

**INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACION Y LA CONECTIVIDAD SOBRE  
EL ENSAMBLAJE DE ZOOPLANCTON EN TRES LAGOS AMAZONICOS  
COLOMBIANOS**

**SAMIR ALBERTO CHIMBORAZO PEREZ**

**ALEJANDRO ANTONIO JIMENEZ GONZALEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2010**

**INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACION Y LA CONECTIVIDAD SOBRE  
EL ENSAMBLAJE DE ZOOPLANCTON EN TRES LAGOS AMAZONICOS  
COLOMBIANOS**

**SAMIR ALBERTO CHIMBORAZO PEREZ  
ALEJANDRO ANTONIO JIMENEZ GONZALEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
BIOLOGO**

**DIRECTOR  
CAMILO ERNESTO ANDRADE-SOSSA Mg.  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**ASESOR  
SANTIAGO DUQUE ESCOBAR MG.  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE LETICIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Director** \_\_\_\_\_  
**Msc. Camilo Ernesto Andrade Sossa**

**Jurado** \_\_\_\_\_  
**Giselle Zambrano**

**Jurado** \_\_\_\_\_  
**Msc. Gerardo Ignacio Naundorf**

**Popayán, 9 de Septiembre 2010**

*A nuestras familias  
y amigos más cercanos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros padres y familiares, por su gran paciencia e incondicional apoyo durante toda nuestra carrera universitaria, y sobre todo en los momentos más difíciles que vivimos durante este trabajo de grado.

A nuestros amigos incondicionales, Cohen, Rosita, Pao, Daniel, Diego Martínez, Osvar Cupitra “Wicho”, quienes estuvieron en las buenas y malas con nosotros, y quienes siempre nos brindaron su amistad incondicional.

Al profesor Camilo Andrade, nuestro director y amigo, por ser un gran mentor académico, y por la gran oportunidad que nos brindó para completar el desarrollo de nuestro trabajo.

Quisiéramos agradecer enormemente a los profesores Hildier Zamora y José Beltrán, quienes estuvieron apoyándonos en estos últimos instantes de nuestro trabajo.

A la Universidad del Cauca y cada una de los profesores que nos ayudaron en nuestra formación universitaria, Gerardo, Giselle, William, Diego, Leónidas, quienes nos brindaron su conocimiento y su gran amistad.

Por último, agradecemos a nuestros amigos y compañeros que iniciaron la carrera de biología con nosotros, y que hoy en día, aun seguimos como amigos y colegas, lazos que nunca se romperán, porque ellos saben que somos biólogos después de todo.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	4
INTRODUCCION.....	5
1. OBJETIVOS.....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1 Generalidades.....	10
4.2 Pulso de inundación.....	10
4.3 Conectividad Hidrológica.....	11
4.4 Comunidades zooplanctónicas.....	12
4.4.1 Cladóceros.....	12
4.4.2 Copépodos.....	14
4.4.3 Rotíferos.....	15
5. ANTECEDENTES.....	18
6. MÉTODOS.....	19
6.1 Área de Estudio.....	19
6.2 Fase de campo y laboratorio.....	20
6.3 Variables físicas y químicas del agua.....	21
6.4 Ensamblajes zooplanctónicos.....	21
7. TRATAMIENTO DE DATOS.....	23
7.1 Estimación de la diversidad.....	23
7.2 Comparación de patrones de variación y relaciones entre variables bióticas y abióticas.....	23
8. RESULTADOS.....	25
8.1 Eficiencia del muestreo.....	25
8.2 Características físicas y químicas de los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.....	26
8.3 Estructura de la comunidad.....	33
8.3.1 Composición taxonómica.....	33
8.3.2 Variación espacial y temporal de la riqueza y abundancia del ensamblaje zooplanctónico.....	38
9. DISCUSIÓN.....	51
9.1 Variables físicas y químicas.....	51
9.2 Composición taxonómica.....	52
9.3 Variación espacial y temporal de la riqueza y abundancia del ensamblaje zooplanctónico.....	53
10. CONCLUSIONES.....	56
11. RECOMENDACIONES.....	57
12. BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS.....	71

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Códigos usados para las estaciones de muestreo. ....	20
<b>Tabla 2.</b> Parámetros físicos y químicos registrados en la fase de campo .....	27
<b>Tabla 3.</b> Concentración de Nutrientes ( $\mu\text{M.L}^{-1}$ ) registradas en cada una de las estaciones durante el estudio.. .....	27
<b>Tabla 4.</b> Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los tipos de conectividad (1 y 3) en cada uno de los periodos hidrológicos .....	29
<b>Tabla 5.</b> Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los tipos de conectividad.....	29
<b>Tabla 6.</b> Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los lagos en cada uno de los periodos hidrológicos .....	30
<b>Tabla 7.</b> Tipos de agua en los sistemas trabajados, indicando los ambientes según las escalas de variables que los definen (con base en Duque <i>et al.</i> 1997).....	31
<b>Tabla 8.</b> Ordenación del nivel trófico de los lagos, teniendo en cuenta a Contreras-Espinosa <i>et al.</i> (1994). Los datos corresponden al valor medio obtenido para cada sistema (mg/L de clorofila-a). .....	32
<b>Tabla 9.</b> Lista de cladóceros registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.....	34
<b>Tabla 10.</b> Lista de copépodos registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.....	34
<b>Tabla 11.</b> Lista de Rotíferos registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.....	35
<b>Tabla 12.</b> Densidad promedio (DP: $\text{Ind/m}^3$ ), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los cladóceros encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio. ....	36
<b>Tabla 13.</b> Densidad promedio (DP: $\text{Ind/m}^3$ ), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los copépodos encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio. ....	36
<b>Tabla 14.</b> Densidad promedio (DP: $\text{Ind/m}^3$ ), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los Rotíferos encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio. ....	37

