes.

Este equipo nos permite realizar los análisis de los siguientes parámetros: Temperatura, pH, Nitratos, Fosfatos, Oxígeno disuelto, Turbidez.

5.2.1.1 Temperatura

La temperatura es muy importante para la calidad del agua, afecta a la cantidad de oxígeno disuelto y el ritmo de fotosíntesis de las plantas acuáticas.

La temperatura del agua se registro sumergiendo por 1 minuto el termómetro digital adherido a una superficie plástica para evitar el contacto con la mano del investigador, registrando las temperaturas a 10 cm de la superficie del arroyo en cada punto.

5.2.1.2 Concentración de hidrogeniones (pH)

El pH es la medida que se usa para evaluar la acidez o alcalinidad del agua, la mayor parte de los organismos están adaptados para sobrevivir dentro de niveles específicos de pH y pueden morir si el nivel cambia.

Se llena la probeta (0160) con 10 ml de la muestra de agua, agregamos una tableta de pH y agitamos. Una vez diluida se registra el patrón de coloración que adquiere la muestra y comparamos con la grafica colorimétrica del pH.

5.2.1.3 Nitratos

El nitrato es un nutriente requerido por todas las plantas y animales acuáticos para crear proteínas. La descomposición de las plantas y animales muertos y el excremento de los animales vivos descargan nitratos en los sistemas acuáticos.

Se llena la probeta (0160) con 5 ml de la muestra de agua, agregamos una tableta de Nitrato y agitamos. Una vez diluida se registra el patrón de coloración que adquiere la muestra y comparamos con la grafica colorimétrica del Nitrato.

5.2.1.4 Fosfatos

El fosfato es un nutriente requerido por las plantas y animales para el crecimiento y para las reacciones metabólicas.

Se llena la probeta (0160) con 10 ml de la muestra de agua, agregamos una tableta de prueba de Fosfato y agitamos. Una vez diluida se espera 5 minutos y registramos el patrón de coloración que adquiere la muestra y comparamos con la grafica colorimétrica del Fosfato.

5.2.1.5 Oxigeno disuelto

Todos los animales acuáticos necesitan oxigeno para sobrevivir. Las aguas con niveles continuamente altos de oxigeno disuelto por lo general son ambientes saludables y estables, capaces de sustentar gran diversidad de organismos acuáticos.

Inicialmente se toma la temperatura del agua, posteriormente se saca una muestra de agua en la probeta (0125), agregamos dos tabletas de la prueba de Oxigeno Disuelto, agitamos para disolver la tabletas por 4 minutos aproximadamente y comparamos con la grafica colorimétrica del Oxigeno disuelto. Los valores de temperatura y OD que

obtenidos son comparados en una tabla que nos traduce estos datos en % de saturación de oxígeno.

5.2.1.6 Turbidez

La turbidez mide la claridad del agua y esta proviene de la materia suspendida o coloidal, como la arcilla, el limo, la materia orgánica o inorgánica y los organismos microscópicos.

La turbidez es medida con un envase de aproximadamente un litro, en el fondo de este envase está adherido un pequeño disco de Secchi que nos permitirá registrar los valores de transparencia, comparando la claridad de visibilidad del disco de Secchi con la escala colorimétrica que tiene este equipo de monitoreo.

5.2.1.7 Profundidad

La profundidad se midió con una pequeña plomada ajustada a una lineada graduada en centímetros.

5.2.2 Colecta de peces

Se estandarizó la metodología y el esfuerzo de pesca para todas las localidades utilizando una red de arrastre (alevinage) de 5 metros de largo y 1.5 metros de alto con apertura de rombo de 10 mm (5 mm de nudo a nudo), el mantener el mismo esfuerzo de pesca para todas las localidades nos permite tener datos comparables y de utilidad para el uso de estimadores de riqueza y abundancia.

Se utilizó la red de arrastre por espacio de tres horas en cada punto, en una longitud definida de 50 metros aproximadamente capturando la mayor cantidad de

especímenes, el tiempo de captura se estableció al no conseguir capturar más individuos en los pre muestreos para estandarizar la metodología.

Una vez colectados los peces se los introdujo en el frasco letal para fijarlos y trasladarlos al laboratorio para su identificación.

5.2.3 Fijación y conservación de especímenes

Los especímenes colectados fueron fijados en una solución de Formol al 10% por espacio de 24 horas, posteriormente estos fueron depositados en bandejas y enjuagados con abundante agua, para diluir la concentración de formol. En una solución de alcohol al 30% se sumerge las muestras por un lapso de 48 horas, finalmente se cambia la concentración de la solución de alcohol al 70% para su conservación definitiva, según protocolo de colecciones científicas de museos internacionales.

Inicialmente se separan las muestras según sus características morfológicas en frascos de polietileno transparentes asignando un código de lote y un código de espécimen que permite posteriormente hacer una revisión en laboratorio asignando la identificación definitiva correspondiente.

5.2.3 Identificación taxonómica

La identificación taxonómica fue realizada entre los meses de octubre 2006 y junio del 2007, basada en revisiones bibliográficas de cada grupo taxonómico, en laboratorio con un estéreo microscopio nos permitió identificar la mayoría de las especies con claves dicotómicas de referencia como las de (Jacques Gery, 1977; Lauzanne&Lobens, 1985; F. Mago-Leccia, 1994; James Albert, 1991; Randy Powell, 1998, Heraldo Britski, 1999; entre otros), los recursos electrónicos como el “Check

list of the freshwater fishes of south and central América” una obra reciente, editada en el 2003 en la cual participaron varios especialistas de cada grupo taxonómico.

Una vez identificados los especímenes se les asignó la etiqueta correspondiente que contiene todos los datos correspondientes (Código de lote, código de espécimen, Identificación, localidad, número de individuos, colector, etc.), esto posibilitará el ingreso del espécimen a una colección científica.

Las descripciones taxonómicas están basadas generalmente en características morfológicas externas de cada Orden (Anexo 1), estas características externas nos permiten realizar una identificación según las descripciones de cada clave dicotómica.

5.2.5 Ilustración de especímenes

Todos los especímenes fueron fotografiados en laboratorio, obteniendo un registro fotográfico del material biológico fresco. Este tipo de documentación permitió en algunos casos realizar la confirmación de identificaciones de especímenes de taxonomía compleja con otros investigadores especialistas.

5.2.6 Análisis estadístico

Para realizar análisis estadístico fue necesario generar una base de datos donde fue integrada toda la información con la asignación de códigos y la cuantificación de los individuos de cada especie, esta base de datos nos permitió realizar el análisis de diversidad, abundancia, riqueza de especies.

5.3 Diseño experimental

5.3.1 Curva de acumulación de especies

Esta curva nos permite observar la acumulación de especies según los puntos de muestreo, cada que se registra una nueva especie. Esta curva tiende a estabilizarse al mayor número de muestras o repeticiones al no encontrar más nuevas especies.

5.3.2 Rango abundancia

Dentro del conjunto de especies podemos determinar las especies más y menos abundantes ocurridas en la presente investigación, para estandarizar los datos en función al número total de capturas se uso la siguiente fórmula:

$$N_i = \text{Log}_{10}(p_i) \text{ donde } p_i = (n_i/n_t)$$

Donde:

N_i es el valor de abundancia para la especie i a la n .

n_i = número de individuos capturados de la especie i a la n .

n_t = número total de individuos capturados en cada arroyo.

5.3.3 Abundancia relativa

Los métodos relativos se basan en una forma de índice de captura por unidad de esfuerzo calculada con los datos de captura obtenidos en el muestreo. Son relativos porque solo indican lo que ocurre a la abundancia de la población y no a su tamaño real. El cálculo de Abundancia Relativa para ambos arroyos se realizo con la siguiente fórmula:

$$A_i = (N_i) * 100 / \sum n_i \text{ donde } N_i = (n_i/e)$$

Donde:

A_i es la abundancia relativa para la especie i .

n_i = número de individuos de la especie i .

e = Esfuerzo de captura.

$\sum n_i$ = Sumatoria de todos los valores n de i a n .

Los índices de abundancia relativa constituyen el primer eslabón en la cuantificación de la abundancia. La utilidad principal de los índices estriba en el seguimiento y comparación de las tendencias poblacionales.

5.3.4 Índices de diversidad y similitud

La diversidad beta (comunidades) son proporciones que pueden ser evaluadas en base a índices o coeficientes de similitud y disimilitud a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos).

