

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÒGICAS**

**E.A.P DE CIENCIAS BIOLÒGICAS**

**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

**AUTOR**

Darwin Helmut Osorio Lescano

**ASESOR**

Hernán Ortega Torres

**Lima – Perú**

**2008**

## ÍNDICE

<b>Resumen</b>	5
<b>Abstract</b>	6
<b>I.- Introducción</b>	7
<b>II.- Antecedentes</b>	10
<b>III.- Objetivos</b>	13
<b>IV.- Materiales y métodos</b>	13
IV.1.- Área de estudio	13
IV.2.- Material y métodos de colecta	19
<b>V.- Resultados</b>	29
V.1.- Parámetros fisicoquímicos	29
V.2.- Composición y abundancia de especies	32
V.3.- Diversidad	32
V.4.- Distribución espacial y abundancia de las especies de mayor tamaño	43
<b>VI.- Discusión de resultados</b>	46
VI.1.- Parámetros fisicoquímicos	46
VI.2.- Diversidad	46
VI.3.- Distribución espacial y abundancia de las especies de mayor tamaño	50
<b>VII.- Conclusiones</b>	53
<b>VIII.- Recomendaciones</b>	53
<b>IX.- Referencias bibliográficas</b>	54
<b>X.- Anexos</b>	61

*Con todo el amor y cariño del mundo, para los seres que me dieron la vida y que están conmigo siempre.*

## **Agradecimientos**

Mi más sincero agradecimiento al profesor Hernán Ortega Torres, por brindarme la oportunidad de aprender y trabajar con él, y por toda su ayuda y asesoría en la realización de este proyecto.

Un agradecimiento a “Conservation Food and Health Foundation”, a la Escuela de de Graduados de la Universidad de Carolina del Norte en Chapell Hill y Idea Wild, por el apoyo a Lisa Davenport y al proyecto “Rare and Endangered Carnivores of Amazonia”, a través del cual fue apoyado el presente estudio. Agradezco también a Lisa Davenport por permitir el uso de estos datos y, a ella y al Dr. John Terborgh por su apoyo financiero y administrativo al estudio.

Este trabajo fue realizado bajo las autorizaciones de INRENA: Nro. 29-S/C-2001 INRENA-DGANP y Nro 07 S/C-2003-INRENA-IANP

El trabajo de campo se realizó gracias a las facilidades brindadas por la Estación Biológica Cocha Cashu, y para el trabajo de laboratorio se contó con el apoyo del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la UNMSM,

Un agradecimiento especial a todas las personas que colaboraron en el trabajo de campo, principalmente a los “otterologists”: Adriana Álvarez del Villar, Ashley King, Rosie Barlak, Roberto Quispe y Amy Porter; y junto con ellos quiero agradecer a Julian Huarancashi, cuya ayuda fue valiosísima. Del mismo modo quiero dar gracias a Max Hidalgo, Luisa Chocano, Blanca Rengifo, Miguel Velásquez, Carlos Palma, Carlos Cañas y todos los demás miembros del Departamento de ictiología, por su ayuda y recomendaciones en las identificaciones de los peces.

## Resumen

La ictiofauna en la selva del Perú es una de las más diversas del mundo. La gran variedad de hábitats que ofrece nuestra Amazonía, favorece esta diversidad. Por ello, es muy importante realizar más estudios sobre los ecosistemas acuáticos, que contribuyan a ampliar los conocimientos ya existentes. Partiendo de esta premisa se planteó el objetivo de encontrar diferencias a nivel de los parámetros físico-químicos del agua, entre dos lagunas de origen meándrico, así como también estudiar aspectos de la ecología de peces (diversidad, similaridad, especies indicadoras y variación estacional) y determinar las variaciones de distribución espacial de las especies de mayor tamaño en dos lagunas fluviales: Cocha Cashu y Cocha Totorá, ubicadas dentro del área de la Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional Manu, Provincia de Manu, Departamento de Madre de Dios. Las colectas fueron realizadas en época de vaciante y creciente, empleando para ello hasta cuatro métodos de pesca: arrastre (chinchorro), trampa, atarraya y pesca eléctrica. Con la finalidad de determinar diferencias significativas, a nivel de calidad de agua, entre Cashu y Totorá, se registraron datos de parámetros fisicoquímicos en cada laguna, considerando: conductividad, pH, temperatura, oxígeno y transparencia. Para elaborar las listas de especies de Cashu y Totorá, se tomaron en cuenta las capturas obtenidas con los cuatro métodos de pesca en ambas épocas. Los análisis de diversidad, similaridad, "clusters" y variación estacional se realizaron a partir de las colectas con red de arrastre; se establecieron tres estaciones en cada laguna (Cashu y Totorá) las cuales fueron muestreadas en época de vaciante y creciente. Para el análisis de la distribución espacial se realizó un muestreo con atarraya dividiendo cada laguna en tres zonas: pastizal, centro y troncos. Se registraron 36 especies de peces para Cashu y 36 para Totorá. Se encontraron diferencias significativas entre Cashu y Totorá en cuanto a la calidad del agua. Los análisis de similaridad indicaron una composición de especies distinta para cada época y laguna. La época (vaciante o creciente) influencia significativamente en la estructura de las comunidades de peces, más que el factor laguna. El principal agente que estaría regulando estos cambios es el río Manu, relacionado a los procesos de migración. Cada laguna presenta hábitats que a su vez comprenden una comunidad de peces característica. Los curimatidos junto con *Prochilodus nigricans* son los

principales habitantes en las zonas profundas y someras cerca de vegetación donde el detritus es más fino.

### **Abstract**

The fishfauna in the forest of Peru is one of the most diverse of the world. The great variety of habitats that offers our Amazon, favors this diversity. For that reason, it is very important to make more studies on the aquatic ecosystems, which contribute to extend the existing knowledge. The objective considered was to find differences in the water quality, to study some ecological aspects in the communities of fishes (diversity, similarity, indicators species and seasonal variation) and to determine the spatial distribution of major size species in two “oxbows lakes”: Cocha Cashu and Cocha Totorá, located within the Manu National Park, Manu, Madre de Dios. The samples were collected in both dry and rainy seasons, using four methods of fishing: seines, gill net, cast net and electro fishing. With the purpose of determining significant differences, at water quality, between Cashu and Totorá, the data of physic-chemistry parameters in each oxbow lake were registered, considering: conductivity, pH, temperature, oxygen and transparency. The captures obtained with the four methods of fishing at both season were used in order to elaborate the lists of species of Cashu and Totorá. The analyses of diversity, similarity, cluster and seasonal variation were made from samples with seines, settled down three stations in each oxbow lake, in both dry and rainy seasons. For the analysis of the spatial distribution a sampling with cast net was made dividing each “oxbow lake” in three zones: “pastizal”, “centro” and “troncos”. 36 species for Cashu and 36 for Totorá were recorded. Significant differences between Cashu and Totorá at the water quality were registered. The similarity analyses indicated a different composition of species for each “oxbow lake” and season. The season (dry or rainy) influences significantly in the structure of the communities of fish, more than the factor lake. The main agent who would be regulating these changes is the Manu River, related to the migration processes. Each “oxbow lake” has habitats with a particular community of fish. Curimatids along with the *Prochilodus nigricans* is the main groups in the deep and shallow zones near vegetation where the detritus is finer.

## I. Introducción

La fauna de peces neotropicales es la de mayor diversidad y riqueza, dentro de las aguas dulces, en el mundo (Lowe-McConnell, 1975). América del Sur presenta la ictiofauna más diversa del mundo, con aproximadamente 60 familias, varios cientos de géneros y quizás hasta cinco mil especies (Böhlke *et al.*, 1978). Una estimación de la diversidad actual de peces neotropicales da como resultado cerca de siete u ocho mil especies (Schaefer, 1998). La selva peruana ofrece una gran variedad de hábitats y microhábitats tanto en el ambiente terrestre como en los ambientes acuáticos, representados por los ríos y lagos, donde se desarrollan distintas clases de animales y plantas.

Gran parte de la geografía de la selva peruana, tanto en selva baja como en selva alta, ésta formada por varios sistemas o cuencas de ríos y lagunas. Cada uno de estos cuerpos de agua es un ecosistema particular, que a su vez no ha sido muy bien estudiado. Los ríos de la planicie inundable son ecosistemas con altos niveles de diversidad de hábitats y de biota adaptada a explotar la heterogeneidad espacio-temporal (Welcomme, 1979). Dentro de estos cuerpos de agua uno de los grupos más importantes son los peces, que también poseen una gran riqueza.

Para el Perú existen 855 especies de agua dulce registradas, de las cuales 90% son amazónicas, 5% altoandinas y 5% costeras (Chang & Ortega, 1995), aunque según estimaciones conservadoras se asume la existencia de un 20% adicional al total de especies ya conocidas (Ortega & Chang, 1998).

Así mismo ésta gran diversidad de peces son el sustento de numerosas comunidades nativas que viven en la Amazonía Peruana y también de algunas comunidades de colonos. Por ello es necesario realizar estudios para entender más acerca de estas especies y posteriormente aplicar programas de manejo para el mejor aprovechamiento de estos recursos.

La existencia de zonas de protección para el cuidado de esta gran biodiversidad, es una buena oportunidad para realizar estos tipos de estudios. Una de las más importantes áreas de protección es el Parque Nacional Manu, que cuenta con 210 especies de peces registradas tanto en ambiente lóticos y lénticos (Ortega, 1996). Sin embargo, aún existen lugares dentro del PN Manu que todavía no han sido estudiados y en donde no se conoce que especies habitan. El parque contiene la totalidad de la cuenca del río Manu y porciones de la red de algunos afluentes del río Alto Madre de Dios y, por consiguiente, las aguas no están contaminadas en ningún sentido. Por eso los ríos del parque podrían servir como modelos en medidas de la producción de peces y en estudios de los efectos de contaminación y erosión (Terborgh, 1986).

En las márgenes del río Manu existe un buen número de cuerpos de agua que reciben el nombre de “cochas”, que son lagunas meándricas formadas a lo largo de muchos años y en cada uno de estos ecosistemas acuáticos se encuentran desde organismos primarios o comunidades de productores, como el Plancton, hasta los depredadores como el “lobo de río” y los “caimanes”. La Estación Biológica Cocha Cashu ésta ubicada en la zona vecina a la laguna que tiene el mismo nombre, y precisamente donde se han realizado pocos estudios del ecosistema acuático. También existe una falta de conocimiento acerca de la composición de las comunidades de peces en Cocha Cashu, que permitiría responder interrogantes acerca de las preferencias alimenticias de predadores como el “lobo de río” (*Pteronura brasiliensis*); así como también cuales son las relaciones tróficas que existen con los organismos que forman parte de la oferta alimenticia de los peces.

También es importante conocer y comparar las comunidades de peces que existen en los distintos tipos de ecosistemas acuáticos que se encuentran alrededor de la Estación, ya que cada uno presenta características propias ya sea por el tipo de agua (claras, negras y blancas); en el tiempo de formación de las lagunas, o en la presencia de vegetación ribereña como macrofitas sumergidas y vegetación flotante. También el nivel de productividad primaria influye en la distribución de los peces; del mismo modo, es importante la influencia del río Manu que se manifiesta en época de creciente.



Justamente estos ciclos de vaciante y creciente relacionados a los periodos de lluvias, pueden crear condiciones particulares para el desarrollo de las comunidades de peces. Así tenemos, que incrementos estacionales en el nivel de agua produce la migración de al menos veinte especies de crías de peces desde el bosque inundable hacia el río (Cox Fernández, 1997). Aspectos de la ecología de los peces como crecimiento, reproducción y alimentación pueden estar influenciados por variación estacional en el ciclo de lluvias y el nivel de agua (Lowe-McConnell, 1967).

Este trabajo, presenta la primera lista de especies de peces para Cocha Cashu y Cocha Titora. Los resultados que se obtengan nos llevaran a corroborar la hipótesis de que, si existe una comunidad de peces propia de cada ecosistema acuático, entonces existen diferencias entre las comunidades de peces de distintos ecosistemas y en distintas épocas del año.

## II. Antecedentes

La Estación Biológica Cocha Cashu (EBCC) fue fundada en 1969-1970, inicialmente para estudios sobre el “caimán negro” (*Melanosuchus niger*), el más grande de Sudamérica y comercialmente, el más valioso. La estación es uno de los pocos sitios de investigación en el neotrópico, que presenta un ecosistema no perturbado donde se observa un total balance entre predadores y sus presas (Terborgh, 1990). Más de 300 publicaciones han estado basadas en investigaciones realizadas en Cocha Cashu, enfocadas generalmente en estudios sobre la dinámica sucesional en la vegetación, diversidad de especies y estructura de comunidades de algunos grupos de plantas y animales, dispersión de semillas, interacciones planta-hormiga, rol de los carnívoros en el ecosistema, etc. En estos trabajos se puede encontrar información sobre la estructura del suelo y clima en esta área, sin embargo, la información sobre las comunidades acuáticas y la hidrología es muy poca o casi nula.

De setiembre de 1987 a julio de 1993 se realizaron ocho expediciones de campo para la obtención de peces y datos relacionados en 26 cuerpos de agua en el Parque Nacional Manu, Perú. El Parque abarca una extensión aproximada de un millón y medio de hectáreas, entre los departamentos de Madre de Dios y Cusco. En estas prospecciones se obtuvo aproximadamente 27000 especímenes que permitieron la identificación preliminar de 210 especies, 148 géneros, 33 familias y 10 órdenes. Aquí se señala que lagunas de 20 o más años, como Salvador, Otorongo y Cashu, albergan considerable número de especies; otro grupo de lagunas, las más antiguas, distróficas, como Totorá y Juárez, están reduciéndose en superficie y profundidad por invasión de vegetación y acumulación de sedimentos; albergan comunidades diversas de peces y con poblaciones menores, la mayoría de talla menuda. También se menciona que los peces que habitan las lagunas por lo general son formas que provienen del intercambio cíclico con el Río Manu, lo que se demuestra por la presencia de estadios juveniles en los primeros meses del año y algunos son más representativos de aguas lénticas, caso de los cíclidos y formas que se reproducen más de una vez al año. Toda esta fauna es comparada con la

encontrada en otras dos áreas protegidas en Madre de Dios y la presente en la cuenca del Alto Río Ucayali (Ortega, 1996).

Mary Hagedorn y Clifford Keller entre los años 1989 y 1992 estudiaron la diversidad de peces Gymnotiformes en la zona de Pakitza en el Parque Nacional Manu, empleando equipo de monitoreo eléctrico. Trabajaron con ocho especies de gymnotiformes existentes dentro de los 15 km<sup>2</sup> de estudio cerca de Pakitza; encontraron que seis de ellas emiten descargas tipo onda y las otras dos emiten descargas tipo pulso. Determinaron que dentro de las quebradas, el número de peces eléctricos se incrementó con la distancia desde la desembocadura en el río Manu (Hagedorn & Keller, 1996).

Durante un estudio sobre el “lobo de río” (*Pteronura brasiliensis*) y su hábitat entre 1990 y 1995, se realizaron capturas de peces en 29 cochas en Tambopata y en el Manu que incluían Cashu, Totorá, Otorongo, Maizal, Nueva, Salvador y otras más. Se utilizaron principalmente las redes de espera o trampas y eventualmente anzuelos y espineles. Se capturaron 2329 peces que correspondieron a 36 especies (Schenk, 1999).