<b>Tabla 15.</b> Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustáceos planctónicos, entre períodos de muestreo para cada tipo de conectividad con el río Amazonas.....	38
<b>Tabla 16.</b> Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustáceos planctónicos, entre tipos de conectividad con el río Amazonas.....	38
<b>Tabla 17.</b> Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustáceos planctónicos, para cada uno de los lagos muestreados .....	39
<b>Tabla 18.</b> Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, entre períodos de muestreo para cada tipo de conectividad con el río Amazonas.....	40
<b>Tabla 19.</b> Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, entre tipos de conectividad con el río Amazonas. ....	40
<b>Tabla 20.</b> Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, en cada uno de los lagos muestreados.....	41
<b>Tabla 21.</b> Resultados de la correlación de Pearson entre factores ambientales, nutrientes y el zooplancton registrado .....	48
<b>Tabla 22.</b> Correlación de Pearson entre depredadores y posibles presas, encontradas durante el estudio.....	49
<b>Tabla 23.</b> Relación entre los diferentes hábitos alimenticios de los micro-crustáceos planctónicos, entre los diferentes tipos de conectividad y periodo hidrológico .....	50
<b>Tabla 24.</b> Relación entre los diferentes hábitos alimenticios de los rotíferos, entre los diferentes tipos de conectividad y periodo hidrológico. ....	50



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anatomía de cladóceros.....	13
<b>Figura 2.</b> Anatomía de copépodos Cyclopoidea y Calanoidea.....	15
<b>Figura 3.</b> Anatomía de rotíferos.....	16
<b>Figura 4.</b> Lago de estudio..	19
<b>Figura 5.</b> Curva de acumulación de especies para micro-crustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos), para el conjunto de lagos. ....	25
<b>Figura 6.</b> Curva de acumulación de especies de rotíferos en el conjunto de lagos. ....	26
<b>Figura 7.</b> Análisis de Componentes Principales (PCA) para las variables físico-químicas..	32
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de riqueza según las familias de cladóceros, para el conjunto de lagos.....	33
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de riqueza según las familias de rotíferos para el conjunto de lagos. ....	33
<b>Figura 10.</b> Variación en la riqueza zooplanctónica registrada.....	41
<b>Figura 11.</b> Variación en la densidad zooplanctónica promedio..	42
<b>Figura 12.</b> Dendograma de similitud (UPGMA) con base en el Índice de Bray-Curtis, para micro-crustáceos planctónicos. ....	43
<b>Figura 13.</b> Dendograma de similitud (UPGMA) con base en el Índice de Bray-Curtis para rotíferos. ....	44
<b>Figura 14.</b> Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA), para micro-crustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos).....	46
<b>Figura 15.</b> Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA), para rotíferos. .	47

## RESUMEN

Los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa, son cuerpos de agua que presentan diferentes niveles de conectividad con el río Amazonas. Mariyú por estar conectado directamente con el río, presenta una conectividad Tipo 1, mientras que los otros dos lagos, por estar más alejados presentan una conectividad indirecta con el río Amazonas, Tipo 3. Se realizó un estudio descriptivo en estos tres lagos, con el fin de conocer como es la variación que tiene la comunidad zooplanctónica (rotíferos, cladóceros y copépodos), en cuanto a su estructura y diversidad durante dos periodos hidrológicos, determinando también como es la variación de los parámetros físico-químicos en estos periodos.

Se determinó que los mayores valores promedio de pH y conductividad están relacionados con el lago Mariyú, debido a la conexión directa que presenta este lago con el río Amazonas, por lo que habrá una mayor mezcla de aguas blancas, cargadas de cationes, aniones, baja transparencia, etc. Mientras que los lagos Soco Redondo y Garzacochoa, por presentar conexión Tipo 3, son afectados por las aguas de los ríos Loretoyacú y Boiauazzu, afluentes del río Amazonas, por lo que estos sistemas leníticos presentan características de aguas negras Tipo 1 y 2, en varias de sus características.

Para estos tres lagos, se reportaron 11 especies de cladóceros, pertenecientes a seis familias, 3 especies de copépodos, pertenecientes a dos familias, y 31 especies de rotíferos, pertenecientes a 13 familias. Se destacan por su riqueza los géneros *Diaphanosoma* (cuatro especies) y *Moina* (dos especies) para los cladóceros; el género *Mesocyclops* (dos especies) se destaca para los copépodos y para los rotíferos, los géneros *Lecane* (siete especies) y *Brachionus* (seis especies).

La densidad zooplanctónica fue mayor en el periodo de aguas bajas, debido a que durante el periodo de aguas altas se presenta un mayor efecto de dilución y un mayor arrastre por parte de la corriente de los ríos o tributarios que entran a los lagos. Sin embargo, contrario a lo realizado en anteriores trabajos, se presentó la mayor riqueza en la época de aguas altas, en donde se supone que debería presentarse la mayor riqueza, debido a algunas especies son muy poco tolerables a los cambios que se dan de un periodo a otro, además que en lagos como Garzacochoa y Soco Redondo, no presentan un cinturón de macrófitas y se observa solo vegetación terrestre en el periodo de aguas altas.

## INTRODUCCION

La Amazonia colombiana comprende el 42% del territorio colombiano, es la zona menos poblada del país. Esta zona es compartida con un amplio territorio, distribuido entre Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Guyana y Venezuela, de la cual aproximadamente el 5.52% pertenecen a Colombia.

La ribera colombiana del río Amazonas presenta numerosos sistemas inundables, los cuales por estar en una región tropical presentan ciclos estacionales que dependen del ascenso y descenso del nivel del río, haciendo de estos ecosistemas, cuerpos de agua productivos (Sioli 1967, Welcomme 1979). Diferentes niveles de conectividad conlleva a que estos ecosistemas presenten un mayor grado de heterogeneidad y por lo tanto diversidad en fitoplancton y zooplancton (Ward y Stanford 1995, Bornette *et al.* 1998; Tockner *et al.* 1999).

Las comunidades zooplanctónicas juegan un papel importante en la ecología de cuerpos de agua lenticos y lóticos ya que contribuyen con el reciclaje de nutrientes, la producción secundaria y como alimento para niveles tróficos superiores (Lehman 1980, Horne y Goldman 1994, Chappaz *et al.* 1999). Estos organismos ven afectada su composición, distribución y abundancia por la variación de los factores ambientales del medio acuático, la oferta alimenticia y la presión predatoria ejercida por algunos macro-invertebrados y peces presentes en el sistema (Maldonado *et al.* 1996). Hecho que se debe tener en cuenta en los ecosistemas acuáticos que presenta la ribera colombiana del río Amazonas, ya que reúne numerosos sistemas inundables en donde gran parte de estas redes acuáticas se conectan con el curso principal del río, generando una gran biodiversidad en estos ecosistemas.