Los investigadores de la diversidad ecológica generalmente se restringen a la riqueza de especies, esto es, un sencillo cómputo del número de especies presentes. No obstante los ecólogos tienen mayor interés por la abundancia relativa de especies. Una comunidad no consiste en un grupo de especies en igual abundancia. (Magurran A., 1989)

5.3.4.1 Índices de diversidad

Índice de Simpson

$$1/\lambda = 1/\sum p_i^2$$

Donde:

$p_i = n_i/N$, donde n_i es el número de individuos de la especie "i" y N es la abundancia total de las especies, en otras palabras p_i es la abundancia proporcional de la especie "i".

Índice de Shannon-Wiener

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

Donde: p_i = Es la porción de individuos en la enésima especie.

5.3.4.2 Índices de similitud

Índices cualitativos

Índice de Jaccard

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

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 a y b.

Índice de Sorenson

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

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 a y b.

Índices cuantitativos

Índice de Sorenson

$$I_s = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN= número total de individuos en el sitio a.

bN= número total de individuos en el sitio b.

pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Índice de Morsita-Horn

$$I_{M-J} = \frac{2\sum(an_i \times bn_j)}{(da + db) aN \times bN}$$

Donde:

an_i = número de individuos de la i-esima especie en el sitio A.

bn_j = número de individuos de la j-esima especie en el sitio B.

$$Da = \sum an_i^2 / aN^2$$

$$Db = \sum bn_j^2 / bN^2$$

aN= número total de individuos en el sitio a.

bN= número total de individuos en el sitio b.

5.3.5 Estimación de riqueza de especies

Para estimar el posible número real de especies presentes en cada arroyo se uso el programa estadístico **Estimate S501** desarrollado por 4th Dimension ACI SA, 1997. Este programa nos permite realizar los cálculos de estimación de especies de Jack1 entre otros.

El estimador Jacknife de primer orden (Jack1) se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas). Esta técnica puede reducir el sesgo de los valores estimados del verdadero número de especies en una comunidad con base en el numero representado en una muestra. (Moreno C., 2001)

6. RESULTADOS

6.1 Resultados generales

Tabla 2. Datos cuantitativos totales en función al número de especies capturadas en los arroyos Virtudes y Cocama.

Orden	Familia	Total
Beloniformes	Belonidae	3
Characiformes	Anostomidae	1
	Characidae	22
	Curimatidae	6
	Erythrinidae	2
	Gasteropelecidae	3
	Lebiasinidae	2
	Prochilodontidae	1
Gymnotiformes	Electrophoridae	1
	Gymnotidae	2
	Sternopygidae	1
Perciformes	Cichlidae	9
Siluriformes	Auchenipteridae	1
	Callichthyidae	5
	Loricariidae	12
	Trichomycteridae	2
5 Ordenes	16 Familias	73 especies

Para ambos arroyos se colectaron 693 individuos, pertenecientes a 5 órdenes, 16 familias y 73 especies en total.

En el arroyo Cocama registramos un total de 48 especies, de las cuales 38 son propias de este arroyo, siendo las otras 10 las que son compartidas con el Arroyo Virtudes en el que registramos un total de 35 especies.

6.1.1 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Ambos arroyos presentaron una interesante curva de acumulación de especies en la cual podemos observar una estabilización del número de especies, mucho más evidente en la

curva del arroyo Virtudes, en cambio el arroyo Cocama observamos un incremento de 10 especies en el último punto de colecta.

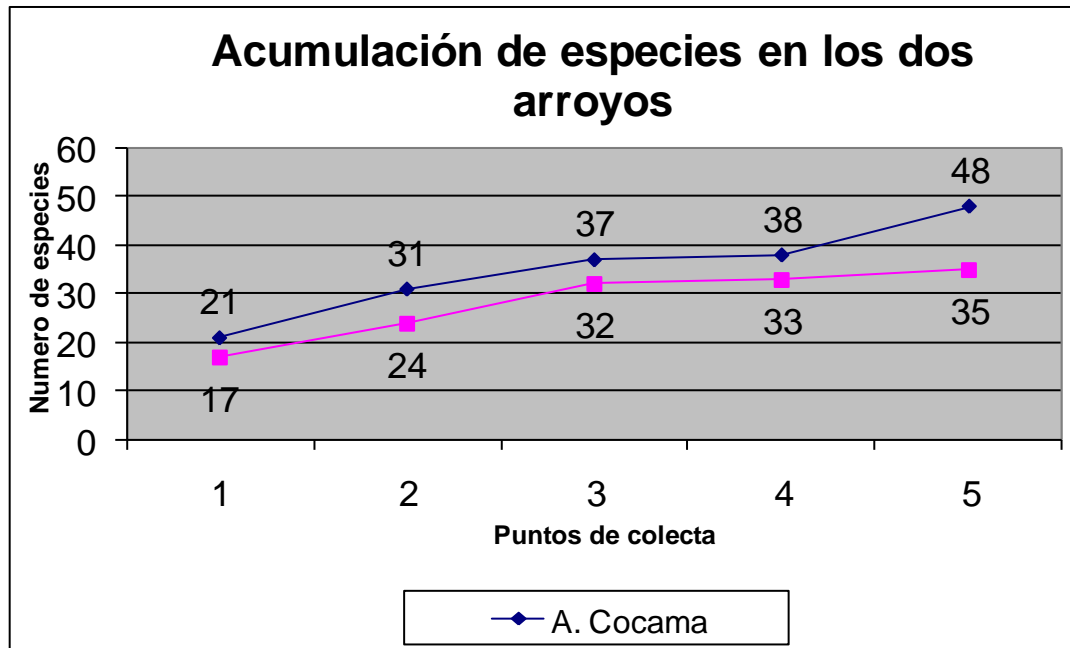


Gráfico 3 Curva de acumulación de especies para los arroyos Cocama y Virtudes en relación con los puntos de colecta.

6.1.2 RANGO ABUNDANCIA

En el gráfico 4 observamos la estructura de la comunidad de peces según su abundancia en cada arroyo, las especies más abundante para el arroyo Virtudes Characidae sp., entre las especies menos abundantes que solo esta representado por un solo individuo esta *Hoplerythrinus unitaeniatum* entre otros. Para el arroyo Cocama en cambio la especie con mayor abundancia es *Hemigrammus ocellifer* y una de las menos abundantes es *Belionidae* sp3. entre otros que solo está representado por un solo individuo colectado.