En selva baja se conoce el estudio en Santuario Nacional Pampas del Heath, donde se registraron 95 especies de peces (Ortega, 1994). En la Zona Reservada Tambopata-Candamo, sureste del Perú, se registraron 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 Amazonia (Chang, 1998).

Entre mayo del 2001 y enero del 2003, se estudiaron las comunidades de peces y la limnología del Río Madre de Dios, una de las cabeceras del río Madeira, el mayor tributario del Amazonas. Se presentó un análisis estadístico acerca del clima y de niveles del río de la región. Se determinó que la composición de especies de una quebrada es completamente diferente a la del canal del río o de una zona inundable. Así mismo la composición de especies de peces del río y zonas inundables son similares. También se concluyó que es posible que un área relativamente pequeña del río Madre de Dios (entre 10 y 20

Km de río), incluyendo los lagos de la zona inundable y las numerosas quebradas al interior de los bosques de terraza alta, sustente por lo menos el 75% de la ictiofauna de toda una región de cabeceras, ubicada por debajo de los 300 metros (Barthem *et al.*, 2003)

En Manaus, Brasil, se hicieron estudios sobre variación estacional de comunidades de peces en quebradas del bosque lluvioso. Se analizaron composición de especies, riqueza y abundancia de peces, y la influencia de la estacionalidad sobre estos parámetros. La varianza, regresión y análisis de “cluster” (agrupamientos) indicaron que la estación, seca o lluviosa, no influencia significativamente en la estructura de las comunidades de peces. Los análisis de similaridad indicaron un patrón de composición distinto para cada quebrada y la abundancia de especies difiere entre quebradas, pero no entre épocas climáticas (Bührnheim y Cox Fernandez, 2001).

### **III. Objetivos**

Encontrar diferencias a nivel de los parámetros físico-químicos del agua, entre dos lagunas de origen meándrico.

Estudiar 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 lagunas.

Analizar la distribución espacial de las especies de mayor tamaño, importantes en la dieta de *Pteronura brasiliensis* ("lobo de río"), dentro de las dos lagunas.

### **IV. Materiales y Métodos**

#### **IV.1 Área de Estudio.-**

##### **Ubicación**

Geográficamente Cocha Cashu y Cocha Totorá están localizadas dentro del área de la Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional Manu, departamento de Madre de Dios. El área de estudio de la estación comprende 10 km<sup>2</sup> aproximadamente y esta situada entre los 11° 53.303" Latitud Sur y 71° 24.466" Longitud Oeste, a una hora y media en bote desde el puesto de vigilancia Pakitza y siete horas desde su desembocadura en el río Madre de Dios cerca al poblado de Boca Manu (Figura 1 y 2).

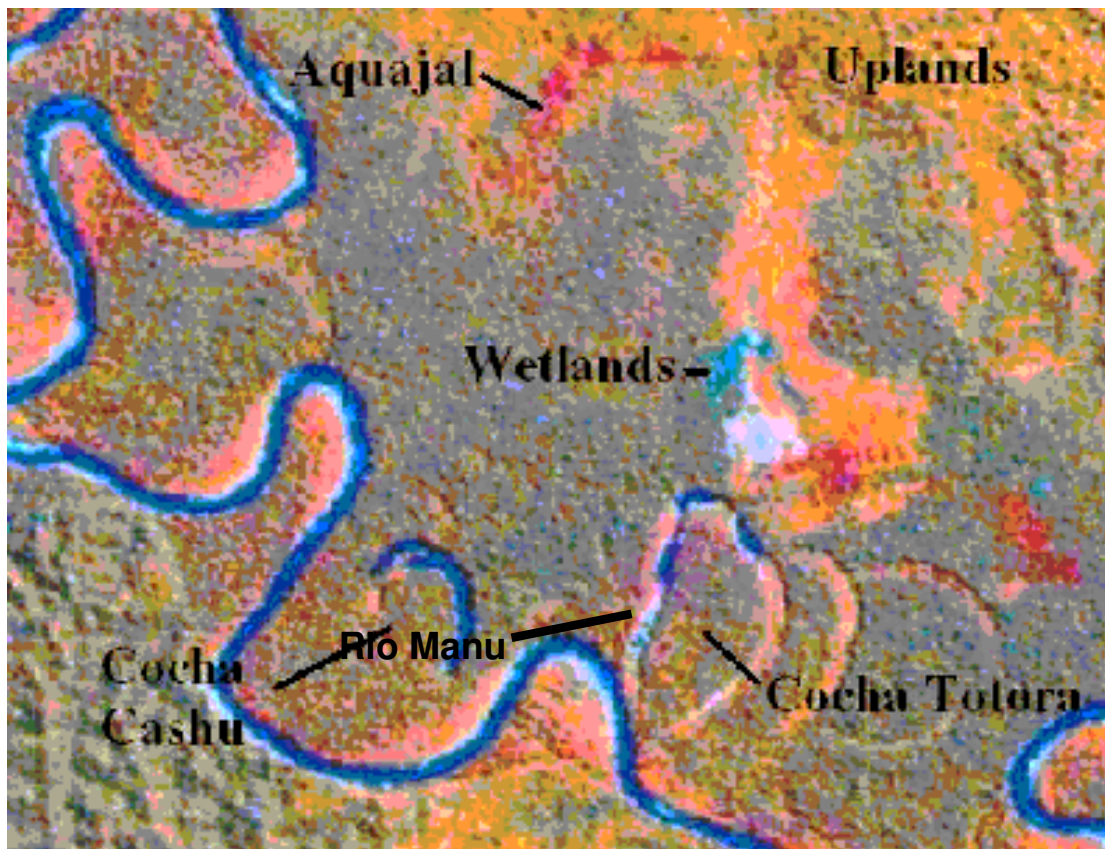
Se encuentran dentro de la región denominada "selva baja" o llano amazónico, en la margen izquierda del río Manu, principal afluente de ésta zona del Parque.

## Características de las lagunas estudiadas

### Cocha Cashu

Es una Laguna fluvial en cuyo perímetro se encuentran las instalaciones de la Estación Biológica que lleva su nombre. Es de aguas claras, de un color verdoso por la notable presencia de plancton. Su forma es la de la semilla de *Anacardea occidentali*, de ahí que proviene su nombre. Tiene una longitud de 1600m aproximadamente y un ancho estimado en 120m. La profundidad varía entre 1m y 1.5m en casi toda la laguna y 2m a 2.5m en la parte más profunda, hacia el centro de la misma. En la zona litoral se puede observar dos tipos de pendientes, una zona con pendiente algo pronunciada y la otra justo al frente con pendiente mucho menos pronunciada y por lo tanto aguas someras.

**Figura 1. Vista Satelital de la ubicación de la Estación Biológica Cocha Cashu. Fuente: EBCC ([www.duke.edu/~manu](http://www.duke.edu/~manu))**



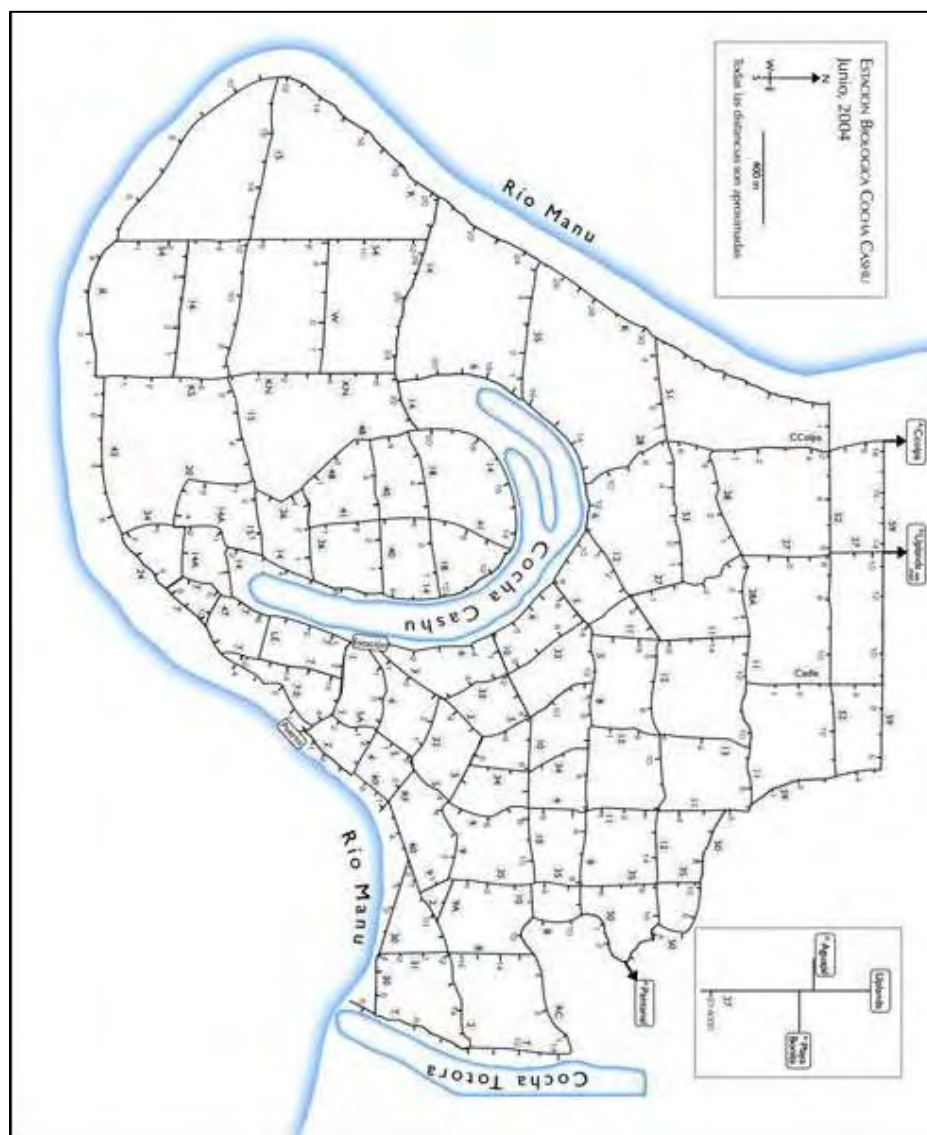
La vegetación en ambos lados de la laguna presenta diferencias, en la parte menos profunda existen plantas flotantes del género *Pistia* con poca densidad, gramíneas, plantas como los “platanillos” (*Heliconia sp*), los “renacos” (*Ficus trigona*) y una gran variedad de árboles y pequeños arbustos. En cambio al otro lado donde la pendiente es mayor, existen árboles grandes, casi no ocurren gramíneas ni plantas flotantes y el fondo está compuesto por abundante ramas y hojas. En época de creciente el nivel del agua sube entre 1 y 2 metros y el espejo de agua es mayor, llegando a inundar porciones del bosque. Tiene dos canales, uno que se conecta con el río sólo en época de lluvia, y otro que tiene su origen el bosque y que desemboca en la laguna, ambos canales realizan aportes de agua importantes durante la época de creciente.

### Cocha Titora

Es una laguna más pequeña que Cashu. Titora, aparentemente, en el pasado fue una laguna muy grande, en forma de herradura, y durante el proceso de eutrofización se fue dividiendo en tres partes, una de ellas esta cubierta por vegetación flotante como *Pistia* y es casi de naturaleza pantanosa, la segunda parte tiene una área con agua, plantas flotantes y gramíneas alrededor; este sector está conectado con la tercera parte (el área de muestreo) a través de un pequeño caño que durante la época seca se encuentra saturado de plantas flotantes, y cuando empezaron las primeras lluvias, se pudo tener acceso. Esta área de muestreo tiene una longitud de 900m y el ancho es de 110m aproximadamente. La profundidad varía entre 0.8m y 1m, en casi toda la laguna, mientras en la parte más profunda, hacia el centro, alcanza 1.5m En su perímetro existen plantas flotantes como gramíneas y plantas del género *Pistia* en gran cantidad y que cubren parcialmente la laguna. Presenta aguas turbias y aparentemente está en un proceso de eutrofización. Esta laguna tiene más conexión con el río a través de un canal que tiene agua durante más tiempo en el año. En la época de inicios de creciente la laguna adquirió un color de agua igual a la del río es decir un color como a chocolate (agua blanca). Presenta una pendiente similar a lo largo de toda la zona litoral y existen gramíneas hasta dos metros de distancia

desde el litoral hacia la zona limnética. Durante la época de lluvia el espejo de agua es mayor, al igual que el nivel de agua, sube 1m, y la mayoría de plantas acuáticas desaparecen. También recibe aportes de agua provenientes de la segunda parte de Totorá a través del canal que las conecta.

**Figura 2. Mapa del área de influencia de la Estación Biológica Cocha Cashu y de su sistema de trochas. Fuente: EBCC ([www.duke.edu/~manu](http://www.duke.edu/~manu))**