Los organismos zooplanctónicos están conformados por cladóceros, copépodos y rotíferos. Los copépodos son un grupo de pequeños crustáceos, que incluye 11500 especies y representan un eslabón de gran importancia en las redes tróficas, la mayoría de estos organismos son marinos, pero las especies de agua dulce presentan características ecológicas muy interesantes para estudios de conectividad y pulso de inundación (Dusart 1984). Los cladóceros, presentan unas 400 especies y casi todas son de agua dulce (Smith 1989). Los Rotíferos son animales pequeños, con una longitud aproximada de 40 $\mu$  y 3 mm y que su principal característica es el círculo de cilios en la cabeza cuyo movimiento sugiere el de una rueda. Estos organismos son de vital importancia en las redes tróficas de los sistemas hídricos y ello contrasta con el escaso conocimiento que aún se tiene sobre ellos, principalmente en zonas tropicales.

Con este trabajo se pretende precisar el efecto que tiene el pulso de inundación del río Amazonas y el tipo de conectividad hidrológica, sobre la comunidad

zooplanctónica, durante dos periodos hidrológicos, en los lagos Garza Cocha, Mariyú y Soco Redondo. Este proyecto de investigación está enmarcado en el proyecto titulado “Diversidad y ecología funcional del plancton en lagos amazónicos colombianos: Influencia del pulso de inundación y la conectividad con el Rio Amazonas” con financiación aprobada por parte de la Universidad Nacional de Colombia y con el apoyo de la Fundación Omacha.

## 1. OBJETIVOS

### Objetivo general

- Analizar la influencia del pulso de inundación sobre el ensamblaje de las comunidades zooplanctónicas, en tres lagos con diferente grado de conectividad con el río Amazonas en Colombia.

### Objetivos Específicos

- Estimar la composición, riqueza y abundancia proporcional del ensamblaje zooplanctónico en los lagos Garza Cocha, Mariyú y Soco Redondo; sus canales de acceso y tributarios durante dos períodos hidrológicos.
- Comparar la variación espacial y temporal en los ensambles zooplanctónicos entre los lagos con diferente grado de conexión hidrológica.
- Establecer si existe relación entre la diversidad y la densidad de las comunidades zooplanctónicas, con las variaciones en las características físicas y químicas del agua a través de los periodos hidrológicos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la amazonia colombiana, los pocos estudios sobre sistemas acuáticos han sido enfocados principalmente a sitios que por su fácil acceso, ha sido posible investigar algunas fases a lo largo de la dinámica fluvial (Andrade – Sossa 2001, Dámaso 2006, Gómez 2008, Prieto-Piraquive 2006, Rodríguez 2003, Cohen 2010, Henao 2010, Pantoja 2010).

Por tal motivo, el presente estudio tuvo como fin obtener información que complementara estudios realizados en la amazonia colombiana sobre el tema de zooplancton, a su vez ahondó en información sobre el comportamiento de estas comunidades zooplanctónicas en respuesta a la inundación periódica y la conectividad.

Por medio del estudio y análisis realizados en los lagos Mariyú, Garza Cocha y El Socó, en la cuenca del río Amazonas se respondió a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto del pulso de inundación y el tipo de conectividad sobre la diversidad y densidad de las comunidades zooplanctónicas en los tres lagos de estudio?

### 3. JUSTIFICACIÓN

El pulso de inundación y la conectividad es un factor importante en el río Amazonas, ya que el sobre flujo de ríos, lagos, lluvias o aguas subterráneas adapta a la biota morfológica, fenológica y etológicamente formando estructuras específicas propias de esa zona.

Es poco lo que se conoce sobre la dinámica que tienen las comunidades de zooplancton en los periodos de inundación que provoca el río Amazonas, el cual inunda lagos y riberas cercanas a este, lo que causa un cambio en la dinámica y comportamiento de estas comunidades durante el periodo de aguas altas y bajas, además se debe tener en cuenta también el factor fisicoquímico de dichos ecosistemas, que afecta a las comunidades zooplanctónicas y los cuerpos de agua en donde se produce la inundación (Rodríguez 2003), pues el grado de conectividad no es el mismo para cada uno de los lagos, lo que conlleva a observar como es entonces el comportamiento de las comunidades zooplanctónicas (Amoros y Roux 1988, Heiler *et al.* 1995, Ward *et al.* 1999).

Los pocos estudios que se han realizado a nivel hidrológico en esta zona se han enfocado más en el fitoplancton, en la dinámica fluvial y los factores físicos y químicos que afectan los cuerpos de agua (Rodríguez 2003). Así mismo se ha planteado que la composición del plancton puede diferir marcadamente entre lagos, aún estando cercanamente ubicados (Neves *et al.* 2003).

Por tal motivo, este trabajo cobra importancia, logrando un mayor conocimiento sobre las diversas condiciones de conectividad hidrológica en el río Amazonas y su rivera.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Generalidades

El departamento del Amazonas, es considerado uno de los departamentos más extensos del territorio colombiano; el cual se caracteriza por presentar un clima muy húmedo y temperaturas que superan los 28°C, es por eso que su clima es considerado como uno de los más agrestes de nuestro país.

El río Amazonas se caracteriza por presentar lagos en la planicie de inundación, los cuales por estar en una región tropical, presentan ciclos estacionales que depende del ascenso y descenso del río, lo que conlleva a que sus características físicas y químicas cambien en temporadas de aguas bajas y altas, que a su vez harán que la diversidad, riqueza y abundancia de especies se vean influenciadas por estos cambios (Rodríguez 2003).