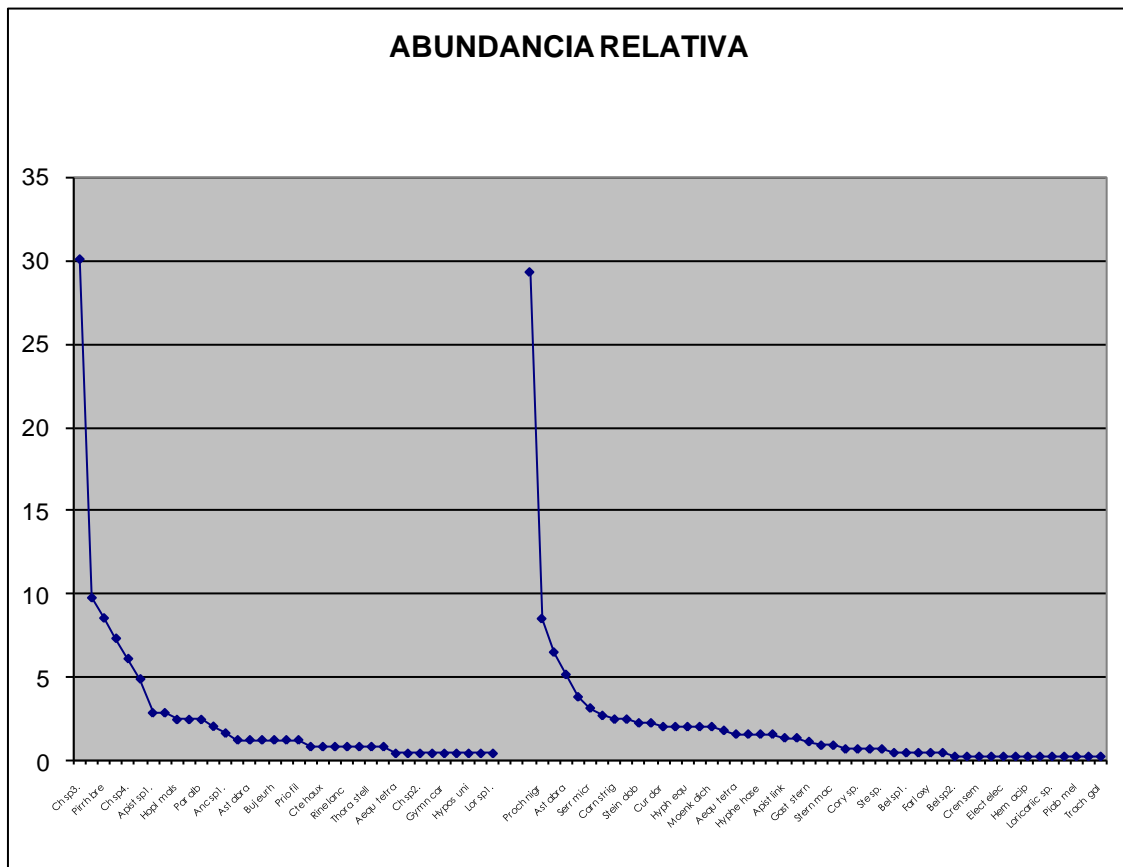


Gráfico 5. Curva de Abundancia Relativa de las especies registradas en el arroyo Virtudes y Cocama respectivamente, en función al esfuerzo.

6.1.4 INDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD

Los modelos conocidos de índices de diversidad y similitud de especies (**Tabla 3**), nos permiten determinar que las comunidades de peces en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama no son similares, el índice de Jaccard nos da un valor de 14.08 %, en cambio el índice de Sorenson (cualitativo) nos indica un 24.69 %, donde 0 nos indica ausencia de especies en común y 100 que ambos ambientes son idénticos.

Los índices de diversidad en cambio (Shannon & Simpson) nos dan valores que se pueden interpretar como valores de diversidad en función a la abundancia y riqueza de cada localidad, el índice de Shanon nos permite comparar los valores de 1.172 para el arroyo Virtudes y 1.298 para el arroyo Cocama, el índice de Simpson en cambio 8.058 para el arroyo Virtudes y 9.116 para el arroyo Cocama, ambos índices nos indican mayor diversidad para el arroyo Cocama traducida en una mayor riqueza (n=48) y abundancia (n=447).

Los índices cuantitativos está fuertemente influidos por la riqueza y tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de ser altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante.(Moreno C., 2001)

Tabla 3. Resultados de índices de diversidad y similitud de especies.

MODELOS	A.VIRTUDES			A. COCAMA			%
	Abu	Riq	Div	Abu	Riq	Div	
INDICE DE DIVERSIDAD							
H' Índice de Shannon	247	35	1.172	447	48	1.298	
D' Índice de Simpson			8.058			9.116	
INDICE DE SIMILITUD							
Cj Jaccard (cualitativo)	247	35		447	48		14.08
Cn Sorenson (cuantitativo)							71.18
Cn Sorenson (cualitativo)							24.69
CmhMorisita – Horn (cuantitativo)							3.37

6.1.5 FISICOQUIMICA DEL AGUA

La Fisicoquímica del agua nos permiten comparar rangos de pH y Fosfatos además de la presencia de vegetación acuática entre ambos arroyos (**Tabla 4**), estas características fisicoquímicas determinan una mayor riqueza de especies (n=48) para el arroyo Cocama en comparación a la del arroyo Virtudes (n=35) que presenta características mucho mas homogéneas.

Tabla 4. Datos fisicoquímicos obtenidos en cada punto de muestreo para los arroyos Cocama y Virtudes.

	Punto	pH	N	P	O	T	Turb.	Profun.	Veg. Acu.	Sustrato
A. COCAMA	1	7	0	4	4	26	0	1.2	No	Fangoso-arenoso
	2	6	0	2	4	25	0	1.5 - 0.50	Si	Fangoso-arenoso
	3	7	0	2	4	26	40	1.2 - 0.50	No	arenoso
	4	7	0	2	4	26	40	1	No	arenoso
	5	7	0	1	4	26	0	1.5 - 0.30	Si	Fangoso-arenoso
A. VIRTUDES	1	8	0	2	4	26	40	0.8	No	arenoso-rocoso
	2	7	0	2	4	26	40	1.30-0.5	No	arenoso
	3	8	0	1	4	26	0	1.20 - 0.2	No	arenoso
	4	8	0	1	4	26	0	1.2	No	fangoso-rocoso
	5	8	0	2	4	26	40	1.2	No	arenoso

6.2 RESULTADOS ARROYO VIRTUDES

En el arroyo Virtudes se registraron 4 órdenes, 9 familias y 33 especies. La familia Characidae es la que está mayor representada (n=10), seguida por Loricariidae (n=8), Cichlidae (n=6), Erythrinidae – Callichthyidae – Trichomycteridae (n=2) y Gasteropelecidae – Lebiasinidae – Gymnotidae con una sola especie.

Tabla 5. Especies registradas para el arroyo virtudes agrupadas según a la Familia y Orden correspondiente.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>
		<i>Brachyhalcinus copei</i>
		Characidae sp1.
		Characidae sp2.
		Characidae sp3.
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>
		<i>Aphyocharax pusillus</i>
		Characidae sp4.
		<i>Astyanax</i> sp1.
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>
		<i>Hoplerythrinus unitaeniatum</i>
	Gasteropelecidae	<i>Thoracocharax stellatus</i>
Lebiasinidae	<i>Pirrhulina brevis</i>	
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i>
Perciformes	Cichlidae	<i>Apistograma</i> sp1.
		<i>Bujurquina eurhinus</i>
		<i>Bujurquina</i> sp.
		<i>Aequidens tetramerus</i>
		<i>Crenicichla semicincta</i>
		<i>Crenicichla lepidota</i>
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras acutus</i>
		<i>Hoplosternum pectorale</i>
	Loricariidae	<i>Ancistrus</i> sp1.
		<i>Ancistrus</i> sp2.
		Loricariidae sp.
		<i>Rineloricaria lanceolata</i>
		<i>Rineloricaria</i> sp.
		<i>Farlowella oxyrryncha</i>
		<i>Farlowella</i> sp1.
		<i>Hypostomus unicolor</i>
	Trichomycteridae	Trichomycteridae sp1.
		Trichomycteridae sp2.

6.2.1 ESTIMACION DE RIQUEZA DE ESPECIES Jack1 (Burnham & Overton(1978, 1979), Smith & van Belle (1984), Heltshe & Forrester (1983).

En el arroyo Virtudes se identificaron 35 especies en 246 individuos capturados en el **Gráfico 6** podemos observar el grafico del cálculo de especies estimadas para el lugar de 44 especies.

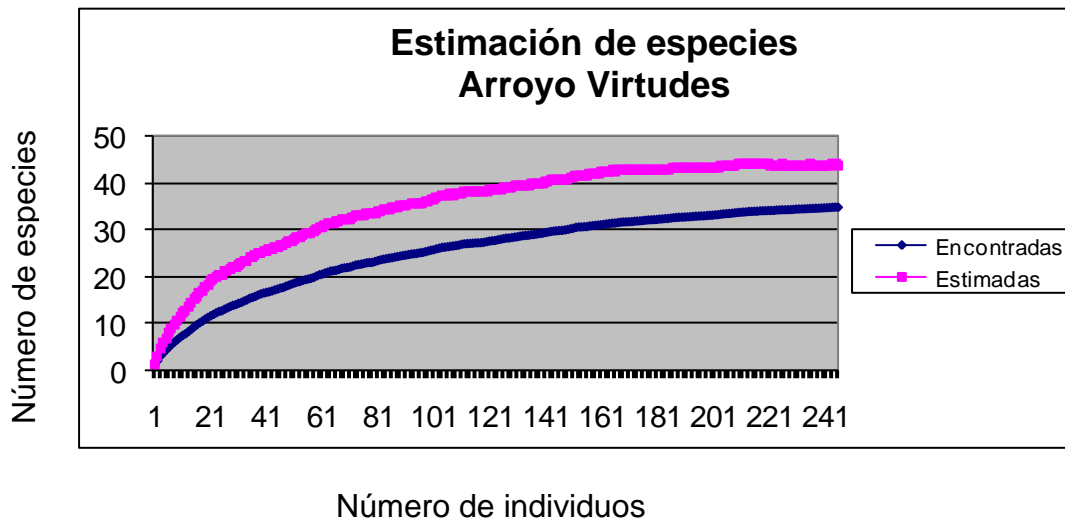


Gráfico 6. Estimación de número de especies para el arroyo Virtudes.