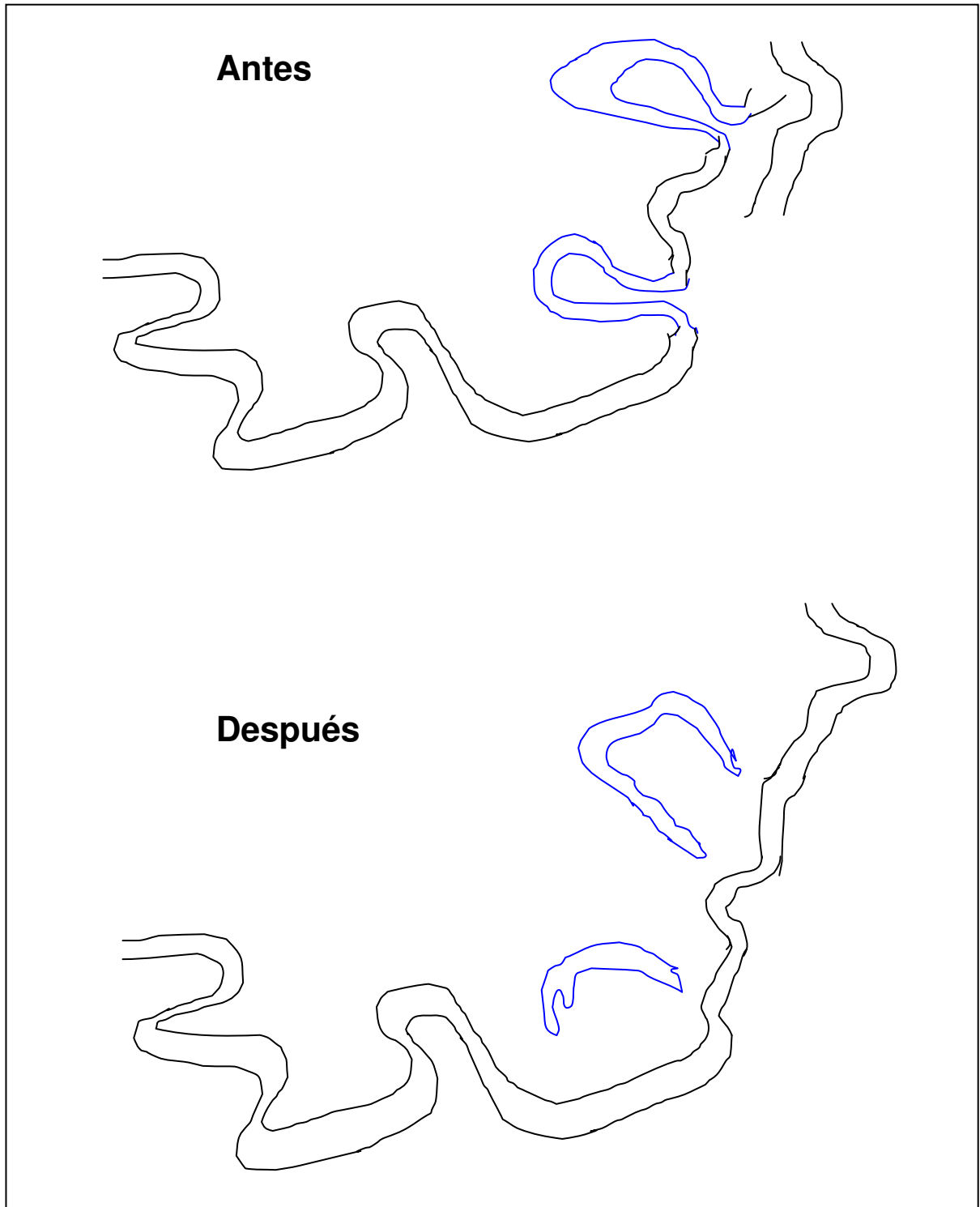
## **Fisiografía**

El río Manu es el principal afluente del PNM y uno de los tributarios del río Madre de Dios, se encuentra en un rango de altitud que va desde 310m en Boca Manu a 400m en Tayacome. Esta zona presenta un suelo terciario principalmente identificado como arcilloso, con algo de limo y áreas arenosas. Se observan terrazas de varios anchos, poca altitud y superficies planas. La principal característica topográfica de este ecosistema incluye playas a lo largo del río, “cochas” o lagunas de origen fluvial, como Cashu y Totorá, bosques de terrazas y habitats ribereños. Estas lagunas se forman a partir de los meandros a lo largo del curso serpenteante del río. En los cauces de suave suelo aluvial, la erosión y la acumulación de sedimentos llegan a cambiar el curso del río. Los sedimentos van siendo depositados al interior de los meandros mientras que en los bordes extremos ocurre un gran proceso de erosión. Así, durante varios años, estos procesos de erosión y sedimentación finalmente terminan por “estrangular” el meandro y separarlo del canal principal, formando un lago de herradura (Goulding *et al.*, 2003). Estas lagunas seguirán en contacto con el río durante la época de lluvia mediante caños o quebradas (Figura 3).

La estructura de toda la cuenca del Manu ha sido moldeada por el mismo río, que en época de lluvia incrementa su caudal llevando consigo grandes cantidades de sedimento y troncos y ramas de grandes árboles; y luego en época de estiaje todo este material se acumula en las extensas playas que se forman a lo largo de todo el cauce del río.

Toda esta dinámica del ecosistema gobernada por el río, también se observa en la formación de las “cochas”, las que se van cubriendo gradualmente con vegetación flotante de hierbas y pastos sumergidos, luego plantas como los platanillos y otros arbustos y así hasta su transformación nuevamente en bosque

**Figura 3. Esquema del desarrollo de Cocha Cashu y Cocha Titora (Adaptado de Otte, 1979). Fuente: Plan Maestro Parque Nacional Manu, (Ríos et al, 1986)**



La vegetación que existe en esta zona contiene árboles grandes, exuberantes que se encuentran siempre en constante producción de frutos y semillas durante las diferentes épocas del año. El suelo está cubierto por abundante hojarasca que luego se convierte en materia orgánica en descomposición, y que le dan el grado de acidez al suelo.

### **Clima**

En general, el clima que presenta esta zona es el del bosque lluvioso, es decir, húmedo. En el área de la estación el promedio anual de temperatura es 24<sup>o</sup> C y con altos índices de precipitaciones (2000mm aproximadamente). La mayoría de precipitaciones se presentan entre noviembre y mayo, mientras que entre junio y octubre normalmente se registra menos que 100mm y la variación anual, en la intensidad y duración de la época seca, es considerable (Terborgh, 1990). Los niveles más altos de temperatura se registran en los meses entre agosto y setiembre (35<sup>o</sup> C) y las temperaturas más bajas se presentan durante la época de “friaje” entre los meses de junio y julio (10<sup>o</sup> C).

## **IV.2 Material y Métodos de Colecta**

### ***Diseño Experimental***

Para el registro de datos de parámetros físico-químicos, se seleccionó un punto en cada laguna, el cual se localizaba aproximadamente al centro de cada una de ellas, donde la profundidad era mayor.

Para el muestreo ictiológico con red de arrastre se seleccionaron cinco estaciones en Cashu (Figura 4): C1, localizada en el extremo sur de la laguna, de aguas someras, y cuyo litoral se encuentra dominado por gramíneas y algunas plantas sumergidas. C2, se encuentra hacia el oeste de la laguna, justo al frente del pequeño puerto de la estación, caracterizada por la presencia de gramíneas en su litoral, pero además la presencia de raíces de árboles como el “renaco” (*Ficus trigona*), y plantas como “platanillos” (*Heliconia* sp.). C3, al oeste

de la laguna, caracterizada, por la presencia de arbustos y abundantes plantas sumergidas, con pocos parches de gramíneas. C4, localizado en la parte de la laguna donde se ubica la madriguera de la familia de “lobos de río” y donde se encuentra la salida del caño que comunica a la laguna con el río, se caracteriza por ser un lugar muy somero y cuya vegetación terrestre es predominantemente de gramíneas. C5, localizada en el extremo noroeste de la laguna, caracterizada por la presencia de abundantes plantas sumergidas y al mismo tiempo el predominio de gramíneas en su litoral. Para el muestreo con atarraya y trampera, también se seleccionaron cinco estaciones (A1, A2 A3, A4, A5) las cuales fueron consideradas tomando como referencia las mismas estaciones que para el arrastre, con la diferencia que la atarraya fue empleada en la zona limnética de cada estación, lejos del litoral.

En Totorá también se seleccionaron cinco estaciones de muestreo para el método de arrastre (Figura 5): T1, localizada a un costado del pequeño puerto, al oeste de la laguna, caracterizada por la presencia de vegetación terrestre, como gramíneas y también vegetación flotante del género *Pistia*. T2, localizada al sureste de la laguna, caracterizada por tener abundante restos vegetales en descomposición en el fondo, con ausencia de arbustos en el litoral y presencia de árboles grandes. T3, localizada al este de la laguna, de poca profundidad y con abundante gramíneas en el litoral. T4, localizada al noroeste de la laguna, con abundante vegetación flotante (*Pistia* sp), y gramíneas en el litoral. T5, localizada al norte de la laguna, cerca de la boca del caño que comunica con la segunda parte de Totorá, caracterizada por tener plantas flotantes (*Pistia* sp), de poca profundidad y sin gramíneas en el litoral. Es necesario resaltar que *Pistia* sp, desapareció durante la época de lluvia como consecuencia de las inundaciones. Al igual que en Cashu, para el muestreo con atarraya y trampera también se seleccionaron cinco estaciones (B1, B2, B3, B4, B5) las cuales fueron consideradas tomando como referencia las mismas estaciones que para el arrastre, con la diferencia que la atarraya fue empleada en la zona limnética de cada estación lejos del litoral.

Figura 4. Ubicación de las estaciones de muestreo en Cocha Cashu. C1, C2, C3, C4 y C5 = método de arrastre; A1, A2, A3, A4 y A5 = Trampera y Atarraya.

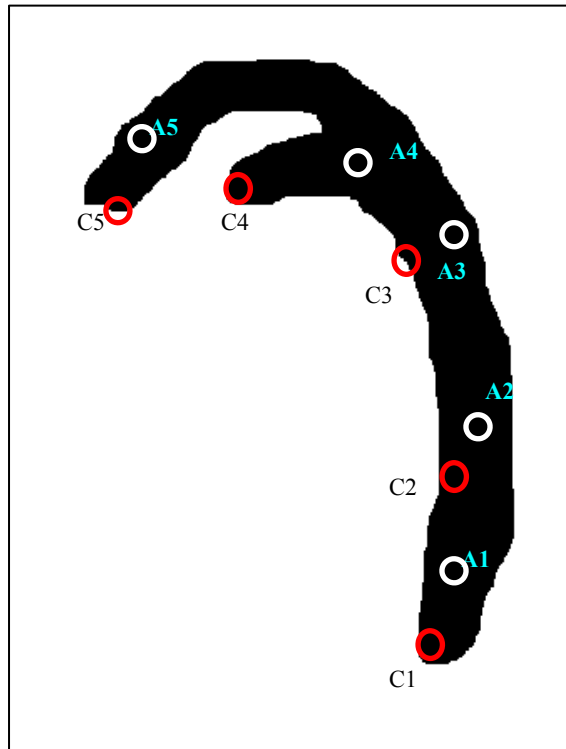
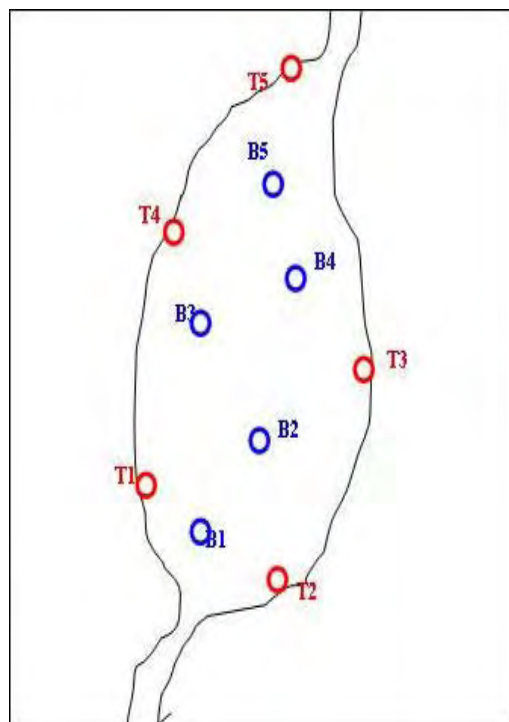


Figura 5. Ubicación de las estaciones de muestreo en Cocha Totorá. T1, T2, T3, T4 y T5 = método de arrastre; B1, B2, B3, B4 y B5 = Trampera y Atarraya.



La descripción de la metodología empleada se encuentra a continuación:

### ***Parámetros físico-químicos***

En ambas lagunas se tomaron datos de parámetros físico-químicos *in situ* y a nivel superficial, para determinar la calidad del agua, considerando: Temperatura, Oxígeno, Conductividad, pH, y Transparencia, empleando para ello un medidor YSI30 (Yellow Springs Instruments) de conductividad y temperatura, los datos de oxígeno fueron tomados empleando un oxímetro YSI modelo 51B; para el pH se utilizó un ISFET pH METER modelo IQ125, la transparencia se obtuvo con el disco Secchi. Para determinar diferencias significativas entre Cashu y Totorá, fueron comparadas seis lecturas de cada parámetro en un mismo punto en cada laguna, durante la época de vaciante.

### ***Muestreo Ictiológico***

El material colectado proviene de dos lagunas anexados a la Estación Biológica Cocha Cashu: Cashu y Totorá. Se realizaron dos muestreos: cualitativo y cuantitativo. Cada estación de muestreo fue trabajada una vez en cada época de estudio y con cada método de pesca. Las colectas en época de vaciante se realizaron entre los meses de Agosto y Setiembre del 2002, mientras que en época de lluvia se trabajó entre los meses de Febrero y Marzo. Todos los muestreos fueron diurnos entre las 6am y 6pm, y cada estación fue muestreada en días diferentes.

### **Muestreo Cualitativo**

Los peces se colectaron utilizando cuatro métodos de captura y las estaciones se muestran en las figuras 4 y 5.

**Arrastre:** se empleó una red de arrastre de seis metros de largo por 1.5 metros de alto y malla de 5mm, realizándose arrastres hacia la orilla y

contra la vegetación en diferentes puntos; cada estación fue establecida de acuerdo al grado de accesibilidad y se realizaron cinco arrastres por cada estación, este número de arrastres se determinó haciendo colectas hasta que las especies comienzan a repetirse. Este método fue empleado en cinco estaciones establecidas tanto en Cashu (C1, C2, C3, C4 y C5) como en Totorá (T1, T2, T3, T4 y T5).

**Trampera (Gillnet):** se utilizó una red de espera de 20 metros de largo, 3 metros de altura y 2 pulgadas de malla, las cuales se colocaban en la zona limnética de las cochas por tiempos de 60 minutos, tiempo establecido tomando en cuenta el mayor tiempo posible con un mínimo de daño por parte de “pirañas” y caimanes. Se trabajaron cinco estaciones en Cashu (A1, A2, A3, A4 y A5) y Totorá (B1, B2, B3, B4 y B5).

**Atarraya:** se empleó una atarraya de dos metros de diámetro, la cual se utilizó en forma homogénea en todo el espejo de agua, considerando las mismas estaciones donde se trabajó con la red de espera.

**Pesca eléctrica:** En Cocha Cashu se hicieron pruebas con un equipo de Electropesca, con el cual se muestreo principalmente en las zonas de troncos donde había poca accesibilidad con las redes, y a lo largo del perímetro de la laguna.

### Muestreo Cuantitativo

Para este muestreo fueron considerados solamente los datos obtenidos con el método de arrastre en tres estaciones: C1, C2 y C3 para Cashu; y T1, T3 y T5 para Totorá. De esta manera se obtuvieron datos en época de vaciante y en época de lluvia, con un esfuerzo controlado. Se construyó una matriz de abundancia, en base a los promedios de las cinco capturas para cada estación y época de muestreo. A partir de esto se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, también conocido como la función Shannon-Wiener, que mide la diversidad de especies mediante el uso de la teoría de la información (Shannon, 1948). Este índice combina dos componentes de diversidad: el número de especies distintas y el grado de equidad en la distribución de individuos entre las especies presentes. El componente de equidad se mide calculando la

proporción de cada especie en una muestra. A continuación se presenta la fórmula que se utilizó:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde:

$H'$  = contenido de la información de una muestra (bits/individuo); ó

= índice de diversidad de especies

$s$  = número de especies

$p_i$  = proporción del número total de especies que pertenecen a la especie  $i$

Adicionalmente con la ayuda de programas estadísticos se realizaron análisis de similaridad entre las estaciones de muestreo.