Una clasificación importante que se debe tener en cuenta en los ríos tropicales, es el color de sus aguas (Sioli 1967). Lo que indica su coloración es el tipo de sedimentos y el contenido de nutrientes que hay, esta condición depende de la región en donde se hallan las fuentes o las condiciones geológicas y geomorfológicas de la cuenca. Según esto, la clasificación según Sioli (1967), distingue Aguas Blancas, Aguas Negras y Aguas Claras. Años después, se adaptaron los términos de aguas blancas, negras y claras, para Colombia, en donde la clasificación se realizó para los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá, teniendo en cuenta sus ambientes.

### 4.2 Pulso de inundación

Se llama pulso de inundación a la inundación anual de áreas de relieve plano adyacentes a ríos grandes y caudalosos (Junk *et al.* 1989). El pulso está condicionado por el clima, geología y geomorfología locales y a su vez afecta el balance de nutrientes. En estos ecosistemas, la geología, geomorfología, y ecología están interrelacionadas de tal manera que es imposible separarlas.

El concepto de “pulso de inundación” fue reformulado, asignando a ambos periodos hidrológicos (aguas altas y bajas) igual importancia y definiendo sus atributos (frecuencia, intensidad, tensión, recurrencia, amplitud, estacionalidad) (Neiff *et al.* 2001). A comienzos del siglo XXI, se desarrolló un software que se convirtió en una herramienta útil para explicar la dinámica de los sistemas bióticos de los ríos, suministrando así la idea general de algunas estrategias para su uso en la ecología y dinámica de los ríos, especificadas por Junk *et al.* (2000).

Este concepto se concentra entonces, en el intercambio lateral del agua, los nutrientes y los organismos entre el canal del río (o un lago) y el terreno



inundable con el que se conecta. Considera la importancia de la hidrología y la hidroquímica del patrón del río, concentrándose en el impacto que tiene sobre los organismos y los procesos específicos que ocurren en el terreno inundable. El pulso de inundación, predice el estado de nutrientes del terreno inundable depende de la cantidad y la calidad de sólidos disueltos y suspendidos que se encuentran en el río; por consiguiente los procesos internos que se realizan en la planicie de inundación se ven afectados por los mecanismos de transferencia entre la fase acuática y terrestre, la productividad primaria y secundaria y la descomposición de materia orgánica en el río (Junk y Wantzen 2003). En este orden de ideas, la inundación y sequía (pulso de inundación) es la fuerza directriz en el sistema río – plano de inundación y dicho plano depende del río como parte integral del sistema (Gallo-Sánchez 2007).

Este término fue diseñado originalmente para explorar algunas relaciones cuantitativas entre las características ecológicas de áreas anegables e inundables (Ej. distribución y abundancia de poblaciones) y las diferencias en las fases de inundación y de suelo seco en cada zona del paisaje. Las diferencias en la posición topográfica en distintos puntos de una planicie, determinarán diferente frecuencia, intensidad y duración de las fases de inundación y de sequía. La oferta de hábitat para micro y macro organismos también será distinta y puede ser calificada y cuantificada. El pulso estudia fenómenos que se repiten según una función sinusoidal a lo largo del tiempo, como puede ser el conjunto de fluctuaciones hidrométricas de un río, las lluvias en un período y localidad determinada o los eventos de fuego en las sabanas (Neiff *et al.* 2001).

El concepto de Pulso de inundación, ha estimulado una serie de estudios que examina la importancia ecológica de las inundaciones en una amplia gama de ecosistemas fluviales (Van den Brink *et al.* 1993, Heiler *et al.* 1995, Knowlton y Jones 1997).

### **4.3 Conectividad Hidrológica**

La conectividad hidrológica (CH) es un concepto ampliamente difundido a nivel ecológico para referirse la transferencia mediante el agua de materia, energía y/o organismos dentro o entre elementos del ciclo hídrico. Además, dicha transferencia es el mecanismo básico de interacción dentro y entre los ecosistemas, y por lo tanto es un factor determinante en la distribución de las especies, ya que puede interpretarse como un sistema de corredores ecológicos de unión entre distintos hábitats por los cuales las diferentes especies se pueden desplazar y así interrelacionarse. De este modo la CH se define como el nivel de dificultad o facilidad de movimiento de los organismos entre los ecosistemas (Pringle 2001).

Además, la conectividad es medida por los flujos y vínculos hidrológicos. Estos vínculos entre la llanura de inundación y las zonas aledañas al río, influyen en los patrones de diversidad y productividad a través de escalas jerárquicas (Tockner *et al.* 1999, Ward *et al.* 2002), creando un mosaico cambiante de parches de hábitats a través del paisaje ribereño, en donde la conectividad y la

sucesión, desempeñan un papel importante en la heterogeneidad espacio-temporal de la biodiversidad, que caracteriza las zonas inundables de los ríos o lagos (Welcomme 1979, Salo *et al.* 1986, Junk *et al.* 1989, Duncan 1993, Ward y Stanford 1995, Décamps 1996).

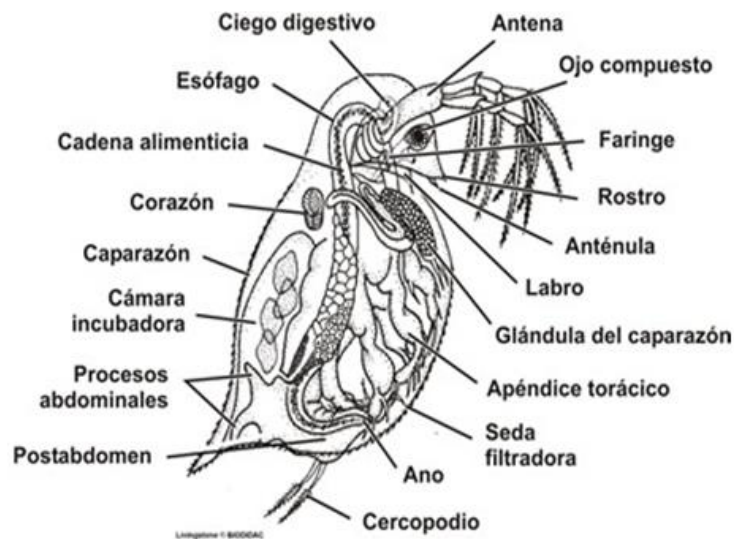
#### **4.4 Comunidades zooplanctónicas**

El zooplancton de agua dulce está compuesto por animales con altas tasas de crecimiento, como lo son los rotíferos y los micro-crustáceos planctónicos (copépodos, cladóceros) (Conde *et al.* 2004); un rasgo que permite responder rápidamente a ambientes cambiantes. Otra de sus características es su capacidad para producir abundantes huevos de resistencia que mantienen su viabilidad durante décadas o siglos (Hairston 1996). Las formas de resistencia en el sedimento de los lagos representan un banco de huevos, análogo al banco de semillas de muchas plantas terrestres (Marcus *et al.* 1994).