6.3 RESULTADOS ARROYO COCAMA

En el arroyo Cocama se registraron 5 órdenes, 15 familias y 48 especies. La familia Characidae es la que está mayor representada (n=13), Cichlidae (n=8), Loricariidae (n=6), Curimatidae (n=5), Callichthyidae (n=4), Belionidae (n=3), Gasteropelecidae (n=2), Anostomidae – Auchenipteridae – Erythrinidae – Lebiasinidae – Prochilodontidae – Electrophoridae – Gymnotidae – Sternopygidae con una sola especie.

Tabla 6. Especies registradas para el arroyo Cocama agrupadas según a la Familia y Orden correspondiente.

Orden	Familia	Especie
Belioniformes	Belionidae	Belionidae sp1.
		Belionidae sp2.
		Belionidae sp3.
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>
	Characidae	<i>Astyanax abramis</i>
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>
		<i>Hyphessobrycon hasemani</i>
	<i>Moenkhausia dichoura</i>	

Tabla 6 (continuación). Especies registradas para el arroyo Cocama agrupadas según a la Familia y Orden correspondiente.

		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> <i>Piabucus melanostoma</i> <i>Robeoides bisceralis</i> <i>Characidium</i> sp1. <i>Hemigrammus ocellifer</i> <i>Knodus</i> sp1. <i>Hyphessobrycon eques</i> <i>Hemigrammus lunatus</i> <i>Serrapinus micropterus</i>
	Curimatidae	Curimatidae sp. <i>Steindachnerina dobula</i> <i>Cyphocharax spiluropsis</i> <i>Steindachnerina guentheri</i> <i>Curimatella dorsalis</i>
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>
	Gasteropelecidae	<i>Carnegiella strigata</i> <i>Gasteropelecus sternicla</i>
	Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina vittata</i>
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>
Gymnotiformes	Electrophoridae	<i>Electrophorus electricus</i>
	Gymnotidae	<i>Hypopygus lepturus</i>
	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>
Perciformes	Cichlidae	<i>Aequidens</i> sp. <i>Apistograma trifasciata</i> <i>Bujurquina eurhinus</i> Cichlidae sp. <i>Mesonauta festivus</i> <i>Apistograma linkei</i> <i>Aequidens tetramerus</i> <i>Crenicichla semicineta</i>
Siluriformes	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus galeatus</i>
	Callichthyidae	<i>Corydoras cf. Leopardus</i> <i>Corydoras</i> sp. <i>Hoplosternum litorale</i> <i>Hoplosternum pectorale</i>
	Loricariidae	<i>Glyptoperichthys lituratus</i> <i>Hemiodontichthys acipenserinus</i> <i>Loricariichthys</i> sp. <i>Rineloricaria lanceolata</i> <i>Farlowella oxyrryncha</i>

6.3.1 ESTIMACION DE RIQUEZA DE ESPECIES Jack1 (Burnham & Overton(1978, 1979), Smith & van Belle (1984), Heltshe & Forrester (1983).

En el arroyo Cocama se identificaron 48 especies en 447 individuos capturados en el **gráfico 7** podemos observar el grafico del cálculo de especies estimadas para el lugar de 61 especies.

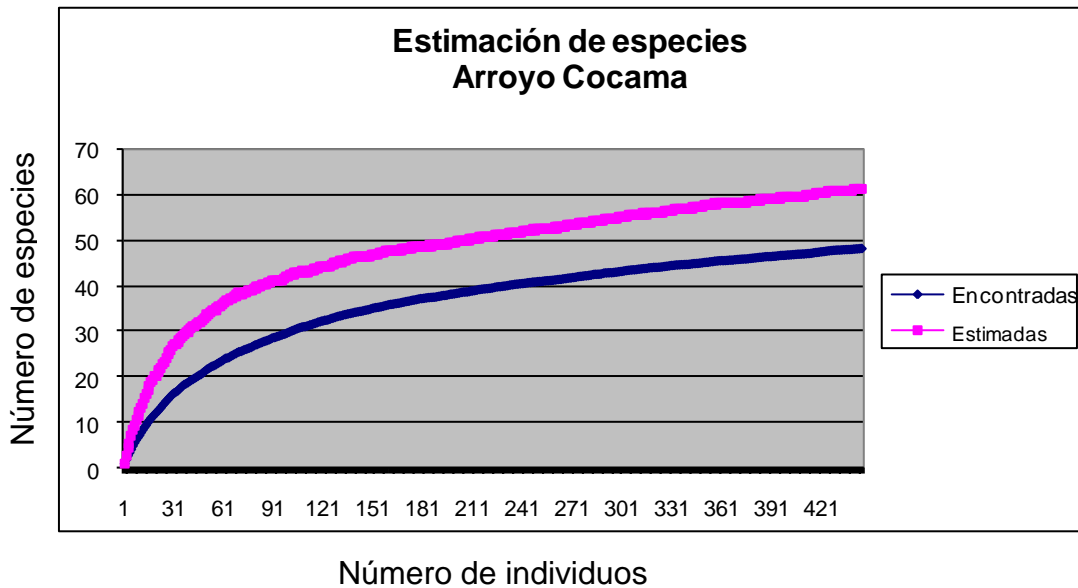


Gráfico 7. Estimación de número de especies para el arroyo Cocama.

7. DISCUSIÓN

Información que describe las especies de agua dulce son dispersas y de difícil acceso, o incluso no existe en absoluto. Es importante comenzar a colmar estas lagunas, proporcionando un nivel básico de información sobre biogeografía y la biodiversidad que terrestres y de agua dulce. Bolivia encierra una historia aun no revelada en los ríos que corren hacia la Cuenca Amazónica. Información sobre la composición (inventario) y abundancia (biomasa) de las especies de peces que habitan en estos ambientes nos permitirá realizar inferencias biogeográficas y ecológicas a través de las cuales se pueda estructurar y clasificar unidades de conservación y de manejo de una manera más adecuada. Por lo tanto, la obtención y sistematización de información básica relativa a los peces bolivianos (i.e. mapas de distribución y biomasa relativa) debe ser sistematizada y completada con estudios intensivos a largo plazo (Van Damme, 2008).

Los primeros resultados del análisis de la comunidad de peces Amazónicos Bolivianos (composición de especies) revela la existencia de una diferenciación a nivel de la Amazonía Boliviana en su conjunto (Hubert & Renno 2007; el presente trabajo) así como entre los grandes sistemas que la componen (Madre de Dios, Beni, Mamoré e Iténez) (Van Damme, 2008).

En los planos mundial y regional las ecoregiones y su análisis propuesto por FEOW ©WWF/TNC 2008 puede ser usado para distinguir distintas unidades de la diversidad biológica de agua dulce a estar representados en los esfuerzos de conservación. Por ejemplo, los progresos hacia el establecimiento de redes representativas de áreas protegidas de agua dulce puede ser medido usando ecoregiones para una escala mundial de especies o hábitat.

La identificación de algunas especies se hace compleja por la dificultad de conseguir claves taxonómicas actualizadas, otro factor que dificulta la identificación de especies es

el reducido tamaño de algunos especímenes. En estos casos se procedió a la identificación a nivel de familia y en algunos casos a nivel de género, esto es muy común en la investigación ictiológica ya que todavía no tenemos documentados adecuadamente toda nuestra diversidad íctica.

Las diferencias en tipo de sustrato y vegetación determinan directamente la presencia o ausencia de especies para cada arroyo, especialmente en el arroyo Cocama en el cual encontramos varios puntos con vegetación acuática de fondo y superficie, coincidentemente estos puntos fueron los que presentaron mayor número de especies presentes en la presente investigación.

El gráfico 1 (Acumulación de especies) observamos una estabilización notoria en la curva de acumulación de especies del arroyo Virtudes, en cambio en el arroyo Cocama existe un incremento notable en el número de especies en el último punto de muestreo (5), esto debido a la heterogeneidad de hábitats como lo menciona Poilly (2004), presentes en este punto de muestreo ya que posee características singulares que permitieron 10 nuevos registros para este arroyo, la existencia de vegetación acuática también es preponderante en el incremento de nuevos registros en cada punto tal como lo evidenciamos en la curva de acumulación de especies para el arroyo Cocama (Punto 2 y 5).