### ***Distribución Espacial***

Se estudio la distribución de las comunidades de peces de mayor tamaño en Cashu y Totorá, ya que son las que probablemente tienen mayor importancia en las dietas de los predadores como el “lobo de río” y el “caimán negro”. Para ello se dividió la laguna en tres zonas (Figura 6) de acuerdo a las características que presentaban:

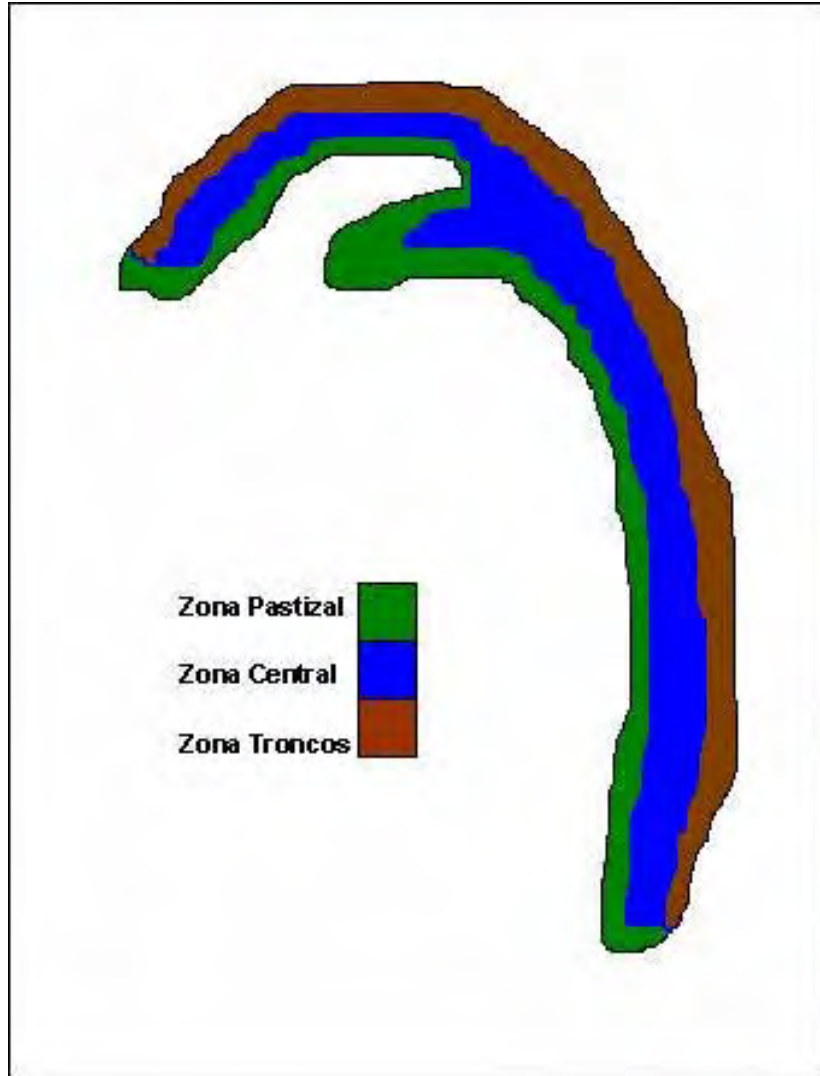
Zona de pastizal: Se caracteriza porque en el litoral se observa la presencia de gramíneas, y plantas sumergidas del género *Najas*. De aguas someras, predominando el sedimento particulado fino, y donde la penetración de la luz, por lo general, es total.

Zona central: Que incluye la zona limnética de la laguna, de mayor profundidad que la zona litoral y que esta caracterizada por la presencia de comunidades como el necton y plancton.

Zona de troncos: Caracterizada porque su litoral esta comprendido por restos de hojas y ramas de árboles, es una zona que presenta una pendiente más pronunciada que la zona pastizal.



**Figura 6. Esquema donde se observa la división de las tres zonas para el estudio de la distribución espacial de las especies de mayor tamaño en Cocha Cashu**



En este muestreo se empleó la atarraya, que es un arte que depende mucho de la localización visual del boqueo de peces, entonces se trató en lo posible de tener igual número de lances para cada zona. Se realizaron un total de 57 lances resultando 19 lances por cada zona. Este muestreo se realizó durante la época de vaciante.

## ***Preservación e identificación***

Las muestras de peces se colocaron en recipientes plásticos con una solución de formol al 10 % para su fijación. Luego de 24 horas, los peces fueron transferidos a una solución de etanol al 70 % para su preservación y posterior transporte. En el laboratorio se procedió a la identificación de los especímenes, que fueron colocados en envases plásticos separados por estaciones de colecta, utilizando claves de identificación taxonómica (Gery, 1977; Lauzanne & Loubens, 1985; Ministerio do Meio Ambiente-Brasil, 1998; Britski *et al*, 1999; Kullander, 1986) y comparando con especímenes de la colección ictiológica del Museo de Historia Natural de Lima, se utilizó un microscopio estereoscópico de 40X de aumento. Las muestras fueron depositadas en la colección ictiológica MUSM del Museo de Historia Natural de la Universidad San Marcos.

## ***Análisis estadístico***

### *Parámetros fisicoquímicos*

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos se aplicaron pruebas “t” y se determinaron la media, el error y la desviación estándar, para establecer diferencias significativas entre Cashu y Totorá. Para ello se utilizó el programa estadístico JMP Versión 4.

### *Diversidad*

Se trabajó con los datos obtenidos del muestreo cuantitativo. Se emplearon estimadores de riqueza según la abundancia (ACE) y Jackknife de Segundo Orden, que fueron calculados considerando el número de muestras e individuos capturados. Con estos estimadores es posible saber si el esfuerzo utilizado fue suficiente para estimar riqueza de especies. El programa empleado fue el EstimateS 5, que genera curvas de acumulación de especies de forma aleatoria y estimadores estadísticos de riqueza real de especies, a partir de un análisis de las matrices de abundancia de especies (Barthem *et al*, 2003). Esta prueba se aplicó a los datos de la época seca en Cocha Cashu, luego de la cual, el mismo esfuerzo fue aplicado a la época de lluvia y para los muestreos en Totorá.

Con la ayuda del programa PRIMER Versión 5.2 se realizaron los análisis de cluster, basados en la similaridad de Bray-Curtis (Beals, 1984). Para ello los datos de la matriz de abundancia fueron estandarizados mediante la fórmula:  $\text{Log}(X+1)$ , y el tipo de unión empleado fue el de “Grupo Promedio”. También se empleó el método de ordenación MDS (Multi Dimensional Scaling), que distribuye los puntos originados a partir de las agrupaciones de estas estaciones, utilizando tres ejes de coordenadas, pero que para su mejor apreciación es posible utilizar solo 2 ejes. Plotea el “stress” mínimo versus K, que es el número de dimensiones en el espacio de ordenación (Clarke, 1993), donde es posible ver las distancias en el espacio como diferencias entre los grupos.

Posteriormente mediante el programa estadístico Pcord Versión 4, los resultados del análisis de cluster fueron sometidos a una prueba estadística: “Multi-Response Permutation Procedures” (MRPP) para determinar si existen o no diferencias significativas entre los grupos formados. El MRPP es un método no paramétrico que prueba la hipótesis de no diferencias entre dos o más grupos predefinidos (Mielke, 1984; Berry *et al*, 1983; Zimmerman *et al*, 1985), este método es filosófica y matemáticamente análogo con el análisis de varianza, y compara disimilaridades dentro de y entre grupos; tiene la ventaja de no requerir suposiciones tales como la normalidad y homogeneidad de varianzas, condiciones que rara vez son encontradas en datos ecológicos de comunidad.

Así mismo, con la ayuda del programa SPLUSS, se realizó una prueba denominada “Partial Mantel Test”, para determinar el grado de importancia de las variables medidas, esta prueba permite analizar el grado de relación que existe entre las variables (laguna y época) y la comunidad de peces existente en cada una de ellas, para ello primero determinamos el valor de la relación (mantel r) entre la comunidad de peces (matriz de abundancia de especies), mediante los grupos formados por el análisis de cluster, y la influencia combinada de laguna y época. Luego a esta combinación de laguna-época le quitamos la influencia de la época y obtenemos un valor de relación “r”. Después se probó quitando a la combinación laguna-época la influencia de la laguna.

También se determinó especies características de cada laguna y época, para lo cual fue empleado el ISA ("Indicator Species Analysis"), que utiliza las frecuencias y abundancias relativas de cada especie en cada estación de muestreo y utiliza la prueba de Montecarlo de significancia del valor indicador máximo observado para las especies (Dufrene & Legendre, 1997).

#### *Distribución espacial*

Para determinar el grado de similitud en la distribución de las especies de mayor tamaño en Cashu y Totorá (zona de pastizal, central y troncos), se empleó el índice de Bray Curtis (Beals, 1984), mediante el programa estadístico PRIMER Versión 5.2.

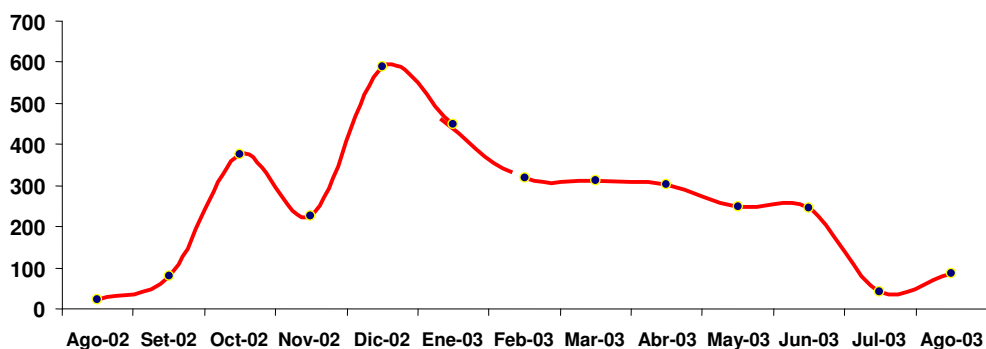
## V. Resultados

### V.1 Parámetros Físico-químicos

Los muestreos en época de vaciante ocurrieron principalmente entre agosto y setiembre del 2002 cuando los valores de precipitación fueron mínimos (menos que 50mm) y empiezan a incrementarse; y la época de creciente entre febrero y marzo del 2003 cuando se presentaron altos valores de precipitación (mayores que 300mm) en comparación con la época de vaciante. Estos datos fueron obtenidos de los registros de precipitaciones de la Estación Biológica Cocha Cashu (Figura 7).

Los valores de pH son más altos en Cashu (8.3 - 9.5) que en Titora (5.4 - 8.2); en cambio, los valores de conductividad son mayores en Titora (320 - 360) que en Cashu (221-244 uS/cm). La transparencia es mayor en Cashu (0.5 - 0.75), en cambio en Titora la transparencia es menor (0.3 - 0.5) y sus características se asemejan más a las aguas blancas. También se observa que los valores de O<sub>2</sub> son mayores en Cashu (7.4 - 8). La temperatura en el agua no presenta mucha variación entre ambas lagunas (Cuadro 1).

**Figura 7. Gráfico que muestra los valores de precipitación (mm) desde agosto 2002 hasta agosto 2003**



**Cuadro 1. Registros de los parámetros físico-químicos del agua en Cashu y Totora durante la época de vaciante (agosto-setiembre)**

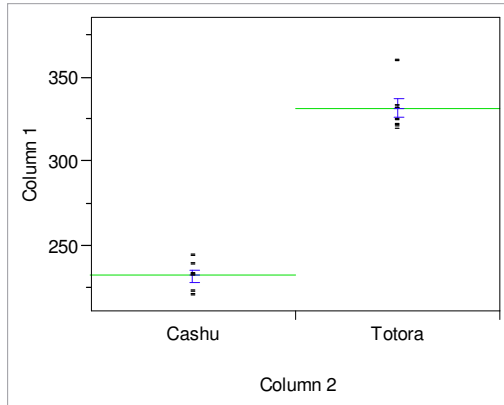
Laguna	Cashu						Totora					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Nro Lectura												
Conductividad (uS/cm)	233	244	239.7	221	222.4	233.1	322	320	333	332.6	359.6	325.3
Transparencia (m)	0.5	0.6	0.5	0.75	0.6	0.75	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4
Temperatura (°C)	27.8	28.3	28.3	28.4	29.3	29.6	27.5	27.4	29	29.5	32.7	30.4
pH	8.6	8.5	8.6	8.7	8.3	9.5	7.8	7.9	8.2	8	5.5	5.4
Oxígeno (mg/L)	8	7.6	7.2	6	7.2	7.4	4.5	4.8	4.6	4.5	4.5	3.2

Por otro lado, el análisis estadístico nos muestra que existen diferencias significativas entre Cashu y Totora con respecto a la conductividad, pH, oxígeno y Transparencia. En relación a la Temperatura no se observaron diferencias significativas (Cuadro 2 y Figura 8).

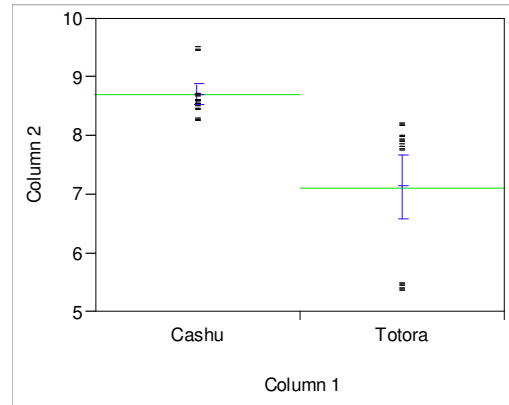
**Cuadro 2. Resultados de la prueba "t" de significancia para la comparación entre los parámetros fisicoquímicos del agua de Cashu y Totora.**

Parámetros físicoquímicos	Cashu			Totora			Prueba de significancia		
	Media	Desv. Est.	Error	Media	Desv. Est.	Error	t-Test	DF	Prob >  t
Conductividad (u/cm)	232.20	9.15	3.73	332.08	14.51	5.92	-14.27	10	<.0001
pH	8.70	0.41	0.17	7.13	1.31	0.54	2.79	10	0.01910
Oxígeno (mg/L)	7.23	0.67	0.28	4.35	0.58	0.23	7.97	10	<.0001
Transparencia (m)	0.62	0.11	0.05	0.35	0.08	0.03	4.66	10	0.00090
Temperatura (°C)	28.62	0.69	0.28	29.42	1.98	0.81	-0.93	10	0.37240

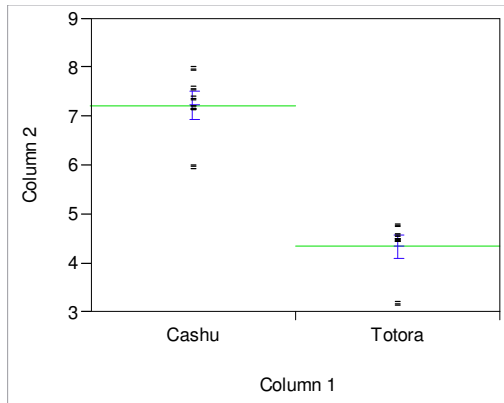
**Figura 8. Gráficos de las medias y desviaciones estándares de la conductividad, pH, oxígeno, transparencia y temperatura, en Cashu y Totora.**



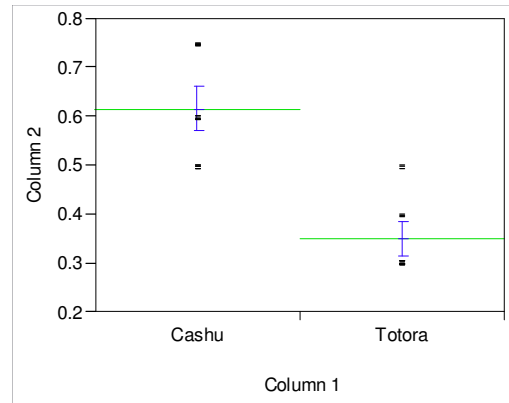
**Conductividad**



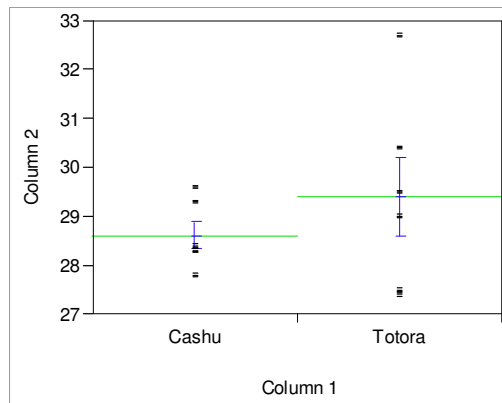
**pH**



**Oxígeno**



**Transparencia**



**Temperatura**

## V.2 Composición y abundancia de especies

En dos muestreos efectuados (época seca y en época de lluvia), en todas las estaciones de ambas lagunas y con todos los métodos de muestreo, se colectaron en total 477 individuos en época seca y 472 individuos en época de lluvia (Cuadro 3). Se identificaron 36 especies, 30 géneros, 12 familias y 4 órdenes, para Cocha Cashu; y 36 especies; 31 géneros, 12 familias y 4 órdenes, para Cocha Totorá. En los dos cuerpos de agua la familia con más especies fue Characidae, en Cashu representa el 42% de toda la riqueza (s), seguida por Loricariidae con 14% y, Curimatidae y Anostomidae con 11% cada una. En Totorá Characidae representa el 51% de todas las especies, Curimatidae representa el 11% y Pimelodidae el 9%. En los cuadros 4 y 5 se presenta la lista sistemática de especies para Cocha Cashu y Cocha Totorá; siguiendo el orden evolutivo de acuerdo con Reis *et al* (2003) anotándose el autor y el año de la descripción. Las especies y géneros se presentan en orden alfabético.