Según Conde *et al.* (2004), la composición específica del zooplancton puede ser un excelente criterio para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas, además que las diferencias en el estado trófico se manifiestan claramente en la estructura de la comunidad zooplanctónica y en las relaciones zooplancton-fitoplancton. Además, el zooplancton es un grupo taxonómico o especies que con su presencia pueden mostrar el estado de la biota referente a parámetros como biodiversidad y biogeografía o grado de intervención humana (Iannacone y Alvarino 2006).

##### **4.4.1 Cladóceros**

Son un suborden de crustáceos braquiópodos, que presenta alrededor de 400 especies. Estas pulgas de agua, como también se les conoce, habitan en casi toda clase de ecosistemas de agua dulce, en los océanos solo se conocen 9 especies pertenecientes a la familia Sididae (Palma y Rosenberg 1993). El tamaño de estos micro-crustáceos planctónicos, varía entre 0.5 y 3 mm. El cuerpo no está claramente segmentado, y en la gran mayoría de especies la región torácica y abdominal están cubiertas por una concha secretada o un caparazón que tiene una apariencia bivalva pero que en realidad es un disco sencillo (Pennak 1978), dejando solo afuera la cabeza y las largas antenas nadadoras (**Figura 1**).



**Figura 1. Anatomía de cladóceros.** Tomado de: <http://www.asturnatura.com/Imagenes/articulos/crustaceos/daphnia.jpg>.

Presentan reproducción por partenogénesis; sin embargo tienen periodos ocasionales de reproducción sexual, y esto se debe a la superpoblación que se pueda presentar, a la carencia de alimento o temperaturas adversas, por tal razón las hembras producen machos, los cuales son pequeños con respecto a las hembras

Los cladóceros representan un grupo clave en la comunidad planctónica de los lagos, en lo que respecta a la transferencia de energía a lo largo de la trama trófica. Los cladóceros son organismos altamente filtradores por lo tanto su alimentación básica se constituye de fitoplancton y detritus, por tal motivo se identifican dos grupos. Uno de estos grupos lo constituyen las especies microfiltradoras que se alimentan de las partículas menores y que, por tanto, compiten con los rotíferos (Gilbert 1985). Estas especies predominan en ambientes con mayor carga orgánica, con más materia particulada disponible. El otro grupo lo componen las especies macrofiltradoras, que se alimentan de algas mayores y que suelen preferir medios con menor carga orgánica (Geller y Müller 1981). Solo muy pocas especies son depredadoras (Elmoor-Loureiro 1997, Esteves 1988). Al ser estos crustáceos casi exclusivamente consumidores de algas y de detritus, son capaces de afectar el desarrollo del fitoplancton en los sistemas naturales y, al mismo tiempo, son las presas favoritas de depredadores vertebrados e invertebrados (De Bernardi y Peters 1987).

Por tal motivo, al igual que los copépodos, participan en el reciclaje de materia y la energía, y aportan al equilibrio del ecosistema. Suelen predominar en sistemas oligotróficos y en sistemas sin peces planctívoros.

Los cladóceros, a pesar de ser uno de los componentes principales del zooplancton dulceacuícola, ha sido objeto de escasos estudios en regiones tropicales y especialmente en Colombia (Baron-Rodriguez *et al.* 2006).

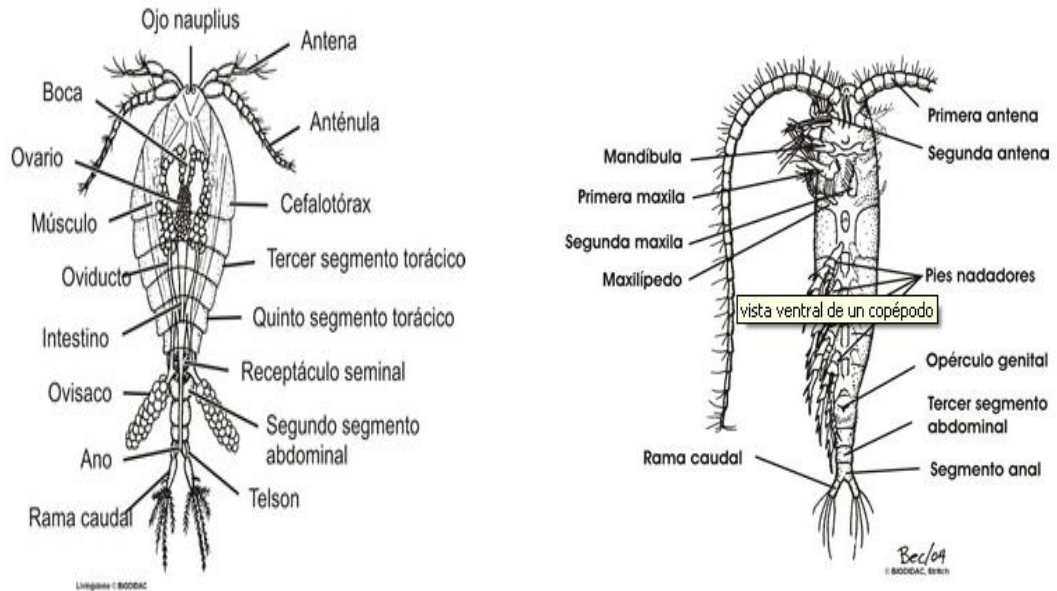
#### 4.4.2 Copépodos

Los copépodos pertenecen a un grupo relativamente pequeño de artrópodos acuáticos con 11500 especies (Humes 1994) y se considera que son los metazoos más abundantes del planeta (Boxshall y Halsey 2004). Su tamaño oscila entre 0,5 - 2 mm, pero hay excepciones ya que algunos son visibles a simple vista y superan los 5 mm. El grupo está más diversificado en el mar y el número de especies parásitas marinas es cerca de una tercera parte de aquellas de vida libre. Los copépodos habitan en lagos, estanques, embalses, charcos, ríos, aguas subterráneas y se les encuentra también en fitotelmatas y en ambientes semiterrestres como musgos y suelos húmedos forestales (Reid 1986). Los copépodos de agua dulce son un grupo con características ecológicas muy interesantes; su importancia es incuestionable y ello contrasta con el escaso conocimiento que aún se tiene sobre el grupo principalmente en zonas tropicales (Fimia Duarte *et al* 2004).