Los índices de similitud entre las comunidades de peces del arroyo Virtudes y Cocama, presentan un coeficiente de Jack1 de 14% esto significa que son comunidades poco similares en las cuales encontramos solo un 14% de especies en común, esto puede ser explicado porque ambos arroyos pertenecen a cuencas diferentes (Arroyo Virtudes, cuenca del río Acre) y (Arroyo Cocama, cuenca del río Tahuamanu).

La conectividad con las cuencas mayores también son factores que determinan la distribución o no de algunas especies, tal es el caso de los Trichomycteridae para el

arroyo Virtudes y *Piabucus melanostoma* en el arroyo Cocama, que solo fueron encontrados en la desembocadura de cada arroyo y son propias de cada cuenca mayor en este caso los ríos Acre y Tahuamanu respectivamente.

Las valores de diversidad estimadas para cada arroyos son muy interesantes ya que se prevé una diversidad de 44 especies para el arroyo Virtudes y 61 especies para el arroyo Cocama, siendo muy posible incrementar estos valores aplicando otros métodos de captura adicionales a la metodología aplicada en esta investigación.

La información disponible sobre las especies de peces resalta la existencia de una variabilidad importante dentro de los mosaicos que conforman los sistemas hidrológicos de la Amazonía Boliviana y la cual debe ser considerada y evaluada de manera particular si se pretende desarrollar planes de conservación apropiados. Al igual que para la estructura de las comunidades de peces, los eventos históricos pasados tuvieron una influencia significativa sobre la evolución molecular de las especies y sus poblaciones (Van Damme, 2008).

La materia prima para el diseño de planes de conservación y usos sostenible de los recursos naturales es el conocimiento del funcionamiento ecológico de los ecosistemas, el primer paso será necesariamente un inventario y descripción de las comunidades y el ambiente físico, para posteriormente pasar a un enfoque funcional (Rev. Boliviana de Ecología No 17, 2005).

El número de habitantes y la ampliación del área urbana inciden sobre los recursos biológicos distribuidos en este territorio especialmente sobre los arroyos, única fuente de agua para las familias asentadas en el curso de los mismos. El conocimiento de la biodiversidad y uso de la misma, implica que se haga un inventario de esta herencia y que se definan las reglas de su aprovechamiento (Pouilly, 2004).

8. CONCLUSION

De acuerdo al presente estudio podemos concluir:

Los arroyos, Virtudes y Cocama son ríos que presentan diferencias leves fisicoquímicas, en los puntos de muestreo se determinó que existe un leves diferencias en cuanto a sus valores de pH, H, P, N y O disuelto.

Ambos arroyos cuentan con una diversidad interesante, en el caso del Arroyo Virtudes presenta un registro de 35 especies y el Arroyo Cocama presenta un registro de 48 especies, ambos arroyos en este registro solo comparten 10 especies que se encuentran en ambos arroyos.

El estudio fue realizado a finales de tiempo seco (Noviembre 2006) donde registramos para ambos cuerpos de agua, la presencia de 73 especies correspondientes a 16 familias y 5 órdenes.

Existen puntos con mayor ocurrencia de especies, esto probablemente debido a que se trata de hábitats más heterogéneos con presencia de vegetación y diferencia en el sustrato lo que permite una mayor especialidad en cuanto a alimentación y hábitat de determinados grupos.

Los índices de diversidad Shannon y Simpson demostraron que el Arroyo Cocama presenta en esta investigación un índice mayor al Arroyo Virtudes. En cambio los índices de similitud cualitativos resultan en porcentajes bajos lo que significa que la ictiofauna en cada arroyo tiene representantes únicos y que un reducido porcentaje es compartido en ambos cuerpos de agua.

El aprovechamiento sostenible de los recursos está basado en la generación de alternativas de desarrollo y uso diversificado, es en este sentido que los peces de arroyo pueden significar una alternativa para algunas familias que se dediquen al aprovechamiento de especies ornamentales.

Actualmente existe un gran interés en la explotación de especies ornamentales amazónicas; en Bolivia se está reglamentando el aprovechamiento de estas especies, para Pando resulta importante documentar su ictiofauna que permitirán en una siguiente fase planificar su aprovechamiento.

9. RECOMENDACIONES

Es recomendable impulsar un estudio de todas las cuencas para determinar el potencial ictiológico con el que cuenta la región, además de generar información básica que en un futuro nos permita desarrollar planes de acción sobre el uso de los recursos hidrobiológicos.

Llama la atención la diversidad y abundancia del arroyo Cocama y su heterogeneidad de hábitats aun en buen estado de conservación, por lo que se sugiere realizar estudios de monitoreo para comprender de mejor manera la dinámica de las comunidades de peces presentes en este arroyo.

Es recomendable formar más recursos humanos capacitados en la investigación ictiológica, tanto en sistemática como en ecología que nos permitan entender de mejor manera el comportamiento y dinámica de las especies susceptibles a aprovechamiento.

Desarrollar estudios de ecología para el aprovechamiento de especies ornamentales en la región, como una alternativa de usos sostenible para comunidades.

Las comunidades ícticas no están en riesgo por la actividad de pesca ya que son especies pequeñas, pero si está en riesgo la calidad de agua por la actividad humana especialmente por la basura por lo que resulta importante la socialización de los valores de biodiversidad como componente de la educación ambiental hacia los moradores que forma un componente vital para un aprovechamiento y conservación de los recursos hidrológicos de la región.

La protección del bosque ribereño es también importante para evitar posibles impactos que inciden en las condiciones fisicoquímicas del agua y la distribución de los peces.

Este estudio propone una lista preliminar de especies presentes en ambos arroyos, se recomienda realizar mayores estudios que contribuyan a enriquecer esta lista, generando un monitoreo sistemático con el cual se pueda obtener mayor información y dar un seguimiento a los cambios que se generen en ambos arroyos tanto físico-químicos como en términos de diversidad ictiológica.

La Amazonía es una región compleja y heterogénea, a pesar de la difundida creencia de que es homogénea. Las condiciones ecológicas, geográficas y humanas son muy variables. La delimitación no es nada fácil para fines de desarrollo, porque "existen muchas amazonías", según el enfoque de los especialistas en suelos, forestales, recursos hidrobiológicos y otros aspectos. Ciertamente es una región de grandes posibilidades si se basa el desarrollo en el manejo racional de los diferentes ecosistemas sin destruir el bosque y los recursos hidrobiológicos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- **ARANDA MARCELO. Estimación de la abundancia en poblaciones silvestres.** Instituto de ecología. Vera Cruz-México.
- **BRACK, ANTONIO & MENDIOLA CECILIA, 2008. Ecología del Perú – Amazonas el gigante de los ríos.** Perú.
- **BRISKI HERALDO, 1999. Pexies do pantanal, manual de identificación.** EMBRAPA. Republica Federativa del Brasil.
- **CAILLIET GREGOR M. – LOVE MILTON S. – EBELING ALFRED W., 1986. Fishes, a field and laboratory manual on their structure, identificación, and natural history.** Prospect Heights, Illinois.
- **CARVAJAL, FERNANDO & PAUL VAN DAME, 2008. Diversidad y recursos pesqueros en la Amazonía boliviana.**
- **CHERNOFF BARRY 7 WILLINK PHILIP, 1999. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the upper río Orthon basin, Pando – Bolivia.** Conservación internacional – The Field Museum – Museo de Historia Natural Bolivia.
- **FRANCO TEXEIRA DE MELLO, 2002. Distribución espacial de la comunidad de peces en la Cañada del Dragón (Montevideo, Uruguay) y su relación con los factores ambientales.** Facultad de Ciencias Universidad de la Republica del Uruguay.
- **FUNDACIÓN SIMON I. PATINO, 2003. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental No 13 (Regionalización de ambientes acuáticos de Bolivia).** Cochabamba – Bolivia.