## V.3 Diversidad

Se compararon las diversidades en cada época de evaluación, considerando las muestras obtenidas en tres estaciones de muestreo tanto en Cashu como en Totorá empleando la red de arrastre, porque con este método se obtuvo un mayor número de especies en cada laguna. Tanto en la época de vaciante como en creciente, Cashu y Totorá muestran una alta diversidad (Cuadro 6). En la época de vaciante la diversidad en Cashu estuvo entre 1.93 y 3.18, siendo la estación C2 la que obtuvo el valor más alto; por otro lado, en Totorá la diversidad estuvo entre 2.3 y 2.46, siendo la estación T2 la que obtuvo el valor más alto. En época de creciente, la diversidad en Cashu varió entre 2.2 y 2.67, y al igual que época de vaciante, la estación C2 fue donde se registró el valor más alto. Mientras que en Totorá la diversidad estuvo entre 1.83 y 2.46. Los valores más altos de riqueza de especies (número de especies) se registraron en Cashu, con 14 y 18 especies, en época de vaciante y creciente respectivamente. Totorá presentó 11 especies en época de vaciante y 10 en época de creciente.



**Cuadro 3. Abundancia total (N) de especies de peces por épocas, capturadas en Cashu y Titora**

FAMILIA	ESPECIE	Cashu-seca	Titora-seca	Cashu-lluvia	Titora-lluvia
<b>Potamotrygonidae</b>	<i>Potamotrygon motoro</i>	1		1	
<b>Curimatidae</b>	<i>Curimatella meyeri</i>		7		1
	<i>Potamorhina altamazonica</i>	5	60	1	29
	<i>Psectrogaster rutiloides</i>	1			
	<i>Steindachnerina aff dobula</i>				2
	<i>Steindachnerina güenteri</i>		1		
	<i>Steindachnerina bimaculata</i>	31	6	3	
	<i>Steindachnerina dobula</i>			4	
<b>Prochilodontidae</b>	<i>Prochilodus nigricans</i>	50	12	6	
<b>Anostomidae</b>	<i>Leporinus striatus</i>			1	
	<i>Leporinus aff friderici</i>				1
	<i>Leporinus yophorus</i>	1		1	
	<i>Leporinus friderici</i>	17		1	
	<i>Schizodon fasciatum</i>	1	1		
<b>Crenuchidae</b>	<i>Characidium etheostoma</i>			1	
<b>Characidae</b>	<i>Aphyocharax alburnus</i>	1	1	8	
	<i>Astyanax aff bimaculatus</i>		1	1	
	<i>Astyanax bimaculatus</i>	2			
	<i>Cheirodontinae</i>				2
	<i>Charax sp</i>		1		
	<i>Charax gibbosus</i>	2			
	<i>Ctenobrycon spilurus</i>	16	5	46	18
	<i>Cynopotamus aff amazonus</i>				11
	<i>Serrapinnus heterodon</i>			2	12
	<i>Moenkhausia dichroua</i>	6	10	146	17
	<i>Odontostilbe sp nov</i>			1	1
	<i>Phenacogaster sp</i>				2
	<i>Pygocentrus nattereri</i>		6		3
	<i>Roeboides affinis</i>	6	13	6	2
	<i>Roeboides myersi</i>	38	2	17	9
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	16	25	9	3
	<i>Serrasalmus spilopleura</i>	45	7	28	
	<i>Tetragonopterus argenteus</i>	3	1	1	
	<i>Triporthus angulatus</i>	7	12	27	
<b>Acestrorhynchidae</b>	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	2	3		
<b>Cynodontidae</b>	<i>Cynodon gibbus</i>		1		1
	<i>Raphiodon vulpinus</i>		1		1
<b>Erythrinidae</b>	<i>Hoplias malabaricus</i>	7	2	1	3
<b>Loricariidae</b>	<i>Ancistrus sp</i>	1			
	<i>Hypoptopoma sp</i>	1		2	
	<i>Squaliforma aff emarginata</i>			4	2
	<i>Liposarcus disjunctivus</i>	15	2	7	4
	<i>Loricarichthys sp</i>	4		4	
<b>Heptapteridae</b>	<i>Pimelodella gracilis</i>				5
<b>Pimelodidae</b>	<i>Pimelodus blochii</i>	3	1	1	2
	<i>Pimelodus maculatus</i>	1		4	2
<b>Sternopygidae</b>	<i>Eingenmannia virescens</i>				1
<b>Sciaenidae</b>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2			
<b>Cichlidae</b>	<i>Aequidens tetramerus</i>	7		1	
	<i>Apistogramma aff luelingi</i>				2
	<i>Crenicichla aff semicineta</i>	4		1	
<b>TOTAL DE INDIVIDUOS COLECTADOS</b>		<b>296</b>	<b>181</b>	<b>336</b>	<b>136</b>

**Cuadro 4. Composición cualitativa de la ictiofauna de Cocha Cashu**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon motoro</i>	Natterer, 1841
Characiformes	Curimatidae	<i>Potamorhina altamazonica</i>	Cope, 1878
		<i>Psectrogaster rutiloides</i>	Gunther, 1864
		<i>Steindachnerina bimaculata</i>	Steindachner, 1876
		<i>Steindachnerina dobula</i>	Gunther, 1868
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	Agassiz, 1829
	Anostomidae	<i>Leporinus yophorus</i>	Eigenmann, 1922
		<i>Leporinus friderici</i>	Bloch, 1794
		<i>Leporinus striatus</i>	Kner, 1859
<i>Schizodon fasciatus</i>		Spix, 1829	
Crenuchidae	<i>Characidium etheostoma</i>	Cope, 1872	
Characidae	<i>Aphyocharax alburnus</i>	Gunter, 1869	
	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Linnaeus, 1758	
	<i>Charax gibbosus</i>	Linnaeus, 1758	
	<i>Ctenobrycon spilurus</i>	Valenciennes, 1850	
	<i>Moenkhausia dichroua</i>	Kner, 1858	
	<i>Odontostilbe sp. nov</i>		
	<i>Roeboides affinis</i>	Gunter, 1868	
	<i>Roeboides myersi</i>	Gill, 1870	
	<i>Serrapinnus heterodon</i>	Eigenmann, 1915	
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Linnaeus, 1776	
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	Kner, 1860		
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Cuvier, 1817		
<i>Triportheus angulatus</i>	Spix, 1829		
Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	Bloch, 1794	
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Bloch, 1794	
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus sp</i>	
		<i>Hypoptopoma sp</i>	
<i>Squaliforma aff emarginata</i>		Valenciennes, 1840	
<i>Liposarcus disjunctivus</i>		Weber, 1991	
		<i>Loricariichthys sp</i>	
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Valenciennes, 1840
		<i>Pimelodus maculatus</i>	Lacepede, 1803
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Heckel, 1840
	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	Heckel, 1840
		<i>Crenicichla aff semicineta</i>	Steindachner, 1892

**Cuadro 5. Composición cualitativa de la ictiofauna de Cocha Tatora**

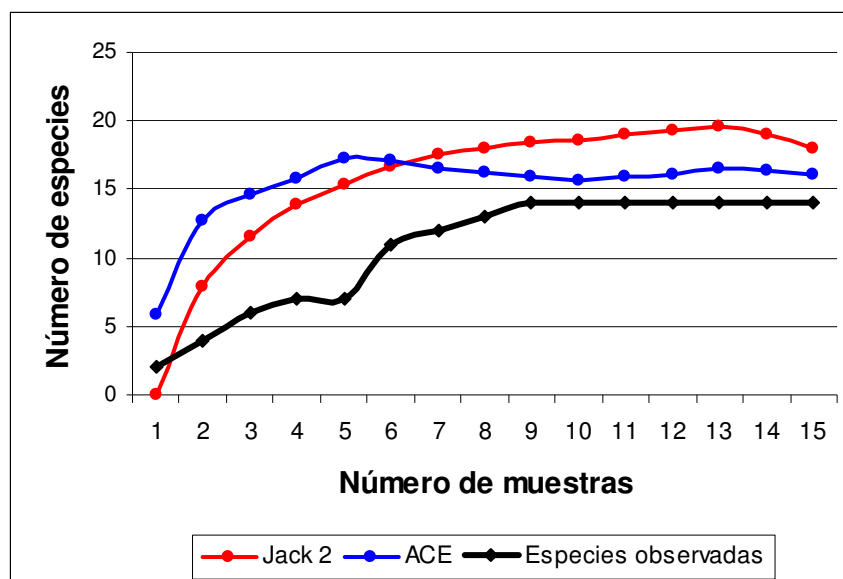
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimatella meyeri</i>	Steindachner, 1882
		<i>Potamorhina altamazonica</i>	Cope, 1878
		<i>Steindachnerina aff dobula</i>	Gunther, 1868
		<i>Steindachnerina güentheri</i>	Eigenmann & Eigenmann, 1889
		<i>Steindachnerina bimaculata</i>	Steindachner, 1876
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	Agassiz, 1829
	Anostomidae	<i>Leporinus aff friderici</i>	Bloch, 1794
		<i>Schizodon fasciatus</i>	Spix, 1829
	Characidae	<i>Aphyocharax alburnus</i>	Günther, 1869
		<i>Astyanax aff bimaculatus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Odontostilbe sp. nov.</i>			
<i>Charax sp.</i>			
<i>Cheirodontinae</i>			
<i>Ctenobrycon spilurus</i>		Valenciennes, 1850	
<i>Cynopotamus aff amazonus</i>		Günther, 1868	
<i>Moenkhausia dichroua</i>		Kner, 1858	
<i>Phenacogaster sp.</i>			
<i>Pygocentrus nattereri</i>		Kner, 1858	
<i>Roeboides affinis</i>		Gunter, 1868	
<i>Roeboides myersi</i>		Gill, 1870	
<i>Serrapinnus heterodon</i>		Eingenmann, 1915	
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Linnaeus, 1776		
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	Kner, 1860		
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Cuvier, 1817		
<i>Triportheus angulatus</i>	Spix, 1829		
Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	Bloch, 1794	
Cynodontidae	<i>Cynodon gibbus</i>	Spix & Agassiz, 1829	
	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Spix, 1829	
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Bloch, 1794	
Siluriformes	Loricariidae	<i>Squaliforma aff. emarginata</i>	Valenciennes, 1840
		<i>Liposarcus disjunctivus</i>	Weber, 1991
	Heptapteridae	<i>Pimelodella gracilis</i>	Valenciennes, 1840
Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Valenciennes, 1840	
	<i>Pimelodus maculatus</i>	Lacepede, 1803	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Valenciennes, 1836
Perciformes	Cichlidae	<i>Apistogramma aff luelingi</i>	Kullander, 1976

**Cuadro 6. Diversidad ( $H'$ ) de peces en la Estación Biológica Cocha Cashu en el Parque Nacional Manu en época de vaciante y creciente**

Época	Estación	Índice de Shannon-Wiener
VACIANTE	C1	1.93
	C2	3.18
	C3	2.37
	T1	2.40
	T2	2.46
	T3	2.30
CRECIENTE	C1	2.20
	C2	2.67
	C3	2.55
	T1	1.92
	T2	1.83
	T3	2.46

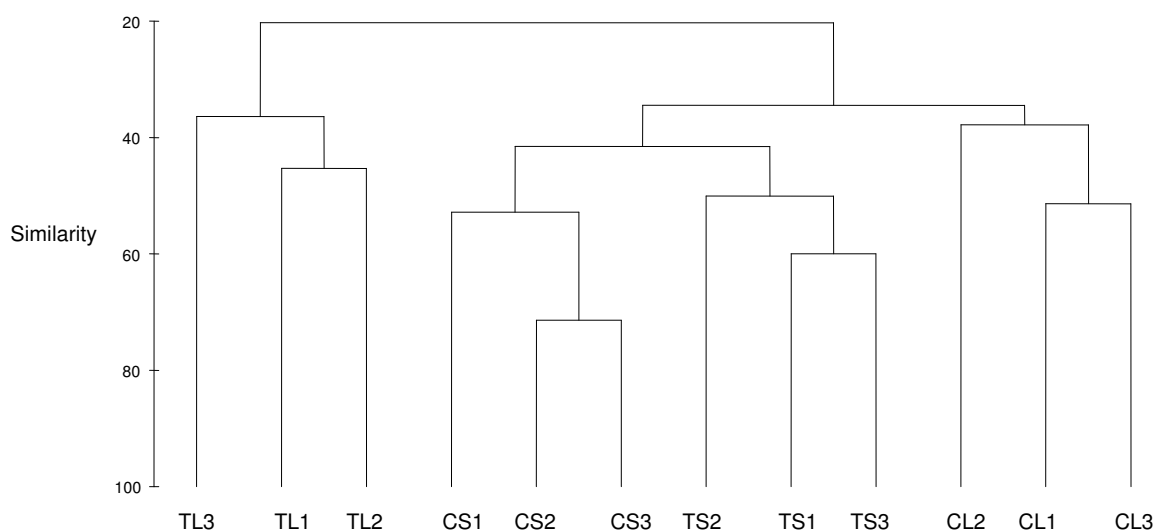
Las curvas de acumulación de especies (ACE y Jacknife de Segundo Orden), llegaron a picos de 17 y 19 especies para Cocha Cashu, mientras que la curva de especies observadas se estabilizó en 14 luego de contabilizar nueve muestras (Figura 9).