Su cuerpo es alargado, casi cilíndrico, más ancho en la parte delantera. La cabeza, cuyo extremo suele ser redondeado, tiene un ojo nauplio bien visible y dos antenas primarias largas y perpendiculares al cuerpo. El tórax está formado por seis segmentos y la cabeza se encuentra fusionada al primero y a veces también con el segundo; el primer par de apéndices funciona como maxilípodo y los restantes se emplean en la locomoción; son birrámeos y tienen una placa de unión entre las dos ramas para que batan acompasadamente. El abdomen, formado por 5 segmentos más estrechos que los torácicos, carecen de apéndices excepto las ramas caudales que forman el telson final, la parte anterior se le conoce como metasoma y la parte posterior se conoce como urosoma (Gaviria 1999) (**Figura 2**). Poseen un típico movimiento de "hundirse y saltar hacia delante", tras cada movimiento repentino y brusco el animal se hunde ligeramente antes de otro repentino salto.

Los copépodos que nadan libremente en las aguas dulces constituyen un grupo de micro-crustáceos que pueden encontrarse en casi todos los tipos de hábitat, aunque no son tan abundantes como los copépodos marinos, las especies de agua dulce constituyen no obstante, un eslabón muy importante en la trama alimentaría acuática. En ella se incluyen especies herbívoras y carnívoras, comedoras de detritus, pequeños invertebrados, fitoplancton y otros microorganismos. Los copépodos son, por así decirlo, parientes diminutos de los cangrejos, de los camarones y las langostas. De las cerca de 11500 especies de copépodos conocidas, unas 7500 son de vida libre, y de ellas se reconocen más de 2500 como propias de aguas continentales. Como grupo, los copépodos de agua dulce pueden conformar porcentajes relevantes de la biomasa zooplanctónica y litoral, ecológicamente, los copépodos representan el nivel de los consumidores primarios y las formas depredadoras forman parte de los consumidores secundarios (Dusart 1984). Los copépodos se adaptan para sobrevivir en los distintos ambientes. Aunque en general muchas especies tienen intervalos estrechos de tolerancia a variaciones de los factores ambientales, los ambientes extremos no suelen ser un problema para los

copépodos de aguas continentales, son organismos que predominan en ecosistemas eutróficos y sistemas salinos.



**Figura 2. Anatomía de copépodos Cyclopoidea y Calanoidea.** Tomado de: <http://www.asturnatura.com/Imagenes/articulos/crustaceos/copepodoventral.jpg>.

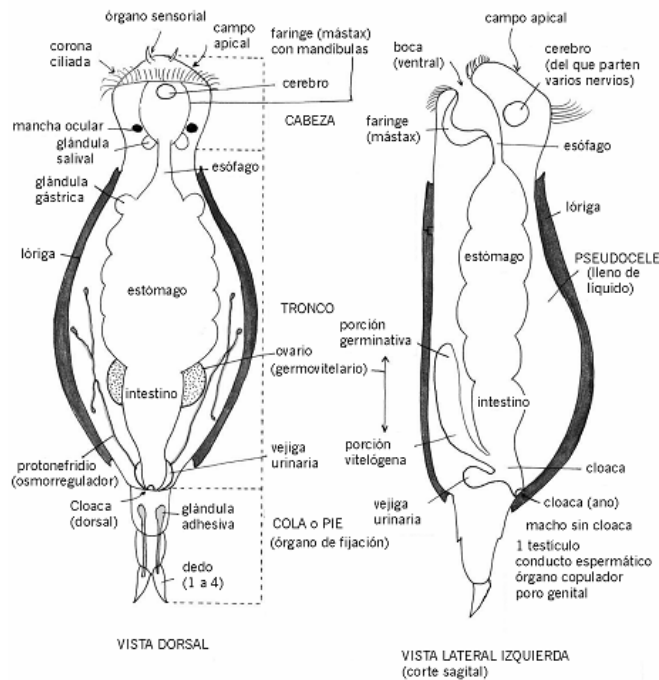
Para su reproducción, los machos presentan unas pequeñas bolsas cargadas de esperma llamadas espermatóforos, que se transfieren a la hembra en la cópula y es allí cuando se adhieren al receptáculo seminal de la hembra. Los huevos producidos se liberan al agua, sin embargo estos huevos presentan un periodo de incubación en un ovisaco que se origina por secreciones del oviducto al liberar los huevos; estos ovisacos permanecen unidos al segmento genital de la hembra, ya sea un saco o dos. Cada uno lleva alrededor de 50 huevos que eclosionan como una larva nauplio, pasando por copepoditos y adultos, estos dos últimos estadios se diferencian por el tamaño, la forma general y el número y desarrollo de apéndices (Esteves 1988).

#### 4.4.3 Rotíferos

Son unas 1800 especies dioicas, con una longitud comprendida entre 40  $\mu\text{m}$  y 3mm. Los machos son más pequeños que las hembras y en algunas especies no existen. Son cosmopolitas: dulceacuícolas (la mayoría), marinas y terrestres; la mayoría de vida libre y algunas epizóicas o parásitas. Son transparentes o de coloración variable. Con eutelia: entre 900 y 1000 células o un número nuclear constante. Pueden enquistarse y soportar periodos de sequedad en los que se asemejan a granos de arena. Soportan variaciones de temperaturas comprendidas entre 40° C y – 272° C (Grant Smith 2001).