- **FUNDACIÓN SIMON I. PATINO, 2005. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental No 17 (Estudio ecológico del río Ichilo y su llanura de inundación).** Santa Cruz Bolivia – Bolivia.
- **GARCIA V. – CALDERON H., 2003. Guía fotográfica de especies de Pando.** Fotografías de especímenes colectados en el ACUARAP 1986. Field Museum – CIPA – UAP.
- **GARCIA V. – CALDERON H., 2005. Especies de importancia comercial en la ciudad de Cobija – Pando.** Clave de identificación taxonomica. Field Museum – CIPA – UAP.
- **GERALDO MENDES DO SANTOS – BERNARD DE MERONA – ANASTASIO JURAS – MICHEL JEGU, 2004. Pexies de Boxio Rio Tocantins: 20 años después de Usina Hidroeléctrica Tucuri.** Brasilia: Electronorte.
- **HUED ANDREA – BISTONI MARIA, 2001. Abundancia y distribución de las especies ícticas del río San Francisco-Cosquin.** Cordoba – Argentina.
- **JACQUES GERY, 1997. Characoids Of The Word, p.3-672.** Published by T.F.H. Publications INC.
- **LAUZANE L. & LOUBENS, 1985. Peces del Río Mamoré, p. 7-116.** ORSTOM – CORDEBENI – UTB. Institut Francais de Recherche Scientifique Pour Le Developpement En Cooperation. Beni-Bolivia.

- **NAVARRO GONZALO – MALDONADO MABEL, 2005. Geografía Ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos.** Centro de Ecología Difusión y Patino, Santa Cruz – Bolivia.
- **POUILLY M. BECK S., MORAES M., IBÁÑEZ C., 2004. Diversidad biológica en la llanura de inundación del RIO MAMORE.** Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Fundación Simón I. Patino. Santa Cruz – Bolivia.
- **KREMLING GOMEZ, D., 2002. Amazonia – Selva y Bosques diez años después de río.** Brasil.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- Biodiversidad íctica
<http://www.tesis.bioética.org/doc1c.html>
- Manual de ciencia pesquera: Métodos para investigar los recursos y su aplicación
<http://www.fao.org/docrep/003/f0752s/f0752s09.html>
- Catalog of Fishes
<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>
- FishBase
<http://www.fishbase.org/home.html>
<http://www.fishbase.org/keys/allkeys.cfm>
- Loricariidae Home Page
http://gorge.cosam.auburn.edu/usr/key_to_loricariidae/lorhome/lorhome.html
- All Catfish Species Inventory
<http://clade.acnatsci.org/allcatfish/index.html>
- FEOW (Freshwater Ecosystem Of the World)
<http://feow.html>

ANEXOS

Anexo 1

Lista de especies registradas en el arroyo Virtudes por punto de muestreo

Anexo 1. Lista de especies registradas en el arroyo Virtudes por punto de muestreo

Codigo de lote	Orden	Especie	Individuos
06-P-02/01	Characiformes	<i>Aphyocharax pusillus</i>	3
		Characidae sp1.	1
		Characidae sp2.	1
		Characidae sp3.	74
		<i>Paragoniates alburnus</i>	6
		<i>Prionobrama filigera</i>	3
		<i>Thoracocharax stellatus</i>	2
	Perciformes	<i>Bujurquina eurhinus</i>	3
		<i>Crenicichla semicineta</i>	2
	Siluriformes	<i>Corydoras acutus</i>	3
		<i>Farlowella oxyrryncha</i>	4
		<i>Farlowella</i> sp1.	4
		<i>Hypostomus unicolor</i>	1
Loricariidae sp.		2	
<i>Rineloricaria</i> sp.		2	
Trichomycteridae sp1.		2	
Trichomycteridae sp2.		6	
06-P-02/02	Characiformes	<i>Astyanax abramis</i>	3
		Characidae sp4.	15
	Perciformes	<i>Aequidens tetramerus</i>	1
	Siluriformes	<i>Ancistrus</i> sp1.	3
		<i>Ancistrus</i> sp2.	1
Loricariidae sp1.		1	
	<i>Rineloricaria lanceolata</i>	2	
06-P-02/03	Characiformes	Characidae sp1.	11
		<i>Hoplerythrinus unitaeniatum</i>	1
		<i>Hoplias malabaricus</i>	6
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	8
		<i>Pirrhulina brevis</i>	21
	Gymnotiformes	<i>Gymnotus carapo</i>	1
	Perciformes	<i>Apistograma</i> sp1.	7
		<i>Crenicichla lepidota</i>	1
Siluriformes	<i>Hoplosternum pectorale</i>	1	
06-P-02/04	Characiformes	<i>Astyanax</i> sp1.	12
	Siluriformes	<i>Farlowella</i> sp1.	1
06-P-02/05	Characiformes	<i>Astyanax</i> sp1.	12
		<i>Brachygalcinus copei</i>	3
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	2
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	10
	Siluriformes	<i>Ancistrus</i> sp1.	1
		<i>Farlowella oxyrryncha</i>	3

Anexo 2

Lista de especies registradas en el arroyo Cocama por punto de muestreo

Anexo 2. Lista de especies registradas en el arroyo Cocama

Codigo de lote	Orden	Especie	Individuos
06-P-01/01	Belioniformes	<i>Belionidae</i> sp1.	2
	Characiformes	<i>Astyanax abramis</i>	22
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	11
		<i>Gasteropelecus sternicla</i>	5
		<i>Hoplias malabaricus</i>	4
		<i>Moenkhausia dichoura</i>	10
		<i>Piabucus melanostoma</i>	1
		<i>Robeoides bisceralis</i>	8
		<i>Steindachnerina dobula</i>	10
		<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	17
		<i>Steindachnerina guentheri</i>	8
	<i>Prochilodus nigricans</i>	38	
	Gymnotiformes	<i>Electrophorus electricus</i>	1
	Perciformes	<i>Aequidens</i> sp.	2
Cichlidae sp.		3	
<i>Mesonauta festivus</i>		1	
Siluriformes	<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i>	1	
	<i>Hoplosternum litorale</i>	2	
	<i>Loricariichthys</i> sp.	1	
06-P-01/02	Belioniformes	<i>Belionidae</i> sp2.	1
	Characiformes	<i>Hoplias malabaricus</i>	3
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	4
		<i>Characidium</i> sp1.	2
		<i>Hemigrammus ocellifer</i>	41
	Gymnotiformes	<i>Sternopygus macrurus</i>	4
		<i>Hypopygus lepturus</i>	9
	Perciformes	<i>Apistograma trifasciata</i>	2
		<i>Apistograma linkei</i>	6
		<i>Aequidens tetramerus</i>	2
	Siluriformes	<i>Glyptoperichthys lituratus</i>	1
		<i>Hoplosternum litorale</i>	1
		<i>Hoplosternum pectorale</i>	2
<i>Trachelyopterus galeatus</i>		1	
06-P-01/03	Characiformes	<i>Astyanax abramis</i>	1
		Curimatidae sp.	1
		<i>Hoplias malabaricus</i>	1
		<i>Steindachnerina guentheri</i>	1
	Perciformes	<i>Bujurquina eurhinus</i>	4
		<i>Crenicichla semicineta</i>	1
	Siluriformes	<i>Corydoras</i> sp.	3
		<i>Rineloricaria lanceolata</i>	1

Anexo 2 (Continuación). Lista de especies registradas en el arroyo Cocama

06-P-01/04	Characiformes	<i>Hemigrammus ocellifer</i>	49
		<i>Knodus</i> sp1.	29
06-P-01/05	Belioniformes	Belionidae sp3.	1
	Characiformes	<i>Carnegiella strigata</i>	11
		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	1
		<i>Hoplias malabaricus</i>	1
		<i>Hyphessobrycon hasemani</i>	7
		<i>Leporinus friderici</i>	1
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	6
		<i>Pyrrhulina vittata</i>	7
		<i>Hemigrammus ocellifer</i>	41
		<i>Hyphessobrycon eques</i>	9
		<i>Hemigrammus lunatus</i>	7
		<i>Curimatella dorsalis</i>	9
		<i>Serrapinus micropterus</i>	14
		Perciformes	<i>Apistograma trifasciata</i>
<i>Aequidens tetramerus</i>	2		
Siluriformes	<i>Corydoras cf. Leopardus</i>	3	

Anexo 3

Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Virtudes

Anexo 3. Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Virtudes.