**Figura 9. Curvas de acumulación de especies observadas, estimadores de riqueza ACE (Abundante Coverage Estimator) y Jacknife de Segundo Orden, para Cocha Cashu.**



Luego del análisis de la matriz de abundancia de especies, se obtuvieron cuatro grupos bien definidos que coinciden con los cuatro grupos de estaciones de muestreo: Cashu-Seca, Totora-Seca, Cashu-Lluvia, Totora-Lluvia (Figura 10 y Cuadro 7), siendo Totora en época de lluvia la más diferenciada con respecto a las demás. La prueba de MRPP nos indica un alto nivel de significancia para esta distribución, donde el valor de  $A = 0.55$ , indica una alta homogeneidad dentro de los grupos formados, y el valor de  $p = 0.000668$  determina que si se encontraron diferencias significativas entre estas estaciones de muestreo (Cuadro 8). También se puede observar este agrupamiento de las estaciones de Totora-Lluvia, cuando construimos el gráfico en un plano de tres ejes, utilizando el método de ordenación MDS y empleando solo dos ejes (Figura 11), obteniéndose un  $stress = 0.14$ , aunque con este método no es posible apreciar muy bien el agrupamiento de las demás estaciones. Con el Partial Mantel Test observamos que, al quitarle a la combinación laguna-época la influencia de la época, se obtuvo un valor de  $r = 0.34$ . Después se probó quitando a la combinación cocha-época la influencia de la laguna y obtuvimos un  $r = 0.46$ .

**Figura 10. Dendrograma de cluster, que muestra las estaciones de muestreo agrupadas por su similitud, basado en la similitud de Bray Curtis. Donde: CS=Cashu en época Seca; TS=Totora en época Seca; CL=Cashu en época de Lluvia; TL=Totora en época de Lluvia.**



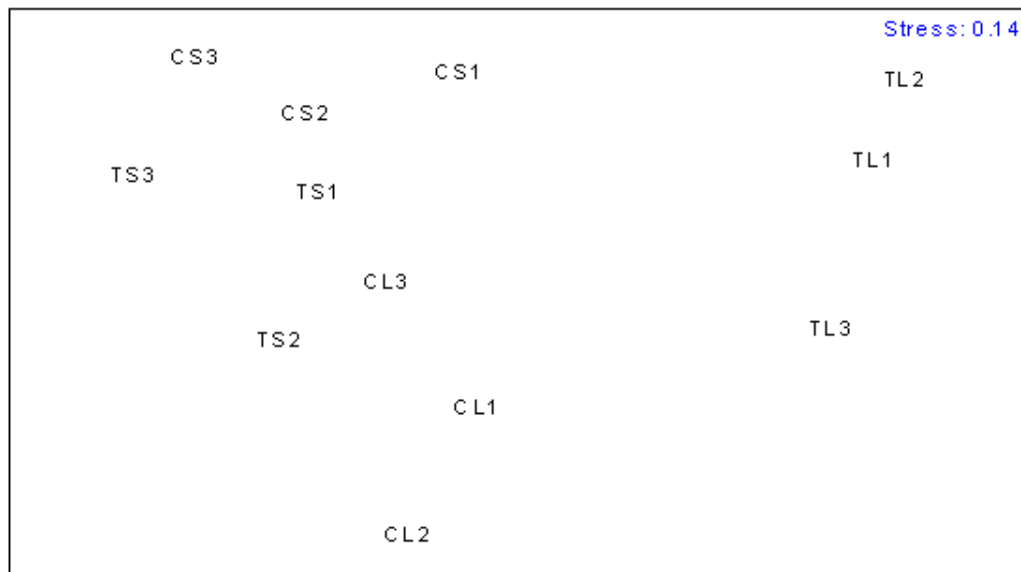
**Cuadro 7. Matriz de abundancia de peces por especie, obtenida a partir del promedio de las capturas del muestreo con red de arrastre. Donde: CS = Cashu - Seca, CL = Cashu - Lluvia, TS = Totorá - Seca, TL = Totorá - Lluvia**

ESPECIES	ÉPOCA DE VACIANTE						ÉPOCA DE CRECIENTE					
	C1	C2	C3	T1	T2	T3	C1	C2	C3	T1	T2	T3
<i>Aphyocharax alburnus</i>	0	0,2	0	0	0,2	0	0,6	0	0,4	0	0	0
<i>Astyanax aff bimaculatus</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Characidium etheostoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
<i>Charax sp</i>	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cheirodontinae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
<i>Ctenobrycon spilurus</i>	2,4	0,8	0	1,2	0,6	0,2	3,2	0,4	1	0,4	0,8	1,4
<i>Cynopotamus aff amazonus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,6	0,2
<i>Serrapinnus heterodon</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0
<i>Moenkhausia dichroua</i>	0	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	2,2	1,8	0,6	0	0	0
<i>Odontostilbe sp nov</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Roeboides affinis</i>	0,4	0,4	0,4	0,8	1,4	1	0	0	0	0	0	0
<i>Roeboides myersi</i>	3,4	1,8	2	0,6	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	0	0,4	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0
<i>Triportheus angulatus</i>	0,2	0,4	0,8	0,6	0	1	0,2	0,2	0,4	0	0	0
<i>Aequidens tetramerus</i>	0	0,4	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
<i>Apistogramma aff luelingi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
<i>Crenicichla aff semicineta</i>	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Steindachnerina aff dobula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
<i>Steindachnerina bimaculata</i>	0,2	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
<i>Steindachnerina dobula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,2	0	0	0	0,6	0,2	0,2	0	0	0,2	0	0,4
<i>Hypoptopoma sp</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
<i>Squaliforma aff emarginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
<i>Liposarcus disjunctivus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
<i>Loricarichthys sp</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
<i>Pimelodella gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pimelodus maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2
<i>Potamotrygon motoro</i>	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0

**Cuadro 8. Prueba MRPP de significancia para los grupos formados por el análisis de cluster. Donde:  $A = 1 - (\text{observed delta}/\text{expected delta})$   $A_{\text{max}} = 1$  when all items are identical within groups ( $\text{delta}=0$ );  $A = 0$  when heterogeneity within groups equals expectation by chance;  $A < 0$  with more heterogeneity within groups than expected by chance**

Test Statistic	MRPP
T	-4.3651777
Delta Observado	0.22727272
Delta Esperado	0.5
A	0.54545455
p	0.00066838

**Figura 11. MDS de las estaciones de muestreo en su respectiva época y cocha: CS=Cashu en época Seca; TS=Totora en época Seca; CL=Cashu en época de Lluvia; TL=Totora en época de Lluvia. Stress = 0.14**



El análisis de especies indicadoras (ISA), mediante la prueba Montecarlo determinó dos especies indicadoras para Cashu en época seca: *Roeboides myersi* y *Steindachnerina bimaculata*. De la misma manera, *Roeboides affinis* y *Cynopotamus aff amazonus* fueron especies indicadoras para Totorá en época seca y lluviosa respectivamente (Cuadro 9). Para Cashu en época de lluvia no se obtuvieron especies indicadoras.

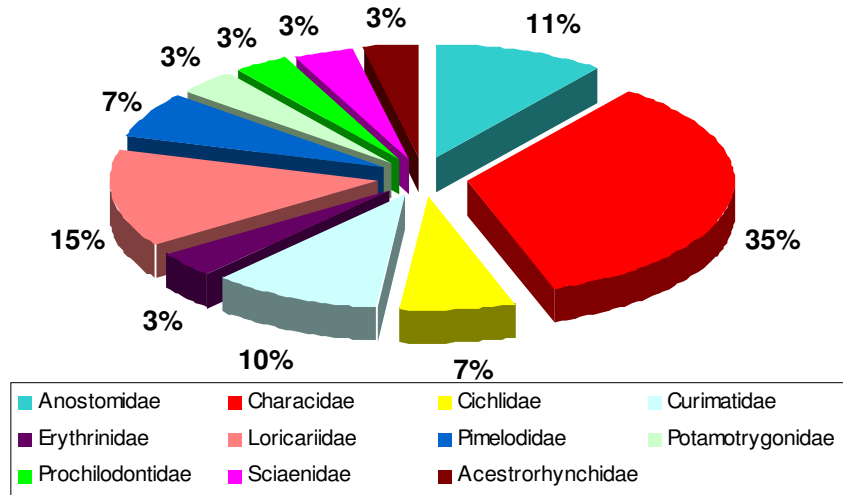
Así mismo se realizó una comparación entre las principales familias de peces en cada cuerpo de agua, tanto en época de vaciante (Figura 12), como en época de creciente (Figura 13), para ello se tomó en cuenta los datos cualitativos de las especies obtenidas mediante cuatro métodos de pesca: red de arrastre, red agallera, atarraya y electropesca. En ambas épocas de estudio, la familia predominante en los dos cuerpos de agua fue Characidae con más del 40% de especies en promedio. Cashu presenta el mayor número de familias tanto en época seca como en lluviosa, se observa un aumento de especies en las familias Characidae y Loricariidae en la época lluviosa, así como también el reemplazo de la familia Sciaenidae y Acestrorhynchidae por Crenuchidae. Las demás familias mantienen sus porcentajes sin mayor variación. En Totorá durante la época lluviosa las familias Prochilodontidae y Acestrorhynchidae, son reemplazadas por las familias Sternopygidae y Cichlidae, así como también se observa un aumento en el porcentaje de especies de la familia Pimelodidae y una disminución en la familia Curimatidae y Characidae.

**Cuadro 9. Resultados del Análisis de especies indicadoras (ISA)**

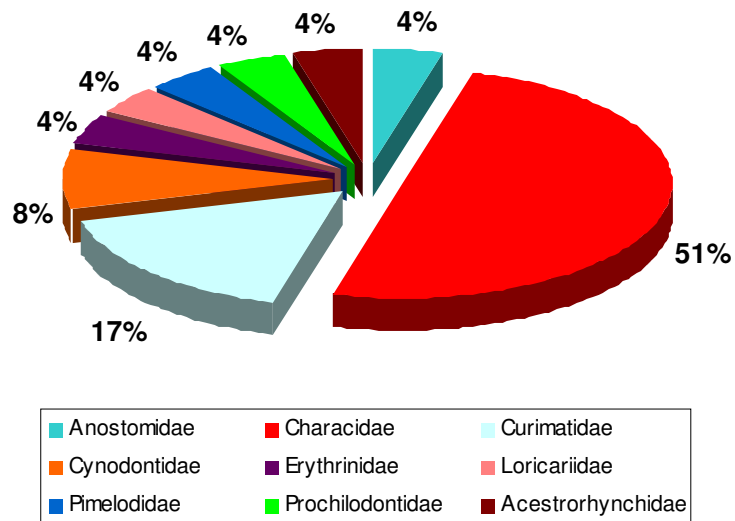
<b><i>Especie Indicadora</i></b>	<b>Montecarlo Test</b>	<b>Estación</b>
<i>Cynopotamus aff amazonus</i>	0.011	Totorá-Lluvia
<i>Roeboides affinis</i>	0.022	Totorá-Seca
<i>Roeboides myersi</i>	0.007	Cashu-Seca
<i>Steindachnerina bimaculata</i>	0.022	Cashu-Seca



Figura 12. Distribución porcentual de las principales familias en época de vaciante: (a) Cashu, (b) Totorá

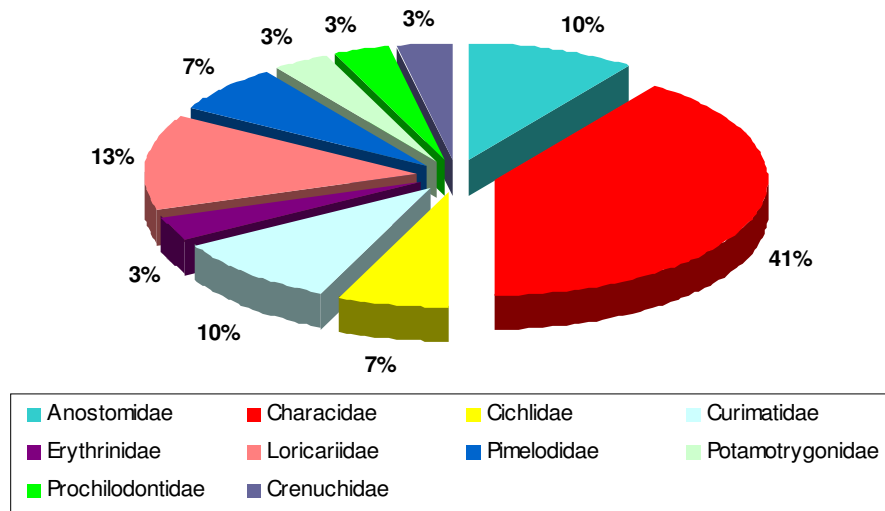


(a)

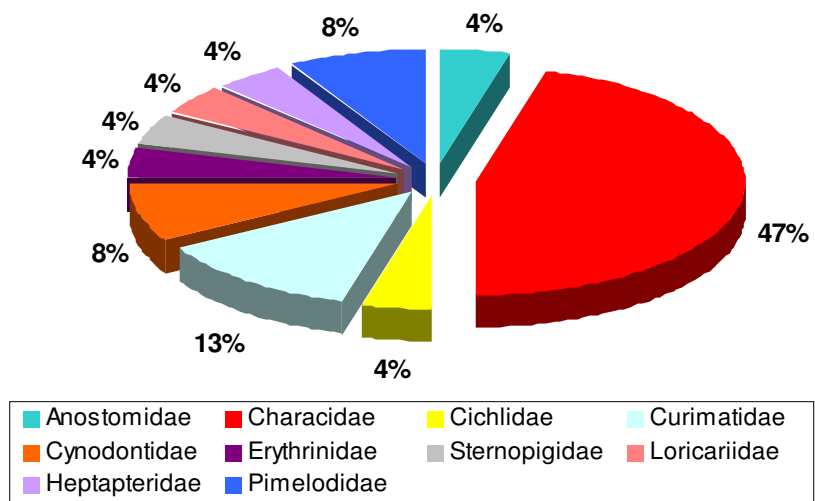


(b)

Figura 13. Distribución porcentual de las principales familias en época de creciente: (a) Cashu, (b) Totorá



(a)



(b)

#### V.4 Distribución Espacial y Abundancia de las especies de mayor tamaño

Este muestreo fue realizado en época de vaciante y para ello se utilizó la atarraya. Se obtuvieron en Cocha Cashu un total de 92 individuos en tres zonas de muestreo: Pastizal, Centro y Troncos; y en Cocha Totorá 84 individuos en 2 zonas de muestreo: Pastizal y Centro (Cuadro 10). En Cashu el mayor número de individuos se obtuvo en las zonas pastizal y central, de los cuales *Steindachnerina bimaculata* representa el 45% en la zona de pastizal, y en la zona central los mejores representados fueron *Triportheus angulatus* con 36% y *Prochilodus nigricans* con 41%. En la zona de troncos se capturaron pocos individuos, debido a que el arte utilizado fue la atarraya y en este tipo de hábitat su eficiencia es limitada.

El índice de Bray Curtis indica que la similaridad entre las zonas determinadas es muy baja, los resultados de este análisis se observan en los Cuadros 11 y 12. En Totorá el mayor número de individuos se obtuvo en la zona central debido a la mayor presencia de *Potamorhina altamazonica* con un 67%. Esta cocha estaba prácticamente rodeada por gramíneas flotantes y no presentaba una zona de troncos exactamente por lo que sólo se consideró dos zonas de muestreo.