Su cuerpo se divide en región anterior, tronco y pie (ausente en algunas formas planctónicas). Se recubre de una cutícula dividida en placas o anillos que

pueden estar bien ornamentados de espinas o costillas y forman a menudo una loriga. En la región anterior hay una corona de cilios que rodea la boca e impulsa las partículas en suspensión o pequeñas presas (protozoos y metazoos diminutos) hacia ella y sirve también como órgano de propulsión natatorio. El particular movimiento ondulante de esos cilios da a la corona peribucal el aspecto de un órgano rotatorio (**Figura 3**).



**Figura 3. Anatomía de rotíferos.** Toamdo de: <http://www.ucm.es/info/tropico/docencia/Textos/D2%20rotiferos.pdf>.

La boca, más o menos ventral, acaba en una faringe musculosa por medio de un tubo que puede ser ciliado o no. La faringe está formada por piezas “quitinosas” trituradoras (mástax) y comunica mediante un esófago tubular con el gran estómago, de mayor tamaño que el intestino. Presentan grandes glándulas salivales y estomacales, probablemente liberadoras de enzimas. Tienen también cloaca, en la que desembocan los órganos reproductores y la vejiga colectora de los excretores (protonefridios); el ano se abre dorsalmente cerca del final del tronco. El pie, órgano de fijación en las formas sésiles, posee 1-4 dedos terminales y hasta 30 glándulas pedales generadoras de sustancias pegajosas. Los rotíferos libres reptan utilizando el pie o nadan gracias a la corona de cilios facilitando la flotación, en ocasiones, las espinas foliformes de la cutícula. Las especies conocidas son dioicas (de macho pequeño con órganos reproductores degenerados y vida muy corta), o formadas solo por hembras partenogenéticas. Los machos solo tienen un testículo y sus espermatozoides son ciliados; las hembras pueden tener 1 o 2 ovarios, rasgo que divide el filo en dos clases Digonontes y Monogonontes (Ruttner-Kolisko 1974).

La copula se realiza por impregnación hipodérmica o por inserción cloacal. El sistema nervioso es sencillo, el cerebro está constituido por una masa

ganglionar dorsal (sobre el mástax) del que parte un sistema de fibras nerviosas. Puede haber de 1 a 5 ocelos formados por células fotorreceptoras muy simples. Son notables los rotíferos por las especies que muestran el fenómeno de ciclomorfosis (cambios estacionales en la morfología externa) o de la anabiosis (generación de formas latentes de resistencia en condiciones extremas de desecación o frío). En las especies que sólo presentan individuos hembras, como las del orden Bdelloideos, se reproducen por partenogénesis (sin fecundación). En las dioicas las hembras producen dos tipos de huevos. En condiciones normales generan huevos amícticos (diploides, por mitosis) de los que nacen hembras amícticas por partenogénesis. Ante estímulo sexual producen huevos mícticos (haploides, por meiosis) de los que, a su vez, pueden nacer machos (haploides) por partenogénesis; los huevos mícticos que no eclosionan son fecundados por estos machos y del cruce resultan formas de resistencia diploides. Tras un periodo de latencia (en época desfavorable) estas formas resistentes producen nuevamente hembras amícticas (diploides). Así pues, los machos no participan en la preservación de la especie cuando las condiciones ambientales son óptimas (Ruttner-Kolisko 1974).

## 5. ANTECEDENTES

A pesar de la gran cantidad de lagos de planos inundables que existen en la Amazonía Colombiana, los estudios sobre zooplancton son aun escasos y en su mayoría están concentrados en lugares geográficos de fácil acceso y posibilidades logísticas.

Vargas (1996), estudio la estructura y dinámica de la comunidad zooplanctónica de algunos lagos y meandros del río Igará-Paraná, en la cuenca del Putumayo, encontrando varias especies de rotíferos y algunas especies de cladóceros correspondientes a los géneros *Bosmina*, *Bosminopsis*, *Diaphanosoma* y *Ceriodaphnia*. Duque *et al.* (1997), realizó una referencia sobre algunos géneros y especies de microcrustáceos planctónicos y el efecto que tenía el cambio de los ciclos hidrológicos; sin embargo, este estudio abordó la comunidad del zooplancton de forma muy superficial.

Andrade (2001) realizó un estudio sobre la fluctuación del nivel del agua y su relación con la estructura de la comunidad de rotíferos planctónicos en uno de los lagos del sistema Yahuaraca, localizado junto a la ciudad de Leticia. Para el mismo sistema de lagos, Rodríguez (2003) caracterizó la comunidad de rotíferos, describió el cambio en su estructura con el paso del tiempo durante la fase de llenado, desde aguas bajas hasta el desborde, valorando los cambios de las características físico-químicas del sistema de lagos a medida que el proceso de inundación avanza.

Recientemente, en el marco del mismo macroproyecto del que hace parte este trabajo de grado, se han realizado una serie de estudios sobre la influencia que tiene el pulso de inundación y la conectividad sobre los ensamblajes zooplanctónicos, enfocados en lagos inundables localizados en proximidades de la ribera colombiana del río Amazonas y en la zona limítrofe con Perú.