		Especie	Abun. Relativa
		A R R O Y O V I R T U D E S	Characidae sp3.
<i>Astyanax</i> sp1.	9.756097561		
<i>Pirrhulina brevis</i>	8.536585366		
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	7.317073171		
Characidae sp4.	6.097560976		
Characidae sp1.	4.87804878		
<i>Apistograma</i> sp1.	2.845528455		
<i>Farlowella oxyrryncha</i>	2.845528455		
<i>Hoplias malabaricus</i>	2.43902439		
Trichomycteridae sp2.	2.43902439		
<i>Paragoniates alburnus</i>	2.43902439		
<i>Farlowella</i> sp1.	2.032520325		
<i>Ancistrus</i> sp1.	1.62601626		
<i>Aphyocharax pusillus</i>	1.219512195		
<i>Astyanax abramis</i>	1.219512195		
<i>Brachyhalcinus copei</i>	1.219512195		
<i>Bujurquina eurhinus</i>	1.219512195		
<i>Corydoras acutus</i>	1.219512195		
<i>Prionobrama filigera</i>	1.219512195		
<i>Crenicichla semicineta</i>	0.81300813		
<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	0.81300813		
Loricariidae sp.	0.81300813		
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	0.81300813		
<i>Rineloricaria</i> sp.	0.81300813		
<i>Thoracocharax stellatus</i>	0.81300813		
Trichomycteridae sp1.	0.81300813		
<i>Aequidens tetramerus</i>	0.406504065		
<i>Ancistrus</i> sp2.	0.406504065		
Characidae sp2.	0.406504065		
<i>Crenicichla lepidota</i>	0.406504065		
<i>Gymnotus carapo</i>	0.406504065		
<i>Hoplosternum pectorale</i>	0.406504065		
<i>Hypostomus unicolor</i>	0.406504065		
<i>Hoplerythrinus unitaeniatum</i>	0.406504065		
Loricariidae sp1.	0.406504065		

Anexo 4

Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Cocama

Anexo 4. Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Cocama.

	Especie	Abun. Relativa
A R R O Y O C O C A M A	<i>Hemigrammus ocellifer</i>	29.3064877
	<i>Prochilodus nigricans</i>	8.501118568
	<i>Knodus</i> sp1.	6.487695749
	<i>Astyanax abramis</i>	5.14541387
	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	3.803131991
	<i>Serrapinus micropterus</i>	3.131991051
	<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	2.684563758
	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	2.460850112
	<i>Carnegiella strigata</i>	2.460850112
	<i>Steindachnerina dobula</i>	2.237136465
	<i>Apistograma trifasciata</i>	2.237136465
	<i>Moenkhausia dichoura</i>	2.013422819
	<i>Hypopygus lepturus</i>	2.013422819
	<i>Hyphessobrycon eques</i>	2.013422819
	<i>Hoplias malabaricus</i>	2.013422819
	<i>Curimatella dorsalis</i>	2.013422819
	<i>Robeoides bisceralis</i>	1.789709172
	<i>Pyrrhulina vittata</i>	1.565995526
	<i>Hyphessobrycon hasemani</i>	1.565995526
	<i>Hemigrammus lunatus</i>	1.565995526
	<i>Aequidens tetramerus</i>	1.565995526
	<i>Steindachnerina guentheri</i>	1.342281879
	<i>Apistograma linkei</i>	1.342281879
	<i>Gasteropelecus sternicla</i>	1.118568233
	<i>Sternopygus macrurus</i>	0.894854586
	<i>Bujurquina eurhinus</i>	0.894854586
	<i>Steindachnerina</i> sp.	0.67114094
	<i>Hoplosternum litorale</i>	0.67114094
	<i>Corydoras</i> sp.	0.67114094
	<i>Corydoras</i> cf. <i>Leopardus</i>	0.67114094
	<i>Hoplosternum pectorale</i>	0.447427293
	<i>Farlowella oxyryncha</i>	0.447427293
	<i>Characidium</i> sp1.	0.447427293
	<i>Belionidae</i> sp1.	0.447427293
	<i>Aequidens</i> sp.	0.447427293
	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	0.223713647
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	0.223713647	
<i>Piabucus melanostoma</i>	0.223713647	
<i>Mesonauta festivus</i>	0.223713647	
<i>Loricariichthys</i> sp.	0.223713647	
<i>Leporinus friderici</i>	0.223713647	
<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i>	0.223713647	

**Anexo 4. Cuadro de Abundancias Relativas para las especies del Arroyo Cocama
(Continuación).**

ARROYO COCAMA	Glyptoperichthys lituratus	0.223713647
	Electrophorus electricus	0.223713647
	Curimatidae sp.	0.223713647
	Crenicichla semicineta	0.223713647
	Belionidae sp3.	0.223713647
	Belionidae sp2.	0.223713647

Anexo 5

Lista de presencia y ausencia de especies en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama

**Anexo 5. Lista de presencia y ausencia de especies en el arroyo Virtudes y el arroyo
Cocama (Continuación).**

Especie completa	A. Virtudes	A. Cocama	Sp. Compartidas
<i>Gymnotus carapo</i>	1		
<i>Hemigrammus lunatus</i>		7	
<i>Hemigrammus ocellifer</i>		131	
<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i>		1	
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	1		
<i>Hoplias malabaricus</i>	6	9	xx
<i>Hoplosternum litorale</i>		3	
<i>Hoplosternum pectoral</i>	1	2	xx
<i>Hyphessobrycon eques</i>		9	
<i>Hyphessobrycon hasemani</i>		7	
<i>Hypopygus lepturus</i>		9	
<i>Hypostomus unicolor</i>	1		
<i>Knodus</i> sp1.		29	
<i>Leporinus friderici</i>		1	
<i>Loricariichthys</i> sp.		1	
Loricariidae sp.	2		
Loricariidae sp1.	1		
<i>Mesonauta festivus</i>		1	
<i>Moenkhausia dichoura</i>		9	
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	18	11	xx
<i>Paragoniates alburnus</i>	6		
<i>Piabucus melanostoma</i>		1	
<i>Pirrhulina brevis</i>	21		
<i>Prionobrama filigera</i>	3		
<i>Prochilodus nigricans</i>		38	
<i>Pyrrhulina vittata</i>		7	
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	2	1	x x
<i>Rineloricaria</i> sp.	2		
<i>Robeoides bisceralis</i>		8	
<i>Serrapinus micropterus</i>		14	
<i>Steindachnerina dobula</i>		10	
<i>Steindachnerina guentheri</i>		6	
<i>Steindachnerina</i> sp.		3	
<i>Sternopygus macrurus</i>		4	
<i>Thoracocharax stellatus</i>	2		

**Anexo 5. Lista de presencia y ausencia de especies en el arroyo Virtudes y el arroyo
Cocama.**

Especie completa	A. Virtudes	A. Cocama	Sp. Compartidas
<i>Aequidens</i> sp.		2	
<i>Aequidens tetramerus</i>	1	7	x x
<i>Ancistrus</i> sp1.	4		
<i>Ancistrus</i> sp2.	1		
<i>Aphyocharax pusillus</i>	3		
<i>Apistograma linkei</i>		6	
<i>Apistograma</i> sp1.	7		
<i>Apistograma trifasciata</i>		10	
<i>Astyanax abramis</i>	3	23	x x
<i>Astyanax</i> sp1.	24		
Belionidae sp1.		2	
Belionidae sp2.		1	
Belionidae sp3.		1	
<i>Brachyhalcinus copei</i>	3		
<i>Bujurquina eurhinus</i>	3	4	x x
<i>Carnegiella strigata</i>		11	
Characidae sp1.	12		
Characidae sp2.	1		
Characidae sp3.	74		
Characidae sp4.	15		
<i>Characidium</i> sp1.		2	
<i>Corydoras acutus</i>	3		
<i>Corydoras cf. Leopardus</i>		3	
<i>Corydoras</i> sp.		3	
<i>Crenicichla lepidota</i>	1		
<i>Crenicichla semicineta</i>	2	1	xx
<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	2	12	xx
<i>Curimatella dorsalis</i>		9	
Curimatidae sp.		1	
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>		17	
<i>Electrophorus electricus</i>		1	
<i>Farlowella oxyrryncha</i>	7	2	xx
<i>Farlowella</i> sp1.	5		
<i>Gasteropelecus sternicla</i>		5	
<i>Glyptoperichthys lituratus</i>		1	

Anexo 5. Lista de presencia y ausencia de especies en el arroyo Virtudes y el arroyo Cocama (Continuación).

Especie completa	A. Virtudes	A. Cocama	Sp. Compartidas
<i>Trachelyopterus galeatus</i>		1	
Trichomycteridae sp1.	2		
Trichomycteridae sp2.	6		

Anexo 6

Lista de especies con potencial ornamental en el arroyo Cocama y el arroyo Virtudes

Anexo 6. Lista de especies con potencial ornamental en el arroyo Cocama y el arroyo Virtudes.