**Cuadro 10. Distribución espacial de las especies de peces de mayor tamaño en Cashu y Totorá**

Familia	Especies	Cocha Cashu			Cocha Totorá	
		Z. Pastizal	Z. Central	Z. Troncos	Z. Pastizal	Z. Central
<b>Anostomidae</b>	<i>Leporinus friderici</i>	3	1	1		
<b>Characidae</b>	<i>Roeboides affinis</i>			1		8
	<i>Roeboides myersi</i>					1
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>					2
	<i>Serrasalmus spilopleura</i>	6	4			2
	<i>Triportheus angulatus</i>	1	16			3
<b>Cichlidae</b>	<i>Aequidens tetramerus</i>	1				
<b>Curimatidae</b>	<i>Curimatella meyeri</i>				1	2
	<i>Potamorhina altamazonica</i>	2			11	48
	<i>Steindachnerina bimaculata</i>	18	1	5		3
<b>Cynodontidae</b>	<i>Cynodon gibbus</i>					1
<b>Erythrinidae</b>	<i>Hoplias malabaricus</i>	3				
<b>Loricariidae</b>	<i>Liposarcus disjunctivus</i>	2	1			2
	<i>Loricarichthys sp</i>	1				
<b>Pimelodidae</b>	<i>Pimelodus blochii</i>		1	1		
<b>Prochilodontidae</b>	<i>Prochilodus nigricans</i>	3	18			
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>		2			
<b>Sciaenidae</b>						
<b>Total de individuos</b>		40	44	8	12	72
<b>Total de especies</b>		10	8	4	2	10

**Cuadro 11. Valores del Índice de Similitud de Bray Curtis, entre las Zonas Pastizal (ZP), Zona Centro (ZC) y Zona Troncos (ZT), para Cashu**

Zonas	Cocha Cashu		
	ZP	ZC	ZT
ZP			
ZC	0.2619		
ZT	0.25	0.11538	

**Cuadro 12. Valores del Índice de Similitud de Bray Curtis, entre las Zonas Pastizal (ZP) y Zona Centro (ZC) para Totorá**

Zonas	Cocha Totorá	
	ZP	ZC
ZP		
ZC	0.28571	

## VI. Discusión de Resultados

### VI.1 Parámetros Físicoquímicos

Cashu y Totorá presentan diferencias significativas en cuanto a sus parámetros físicoquímicos. La conductividad es más alta en Totorá debido a una mayor presencia de iones que provienen de los sólidos suspendidos. Se registraron valores altos de pH en Cashu y esto estaría relacionado a las altas tasas de fotosíntesis fitoplanctónica que pueden alterar significativamente el equilibrio de carbonatos en los lagos, haciendo que aumente el pH (Barthem *et al.*, 2003). Así mismo, esta alta productividad estaría relacionada con una mayor transparencia en Cashu debido a niveles bajos de sedimentos en suspensión, en cambio Totorá por tener mayor contacto con el río, presenta mayor cantidad de sólidos en suspensión y menor cantidad de organismos planctónicos. La inversa de la transparencia del disco Secchi es proporcional al coeficiente vertical de extinción de luz, el cual a su vez, está relacionado con las concentraciones de luz absorbida o de sustancias dispersas en la columna de agua (Kirk, 1994). El oxígeno disuelto es mayor en Cashu que en Totorá, debido a una mayor productividad primaria por parte de los organismos planctónicos y también a la presencia de vegetación sumergida en las orillas.

### VI.2 Diversidad

Las listas de especies para los dos cuerpos de agua estudiados son consideradas como una contribución a la ictiofauna del Parque Nacional Manu, así se tiene cinco nuevos registros para esta zona: *Charax gibbosus* (Characidae) *Curimatella meyeri* (Curimatidae), *Pimelodus blochii* (Pimelodidae), *Pimelodella gracilis* (Heptapteridae) y *Cynodon gibbus* (Cynodontidae). De la misma manera se destaca la presencia de una especie del género *Odontostilbe* que podría ser un nuevo registro para la ciencia.

Los índices de diversidad en las estaciones de Cashu durante la época de vaciante varían más que en las estaciones de Totora en la misma época, debido a la diferencia el número de especies (se registraron más especies en C2 que en las otras estaciones) y a la dominancia de especies como *Roeboides myersi* que estuvo representada por el 40% de los individuos capturados, consecuencia de la selectividad del arte de pesca, lo que en algunos casos, estaría disminuyendo el valor del índice. Cashu presenta un mayor número de especies en ambas épocas y sólo existe un canal que conecta a Cashu con el río, cuyo nivel de agua depende mucho de las lluvias y del nivel de agua en el río, es decir, no siempre está conectada con el río. Estudios en el río Alto Paraná determinaron que un incremento en los procesos autogénicos en lagunas desconectadas favorecen una mayor riqueza de especies, densidad y biomasa en las asociaciones de peces, así como el incremento de la productividad (Petry *et al*, 2003). Totora presenta bajo número de especies, disminuyendo aun más en la época de lluvia. El efecto de dilución debido a una conectividad hidrológica permanente en lagunas conectadas, da como resultado una baja productividad, riqueza de especies, densidad y biomasa. (Petry *et al*, 2003).

También podemos decir que en Totora, al tener mayor contacto con el río, existe la posibilidad de que se produzcan “reemplazos” de especies. Se ha observado que existe una disminución en las especies de las familias Characidae, Curimatidae y Prochilodontidae, durante la época de creciente. La razón de esta variación podría ser que durante ésta época existe un cambio en la estructura de las comunidades de peces, debido a que algunas especies migran como *Prochilodus nigricans* y otros characiformes. Muchos de los peces characiformes (pertenecientes a los géneros *Colossoma*, *Brycon*, *Mylossoma*, *Triportheus*, *Leporinus*, *Schizodon*, *Rhythiodus*, *Prochilodus*, *Semaprochilodus*, *Anodus* y *Curimatus*) son migradores, formando grandes cardúmenes y desplazándose en los ríos, además estas migraciones son conocidas por pescadores, y la mayoría de pesquerías estacionales están basadas en ellas (Goulding, 1979). Del mismo modo existe un aumento en las especies de la familias Pimelodidae y Heptapteridae como los bagres de los géneros *Pimelodus* y *Pimelodella* respectivamente, que en época de vaciante normalmente no se encuentran o sus densidades son muy bajas; estas especies, por lo general,

prefieren los ríos o quebradas de aguas más turbias. *Pimelodus maculatus* tiene una alta actividad en zonas o periodos de poca transparencia y luminosidad, lo cual se asocia a un fototaxismo negativo de la especie (Dei Tos *et al*, 2002). La familia Sternopygidae pertenece al grupo de los peces eléctricos (Gymnotiformes), los cuales normalmente viven asociados a la vegetación ribereña y flotante, a los fondos arenosos de grandes ríos y a áreas con abundantes troncos y ramas de árboles caídos en quebradas y ríos de las zonas bajas (Machado-Allison, 1987), es por ello que su presencia es más notoria en época de creciente, cuando el contacto con el río y otras quebradas es mayor. En Cashu, Acestrorhynchidae y Sciaenidae también sufren cambios; sin embargo, las especies de estas familias son depredadoras, por ello es más común capturarlas durante la época seca cuando tienen mayor disponibilidad de alimento, ya que sus presas (peces juveniles y de pequeño porte) se encuentran más concentradas y vulnerables.

Es posible observar que Cashu y Totorá parecen ser más similares durante la época de vaciante, en cambio ésta similaridad disminuye durante la época de creciente debido a la mayor influencia que el río ejerce sobre Totorá y que ocasionaría cambios en el agua y en los hábitats de las comunidades de peces. Variaciones temporales en condiciones ambientales en cochas crean comunidades y cadenas alimenticias con estructuras variables (Power *et al*, 1995; Winemiller, 1996).

Todos estos análisis han sido corroborados con el análisis de “cluster” y el MRPP, podemos observar que las agrupaciones de las estaciones de muestreo en cada época y laguna están bien definidas, sobretodo Totorá en época de lluvia que es la que más diferencias presenta. Es posible determinar que Totorá y Cashu presentan diferencias entre las comunidades de peces a dos niveles: en primer lugar la composición de especies es diferente, porque provienen de dos lagunas con características diferentes, presentando como especies indicadoras a: *Roeboides myersi* y *Steindachnerina bimaculata* para Cashu–Seca, *Roeboides affinis* para Totorá-Seca y *Cynopotamus* sp para Totorá-Lluvia, entonces hay una diferencia de espacio. Variables abióticas tales como pH, oxígeno, turbidez y profundidad afectan la distribución de peces en la planicie



inundable (Junk *et al*, 1983). Un estudio en las lagunas del río Brazos en Norteamérica, encontró que la estructura de las comunidades de peces mostraron grandes variaciones entre las lagunas, lo que fue explicado por variables físicas y bióticas, con combinaciones de profundidad, oxígeno disuelto, nutrientes disueltos, turbidez y densidad de plancton (Winemiller *et al*, 2000). En segundo lugar existen diferencias cuando las épocas son diferentes, entonces hay una diferencia de tiempo. Los efectos de la estacionalidad ilustran la influencia del pulso de inundación sobre las asociaciones de peces (Junk *et al*, 1989), esto también fue observado por Bonetto *et al* (1970a) al haber encontrado una gran variabilidad de un año a otro, en lagos del sistema del río Paraná. Rodríguez y Lewis Jr. (1990) determinaron que las variaciones en la composición de especies en un lago, de un año a otro, fueron pequeñas comparadas con la variación espacial entre lagos. En el presente estudio, luego de analizar, mediante el “Partial Mantel Test”, cual de las variables (espacio y tiempo) es más importante vemos que ambas son importantes, es decir tanto tiempo como espacio están influenciando en la estructura de la comunidad de peces dentro de Cashu y Totorá, siendo la época (tiempo) la que tendría ligeramente más importancia. Entonces, es posible decir, que el principal factor que estaría regulando estos cambios en la estructura de las comunidades de peces es el río Manu, ya que de acuerdo a su ciclo de creciente (época de lluvia) y vaciante (época seca) unido a la cercanía o lejanía de las cochas podría influenciar en forma indirecta en la estructura de la comunidad de peces existentes. Diferencias estacionales en el ciclo de lluvias han sido mostradas como la causa de cambios estacionales en la ecología de asociaciones de peces amazónicos (Lowe-McConnell, 1979; Goulding, 1980). Este factor de distancia entre el río y la laguna estaría relacionado a su vez, con la antigüedad de las mismas, de allí que se puede afirmar que Totorá es más nueva que Cashu, siendo un indicador de ello su mayor cercanía al río, además de la presencia, alrededor de Totorá, de individuos de menor edad de especies de árboles como el cedro (*Cedrella odorata*), que es el primer colonizador cuando se forman estas lagunas y cuyas edades también nos pueden indicar la edad de la laguna (Terborgh, comunicación personal). Además es importante recalcar que durante el muestreo en época de lluvia toda el área de estudio estuvo sometida a una inundación muy fuerte y el contacto con el río Manu fue mucho mayor que en un

año "normal", siendo Cocha Totorá la más influenciada por este fenómeno, esto puede haber causado cambios en la normal composición de las comunidades de peces en los lugares muestreados debido a la traslocación de hábitats, además que los peces amplían su área de actividad.

En ambas épocas de muestreo siempre se mantuvieron cinco familias principales en las dos lagunas: Characidae, Anostomidae, Curimatidae, Loricariidae y Pimelodidae, lo que se puede comparar con los resultados de Ortega (1996) donde se encontró que en la composición general de la ictiofauna en el Parque Nacional Manu destacan los Ostariophysi, representando más del 80% del total de especies (Characidae con el 42%, Pimelodidae, 11% y Loricariidae con 10% del total).

### **VI.3 Distribución espacial y abundancia de las especies de mayor tamaño.**

Según el análisis de similaridad de Bray Curtis, Cashu y Totorá presentan comunidades de peces diferentes en cada uno de las zonas estudiadas (zona pastizal, centro y troncos), es decir que, en efecto, la composición de especies de una comunidad dependen mucho del hábitat donde se desarrollan y esto puede estar supeditado a factores que influyen en las características propias de éste hábitat como son la calidad de agua, la presencia de macrofitas acuáticas, la oferta alimenticia y el tipo de sustrato. Tanto Cashu como Totorá, están caracterizadas por una gran acumulación de materia orgánica de origen vegetal principalmente, lo que ocasiona una concentración de nutrientes, además las aguas quietas favorecen la formación y acumulación de detritus particulado fino, por la acción de agentes biológicos, físicos y químicos. Es por ello que las especies de hábitos iliófagos son características en éste tipo de ecosistema. Por esta razón, ocurre la predominancia de especies del género *Steindachnerina* en la zona de pastizal de Cashu y de *Prochilodus* y *Potamorhina* en la zona central de Cashu y Totorá respectivamente. La mayoría de los peces detritívoros que son más abundantes en los ríos de Sudamérica se encuentran principalmente dentro de dos familias muy relacionadas evolutivamente: Prochilodontidae y Curimatidae (Bowen, 1983). También podemos observar que los tres géneros

prefieren hábitats de fondo fangoso y con detritus particulado fino como lo son la zona de pastizal y central, en cambio son muy poco vistos en la zona de troncos ya que ésta se caracteriza por tener abundante hojas y ramas en el fondo. Estudios en un pez detritívoro africano *Sarotherodon mossambicus* de la familia Cichlidae en Sudáfrica y en el Lago Valencia en Venezuela han demostrado que la alta calidad del detritus es la clave para la selectividad alimenticia (Bowen, 1979, 1980). Las especies del género *Steindachnerina* son de mediano tamaño y normalmente se encuentran en cardúmenes, aparentemente por los datos obtenidos en la presente investigación, tienen preferencia por estar en las áreas someras de fondo fangoso, pero también se ha localizado en el centro de las lagunas. Además Lowe-McConnell (1975) notó que aunque el detritus orgánico es abundante en todo el ecosistema acuático los peces detritívoros son generalmente abundantes sólo en el medio y en la zona más baja de estos ecosistemas donde se acumula el detritus más fino.

En Cashu también se observa una mayor abundancia de *Triporthus angulatus* en la zona central, y esto también se corrobora con observaciones directas de cardúmenes de ésta especie nadando muy cerca de la superficie del agua. Esto es porque son peces que generalmente explotan las aguas superficiales en busca de alimento, posee características morfológicas como una quilla ventral, el desarrollo de una potente aleta pectoral y la posición superior de la boca, que dicen mucho de sus hábitos, y su mayor presencia en la zona central puede deberse a que prefieren habitar en aguas abiertas y la zona de pastizal es utilizada principalmente para desovar y lo hacen sólo en época de creciente e inundación (Machado-Allison, 1987). Pocas especies fueron encontradas en la zona de troncos y esto puede deberse al método de pesca empleado ya que por lo general las redes quedaban atoradas entre los troncos y ramas y eso hacía difícil su captura.