	Arroyo Cocama		Arroyo Virtudes
1	Belionidae sp1.	1	<i>Astyanax abramis</i>
2	Belionidae sp2.	2	<i>Brachychalcinus copei</i>
3	Belionidae sp3.	3	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>
4	<i>Astyanax abramis</i>	4	<i>Thoracocharax stellatus</i>
5	<i>Carnegiella strigata</i>	5	<i>Astyanax sp1.</i>
6	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	6	<i>Pirrhulina brevis</i>
7	<i>Pirrhulina vittata</i>	7	<i>Gymnotus carapo</i>
8	<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	8	<i>Apistograma sp1.</i>
9	<i>Steindachnerina guentheri</i>	9	<i>Bujurquina eurhinus</i>
10	<i>Characidium sp1.</i>	10	<i>Bujurquina sp.</i>
11	<i>Hemigrammus ocellifer</i>	11	<i>Aequidens tetramerus</i>
12	<i>Hyphessobrycon eques</i>	12	<i>Crenicichla semicincta</i>
13	<i>Hemigrammus lunatus</i>	13	<i>Crenicichla lepidota</i>
14	<i>Sternopygus macrurus</i>	14	<i>Ancistrus sp1.</i>
15	<i>Hypopygus lepturus</i>	15	<i>Ancistrus sp2.</i>
16	<i>Aequidens sp.</i>	16	<i>Corydoras acutus</i>
17	<i>Apistograma trifasciata</i>	17	<i>Hoplosternum pectorale</i>
18	<i>Bujurquina eurhinus</i>	18	Loricariidae sp.
19	<i>Mesonauta festivus</i>	19	<i>Rineloricaria lanceolata</i>
20	<i>Apistograma linkei</i>	20	<i>Rineloricaria sp.</i>
21	<i>Aequidens tetramerus</i>	21	<i>Farlowella oxyrryncha</i>
22	<i>Crenicichla semicincta</i>	22	<i>Farlowella sp1.</i>
23	<i>Corydoras cf. Leopardus</i>	23	<i>Hypostomus unicolor</i>
24	<i>Corydoras sp.</i>		
25	<i>Glyptoperichthys lituratus</i>		
26	<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i>		
27	<i>Hoplosternum litorale</i>		
28	<i>Hoplosternum pectorale</i>		
29	<i>Loricariichthys sp.</i>		
30	<i>Rineloricaria lanceolata</i>		
31	<i>Trachelyopterus galeatus</i>		
32	<i>Farlowella oxyrryncha</i>		

Anexo 7

Guía fotográfica de especímenes del arroyo Virtudes

CHARACIFORMES

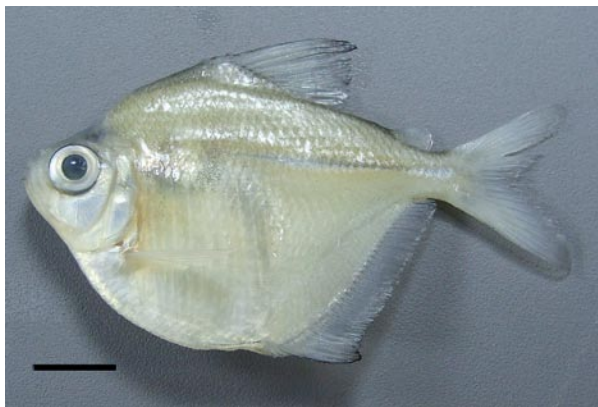
Characidae



Astyanax abramis



Astyanax sp1.



Brachyhalcinus copei



Characidae sp1



Ctenobrycon hauxwellianus



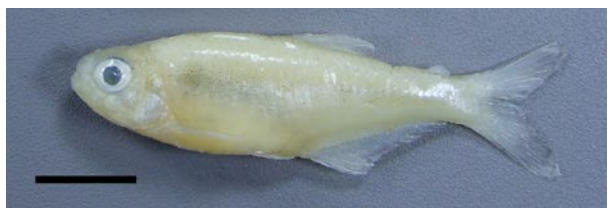
Characidae sp2



Moenkhausia sanctaefilomenae



Characidae sp3



Characidae sp4

CHARACIFORMES

Characidae



Aphyocharax pusillus

Erythrinidae

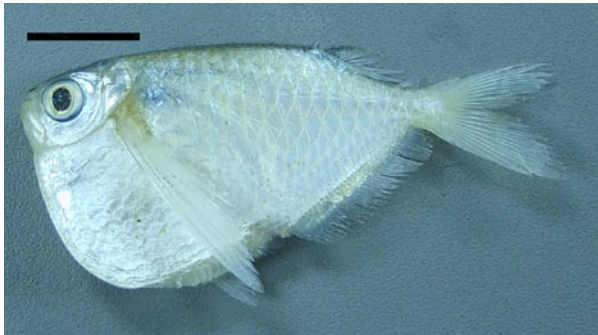


Hoplias malabaricus



Hoplerythrinus unitaeniatum

Gasteropelecidae



Thoracocharax stellatus

Lebiasinidae



Pirrhulina brevis

GYMNOTIFORMES



Gymnotus carapo

PERCIFORMES

Cichlidae



Apistogramma sp1



Aequidens tetramerus



Bujurquina eurhinus



Crenicichla semicincta



Crenicichla lepidota

SILURIFORMES

Callichthyidae



Corydoras acutus



Hoplosternum pectorale

SILURIFORMES

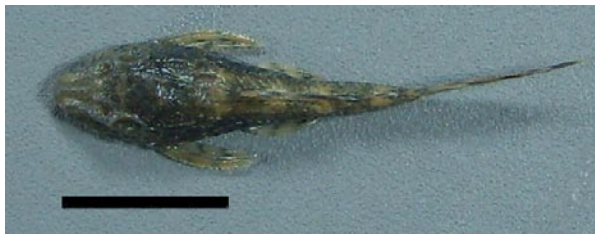
Loricariidae



Ancistrus sp1



Ancistrus sp2



Loricariidae sp.



Rineloricaria lanceolata



Rineloricaria sp



Farlowella oxyrryncha



Farlowella sp1



Hypostomus unicolor

SILURIFORMES

Trichomycteridae



Trichomycteridae sp1



Trichomycteridae sp2

Anexo 8

Guía fotográfica de especímenes del arroyo Cocama

BELIONIFORMES

Belionidae



Belionidae sp1



Belionidae sp2



Belionidae sp3

CHARACIFORMES

Anostomidae



Leporinus friderici

Characidae



Astyanax abramis



Ctenobrycon hauxwellianus



Hypesobrycon hasemani

CHARACIFORMES

Characidae



Moenkhausia dichoura



Moenkhausia sanctaefilomenae



Piabucus melanostoma



Robeoides bisceralis



Characidium sp1



Hemigrammus ocellifer



Hemigrammus lunatus



Knodus sp1



Hyphessobrycon eques



Serrapinus micropterus

CHARACIFORMES

Curimatidae



Curimatidae sp.

Curimatella dorsalis



Cyphocharax spiluroopsis



Steindachnerina dobula



Steindachnerina guentheri

Erythrinidae



Hoplias malabaricus

CHARACIFORMES

Gasteropelecidae



Carnegiella strigata



Gasteropelecus sternicla

Lebiasinidae



Pyrrhulina vittata

Prochilodontidae



Prochilodus nigricans

GYMNOTIFORMES

Electrophoridae



Electrophorus electricus

Gymnotidae



Hypopygus lepturus

Sternopygidae



Sternopygus macrurus

PERCIFORMES

Cichlidae



Aequidens sp1



Aequidens tetramerus



Apistogramma trifasciata



Apistogramma linkei



Bujurquina eurhinus



Crenicichla semicineta



Mesonauta festivus

SILURIFORMES

Auchenipteridae



Trachelyopterus galeatus

Loricariidae



Farlowella oxyryncha



Glyptoperichthys lituratus



Hemiodontichthys acipenserinus



Rineloricaria lanceolata



Loricariichthys sp.

SILURIFORMES

Callichthyidae



Corydoras cf. leopardus



Corydoras sp.



Hoplosternum pectorale



Hoplosternum litorale

Anexo 9
Base de Datos