*Liposarcus disjunctivus* y *Loricarichthys* sp. generalmente son peces que viven asociados al fondo y que fueron capturados en la zona de pastizal ya que ésta es un área somera y de fácil acceso al fondo para el método de pesca empleado. Ambas especies también desovan en época de inundación y cerca de las plantas acuáticas, como es la zona de pastizal, los juveniles se alimentan de

perifiton que obtienen rasgando objetos y troncos sumergidos, este hábito alimenticio es observado también en adultos pero a mayor profundidad (Machado-Allison, 1987); por ello no se descarta la posibilidad de que en la zona de troncos estas especies se encuentren en mayor número adheridas a las ramas y hojas características de ésta zona.

Otra especie importante de resaltar es *Hoplias malabaricus*, uno de los principales depredadores de estos ecosistemas y que esta ampliamente distribuido en Sudamérica. Se caracteriza por ser una especie sedentaria, tiene hábitos nocturnos, en estadios juveniles es insectívoro, pero cuando es adulto es esencialmente carnívoro (Oliveros & Rossi, 1991; Hahn *et. al.*, 1997) Individuos de esta especie fueron observados en la orillas y cerca a la vegetación y además en esta investigación los únicos ejemplares de esta especie fueron capturados en la zona de pastizal de Cashu, y también se ha comprobado la existencia de individuos pequeños de otras especies en esta zona. *Hoplias malabaricus* habita normalmente en las riberas de los cuerpos de agua, cerca de la vegetación flotante, y su presencia está relacionada probablemente a la disponibilidad de presas potenciales viviendo dentro de la vegetación marginal y de las especies diurnas que descansan cerca de estos márgenes (Sabino & Zuanon, 1998); En Totorá no se obtuvieron individuos en ésta zona posiblemente debido a errores en la técnica de muestreo; sin embargo, durante la época de lluvia si se obtuvieron individuos de mediano tamaño cuando se empleó la red de arrastre (observación personal).

## VII. Conclusiones

- Las diferencias encontradas a nivel de conductividad, pH, oxígeno y transparencia, confirmarían que Cashu y Totorá son dos cuerpos de agua distintos.
- Los análisis de diversidad y similaridad indicaron una composición de especies distinta para cada laguna, siendo Cashu la que presentaría una comunidad más estable. La época climática (temporal), vaciante o creciente, influencia significativamente en la estructura de las comunidades de peces, más que el factor laguna (espacial). El principal agente que estaría regulando estos cambios es el río Manu, relacionado a los procesos de migración.
- Existen diferencias en la distribución espacial de las especies de peces de mayor tamaño en cada laguna, lo cual dependería principalmente de sus hábitos alimenticios y de algunos aspectos reproductivos y a su vez, estas diferencias podrían influenciar en las preferencias alimenticias de grandes depredadores como el “Lobo de río” (*Pteronura brasiliensis*).
- Las lagunas Cashu y Totorá tienen el mismo origen, el río Manu; sin embargo, presentan distintas edades o estado de maduración.

## VII. Recomendaciones

- Continuar con los muestreos y los inventarios sistematizados en el Parque Nacional Manu.
- Un muestreo de varios ciclos anuales (vaciantes y crecientes) daría una mejor visión sobre los cambios en las comunidades de peces en estas dos lagunas y en el río Manu.
- Además el uso de varios métodos de pesca, estandarizados por medio del CPUE (Captura Por Unidad de Esfuerzo), sería un complemento ideal para analizar estas comunidades.

## VIII. Referencias bibliográficas

BARTHEM, R.; GOULDING M.; FORSBERG B.; CAÑAS C. & ORTEGA H. 2003. *Aquatic Ecology of The Rio Madre de Dios- Scientific Bases for Andes-Amazon Headwaters Conservation*. Eco News & Gráfica Biblos. Lima, Peru. 117pp.

BEALS, E. W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14: 1-55

BERRY, K. J., K. L. KVAMME, AND P. W. MIELKE, Jr. 1983. Improvements in the permutation test for the spatial analysis of the distribution of artifacts into classes. *American Antiquity* 48: 547-553.

BÖHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & MENEZES, N.A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazónica* 8(4): 657-677.

BONNETO, A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E. & PIGNALBERI, C. 1970a. Nuevos datos sobre poblaciones de peces en ambientes leníticos permanentes del Paraná medio. *Phycis* 30: 141-154.

BOWEN, S. 1979. A nutritional constraint in detritivory by fishes: The stunted populations of *Sarotherodon mossambicus* in Lake Sibaya. *South Africa. Ecolog. Monogr.* 49: 17-31.

BOWEN, S. 1980. Detrital nonprotein aminoacids are the key to rapid growth of *Tilapia* in Lake Valencia, Venezuela. *Science* 207: 1216-1218.

BOWEN, S. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. *Environmental Biology of Fishes* Vol. 9. Nº 2, pp 137-144. Dr w. Junk Publishers. The Hague.

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K. Z. DE S. DE & LOPES, B. S. 1999. *Peixes do Pantanal, Manual de identificação*. Brasília: EMBRAPA-SPI; Corumbá: EMBRAPA-CPAP. 184 p : il.

BÜHRNHEIN, C. M. & COX FERNANDEZ, C. 2001. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain forest streams. *Ichthyol. Explor. Freshwater*, Vol. 12, Nº 1, pp. 65-78.

CHANG, F. & ORTEGA, H. 1995. Additions and corrections to the list of freshwater fishes of Perú. *Publ. Mus. Hist. nat. UNMSM (A)* 50:1-11

CHANG, F., 1998. Fishes of the Tambopata-Candamo reserved zone, southeastern Perú. *Rev. peru. biol.* 5(1): 15-26 (1998). Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. Lima-Perú.

CLARKE, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.

COX FERNANDEZ, C. 1997. Lateral migration of fishes in Amazon foodplains. *Ecology of Freshwater Fish*, 6: 36-44.

DEI TOS, C.; BARBIERI, G.; AGOSTINHO, A.; GOMES, L. & SUZUKI, H. 2002. Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá Reservoir, Brazil. *Cybiurn* 2002, 26(4): 275-282.

DUFRENE, M. & P. LEGENDRE. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67:345-366.

GERY, J. 1977. *Characoids of the World*. Neptune City, New Jersey: TFH Publications. 672 pp.

GOULDING, M. 1979. Ecologia da Pesca do rio Madeira. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (INPA), Manaus. 172 pp.

GOULDING, M. 1980. *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. University of California. Press. Berkeley, 280 pp.

GOULDING, M., CAÑAS, C., BARTHEM, R., FORSBERG, B. & H. ORTEGA. 2003. Amazon Headwaters: Rivers, Wildlife and Conservation in Southeastern Perú. Eco News & Gráfica Biblos. Lima, Perú. 198pp.

HAGERDORN, M. & KELLER, C. 1996. Species Diversity of Gymnotiform Fishes in Manu Bioreserve, Pakitza, Perú. En: Wilson, D. & Sandoval, A. (Eds) "Manu, La Biodiversidad del Sureste del Perú" Smithsonian Institution, Editorial Horizonte. pp. 483-502.

HAHN, N.S., ANDRIAN, I.F., FUGI, R. & ALMEIDA, V.L., 1997. Ecologia Trófica. In: A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho & N.S. Hahn (eds). A planície de inundação do alto río Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringá, pp. 209-228.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. & CARVALHO, F. M. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon River floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. Amazoniana VII, 397-431.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P. (ed.). *Proceedings of the international Large River Symposium*. pp 110-127. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106.

KIRK, J. T. O. 1994. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Cambridge. 401 pp.



KULLANDER, S. 1986. Cichlid fishes of the Amazon river drainage of Perú. Department of Vertebrate Zoology, research division, Swedish Museum of Natural History, S-10405 Stockholm, Sweden. 431 pp.

LAUZANNE, L. & LOUBENS, G. 1985. *Peces del río Mamoré*. Institut Français de Recherche Scientifique. 116 pp.

LOWE-MCCONNELL, R. 1967. Some factors affecting fish populations in Amazonian waters. Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, vol. 7 (Conservação da Natureza e Recursos Naturais): 177-186.

LOWE-MCCONNELL, R. 1975. *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman, New York. 337 pp.

LOWE-MCCONNELL, R. 1979. *Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters*. Symposia of The Zoological Society of London, 44: 219-241.

MACHADO-ALLISON, A. 1987. *Los peces de los llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 144 pp.

MIELKE, P. W., Jr. 1984. Meteorological applications of permutation techniques based on distance functions. Pages 813-830. In P. R. Krishnaiah and P. K. Sen, eds., *Handbook of Statistics*, Vol. 4. Elsevier Science Publishers.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE – BRASIL. 1998. *Peixes comerciais do Médio Amazonas*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 211 pp.

OLIVEROS, O. & ROSSI, L. 1991. Ecología trófica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 22(2): 55-68. Santa Fé, Argentina.

ORTEGA, H. 1994. The fish fauna of Santuario Nacional de las Pampas del Heath. Conservation Internacional RAP Report 5: 72-73 y 158-161.

ORTEGA, H. 1996. Ictiofauna del Parque Nacional Manu, Perú. En: D. Wilson and A. Sandoval (eds.), *Manu: The Biodiversity of Southern Perú*, pp. 453-482. Smithsonian Institution Pres, Washington, D.C.

ORTEGA, H. & CHANG, F. 1998. Peces de Aguas Continentales del Perú. En: Halffter, G. (Ed) "La Biodiversidad Biológica Iberoamericana". Vol III. Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. 223p. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.

PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A.; GOMES, L. 2003. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology*, 1(2): 111-119. Copyright Sociedade Brasileira de Ictiologia.

POWER, M. A.; SUN, A.; PARKER, G.; DIETRICH, W. E.; WOOTTON, J. T. 1995. Hydraulic food-chain models. *Bioscience* 45: 159-167.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. and FERRARIS, C. J. 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América. EDPUCRS. Porto Alegre, Brasil, 742p.

RIOS, M., PONCE, C., TOVAR, A., VASQUEZ, P., DOUROJEANNI, M. 1986. "Plan Maestro del Parque Nacional Manu". Universidad Nacional Agraria La Molina/CEPID.

RODRIGUEZ, M. A. and LEWIS Jr, W. M. 1990. Diversity and Species Composition of Fishes Communities of Orinoco Floodplain Lakes. *National Geographic Research* 6(3): 319-328.

SABINO, J. and ZUANON, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* Vol. 8 N° 3 pp 201-210.

SCHAEFER, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: Malabarba, L.; Reis, R.; Vari, R.; Lucena, Z. & Lucena, C. (eds). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. 1998. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. 603pp.

SCHENK, C. 1999. "Lobo de Río", *Pteronura brasiliensis*, *Presencia, Uso del Hábitat y Protección en el Perú*. Spanish Translation of German PhD Dissertation: Vorkommen, Habitatnutzung und Schutz des Riese notters (*Pteronura brasiliensis*) in Perú (1996), Munich.

SHANNON, C. E. (1948). A mathematical theory of communication (parts I and II). *Bell System Technical Journal*, XXVII:379-423

TERBORGH, J. 1986. Valor científico del Parque Nacional Manu. En: Rios, M., Ponce, C., Tovar, A., Vásquez, P., Dourojeanni, M. 1986. "Plan Maestro del Parque Nacional Manu". Universidad Nacional Agraria La Molina/CEPID.

TERBORGH, J. (1990). An overview of research at Cocha Cashu Biological Station. In Gentry, A.H. (ed.), *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven. Pp. 48-59

WELCOMME, R. L. 1979. *Fisheries Ecology of Floodplain Rivers*. Longman Group, Londres. 317pp.

WINEMILLER, K.O. 1996. Factors driving spatial and temporal variation in aquatic floodplain food webs. Pp 298-312 in: Polis G. & Winemiller, K. (eds.). *Food webs: integration of patterns and dynamics*. Chapman and Hall, New York.

WINEMILLER, K.O.; TARIM, S.; SHORMANN, D. & COTNER, J. 2000. Fish Assemblage Structure in Relation to Environmental Variation among Brazos river Oxbow Lakes. *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 451-468.

ZIMMERMAN, G. M., H. GOETZ, AND P. W. MIELKE, Jr. 1985. Use of an improved statistical method for group comparisons to study effects of prairie fire. *Ecology* 66: 606-611.

# **ANEXOS**

## X. ANEXOS

### Principales especies colectadas en la Estación Biológica Cocha Cashu



*Potamotrygon motoro*, POTAMOTRYGONIDAE



*Acestrorhynchus falcatus*, CHARACIDAE



*Aphyocharax alburnus*, CHARACIDAE



*Astyanax aff bimaculatus*., CHARACIDAE



*Brachyhalcinus* sp, CHARACIDAE



*Ctenobrycon spilurus*, CHARACIDAE





*Moenkausia dichroua*, CHARACIDAE



*Pygocentrus nattereri*, CHARACIDAE



*Roeboides myersi*, CHARACIDAE



*Roeboides affinis*, CHARACIDAE



*Serrasalmus rhombeus*, CHARACIDAE



*Serrasalmus spilopleura*, CHARACIDAE



*Tetragopterus argenteus*, CHARACIDAE



*Triportheus angulatus*, CHARACIDAE



*Cynodon gibbus*, CYNODONTIDAE



*Raphiodon vulpinus*, CYNODONTIDAE



*Hoplias malabaricus*, ERYTHRINIDAE



*Prochilodus nigricans*, PROCHILODONTIDAE



*Curimatella meyeri*, CURIMATIDAE



*Potamorhina altamazonica*, CURIMATIDAE



*Psectrogaster rutiloides*, CURIMATIDAE



*Steindachnerina bimaculata*, CURIMATIDAE





*Leporinus friderici*, ANOSTOMIDAE



*Leporinus yophorus*, ANOSTOMIDAE



*Schizodon fasciatus*, ANOSTOMIDAE



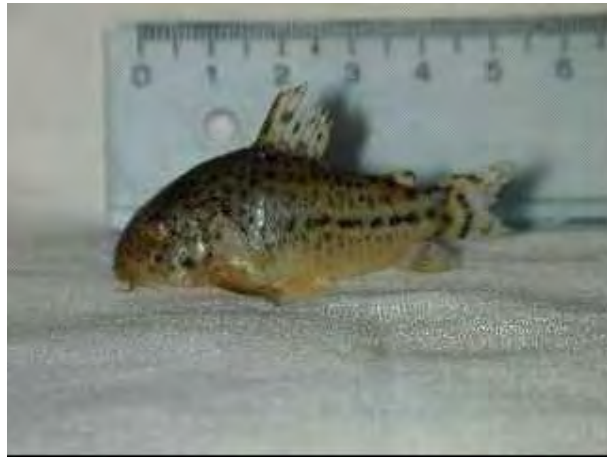
*Pimelodella gracilis*, HEPTAPTERIDAE



*Pimelodus blochii*, PIMELODIDAE



*Pimelodus maculatus*, PIMELODIDAE



*Corydoras sp*, CALLICHTHYDAE



*Ancistrus sp*, LORICARIIDAE



*Hypoptopoma* sp., LORICARIIDAE



*Squaliforma* aff *emarginatus*, LORICARIIDAE



*Liposarcus disjunctivus*, LORICARIIDAE



*Loricariichthys* sp, LORICARIIDAE



*Aequidens tetramerus*, CICHLIDAE



*Crenicichla aff semicincta.*, CICHLIDAE



*Plagioscion squamosissimus*, SCIAENIDAE