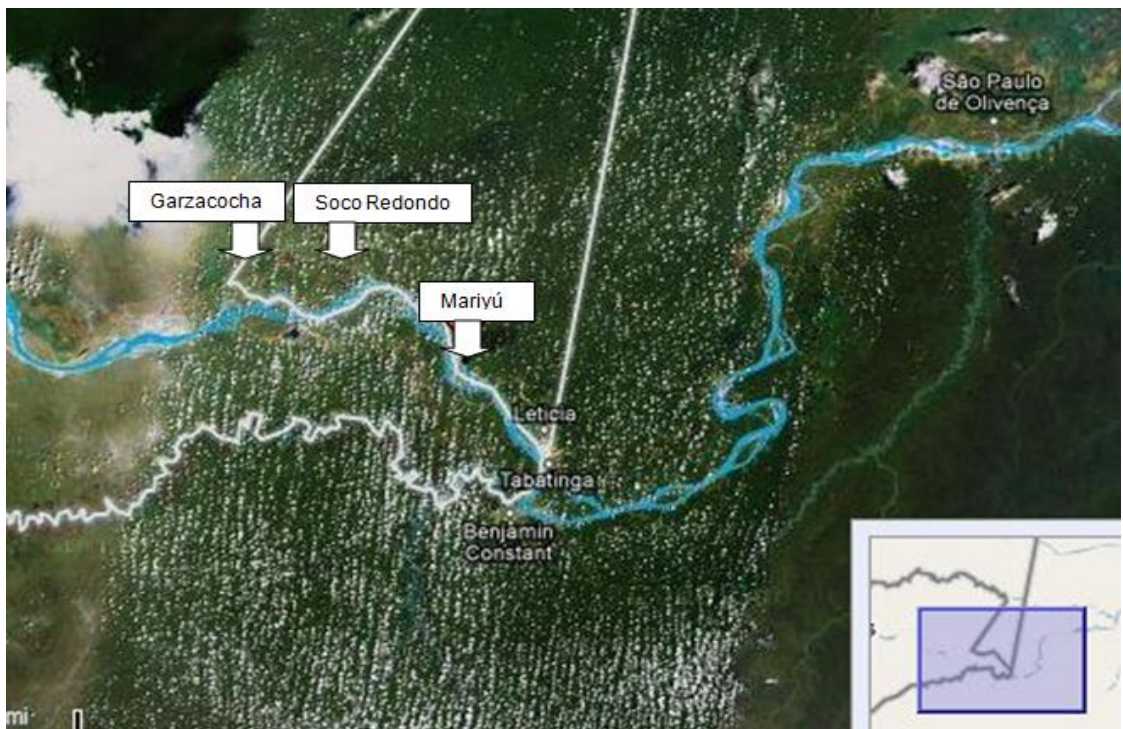
Cohen (2010) y Henao (2009), analizaron la influencia del pulso de inundación sobre el ensamblaje de rotíferos y microcrustáceos planctónicos, en los lagos Tarapoto, Chepetén, Cocha Larga y el Correo, ambientes con diferente grado de conectividad con el río Amazonas, localizados en cercanías de la población de Puerto Nariño. Se registraron 32 familias de rotíferos Monogononta, siete familias de cladóceros y tres de copépodos. Pantoja (2009), realizó un estudio descriptivo de dos lagos peruanos; Caballococha y Cushillococha, sometidos al pulso de inundación del Río Amazonas, con el fin de conocer la variación de la estructura y diversidad de la comunidad fitoplanctónica y zooplanctónica, así como de los parámetros físicos y químicos durante dos periodos hidrológicos, y determinar la existencia de una correlación entre factores bióticos y abióticos. Registraron 66 taxones pertenecientes a 44 especies de rotíferos, 17 de cladóceros y 5 copépodos.



## 6. MÉTODOS

### 6.1 Área de Estudio

El área de estudio comprende tres lagos localizados en la ribera colombiana del río Amazonas. Lago Mariyú, localizado en la Reserva Natural Isla Micos, la cual se encuentra ubicada a 35 kilómetros río arriba de la ciudad de Leticia, entre las coordenadas  $4^{\circ} 02' 14''$  Latitud Sur y  $70^{\circ} 06' 39''$  Latitud Oeste. Este lugar de estudio es un sitio turístico manejado por la franquicia de hoteles Decamerón. El lago Soco Redondo, está en las coordenadas  $3^{\circ} 44' 10''$  Latitud Sur y  $70^{\circ} 29' 34''$  Latitud Oeste, se encuentra aproximadamente a 1 hora en bote desde Puerto Nariño, ascendiendo por el río Loretoyacu. El lago Garzacocha se encuentra en límites con el Perú, en las coordenadas  $3^{\circ} 44.301'$  Latitud Sur y  $70^{\circ} 40.827'$  Latitud Oeste, aproximadamente a 2 horas de Puerto Nariño, ascendiendo en bote por el río Amazonas y luego por el río Boiawazu con el cual se conecta a través de un canal (**Figura 4**).



**Figura 4. Lago de estudio.** Tomado de: <http://www.citymaphq.com/colombia/amazonas>.

Estos lagos se seleccionaron, debido a sus diferentes niveles de conectividad que presentan con el río Amazonas, además de que estos lagos cambian sus propiedades fisicoquímicas en los periodos de aguas altas y bajas, haciendo que toda la comunidad zooplanctónica presente en estos sitios se adapten a los diferentes cambios que se realizan durante estos periodos, en los cuales el agua del río Amazonas inunda estos lagos, proporcionando materia aloctona y a la vez, estos lagos aportan materia hacia el río, haciendo que los ecosistemas

de estos lugares cambien en cada una de las fases, aguas altas, aguas en descenso, aguas en descenso y aguas bajas.

## 6.2 Fase de campo y laboratorio

Tomando como guía los períodos que definen el patrón de los lagos con una conexión canalizada, se realizaron muestreos en los tres lagos, durante las fases de aislamiento (aguas bajas) e inundación o desborde (aguas altas) definidas por Drago (1980, 1981) y Neiff (1990). En cada uno de los lagos se tomaron muestras en la zona liménica, en la zona próxima al litoral y en sus respectivos canales de acceso, a excepción del lago Mariyú, que no presenta canal de acceso por presentar conexión directa con el río Amazonas; por lo tanto se realizaron 8 muestreos en cada uno de los periodos estudiados.

Las fechas de muestreo fueron definidas de acuerdo con el comportamiento del nivel hidrométrico del río Amazonas para el período de estudio, ya que aunque es relativamente predecible se presentan variaciones anuales en intensidad y temporalidad del pulso de inundación. El nivel del río fue monitoreado tomando como referencia la información suministrada diariamente por la estación del IDEAM en Leticia y de la cual se tuvo información histórica disponible. La **Tabla 1**, muestra la nomenclatura y códigos de los lagos y las estaciones de muestreo, que se usaron a través de todo este estudio.

**Tabla 1.** Códigos usados para las estaciones de muestreo. Numeración establecida por Bahamón (1994).

ESTACION DE MUESTREO	NOMENCLATURA	CODIGO
Mariyú Limnético	MYP1	I
Mariyú Litoral	MYP2	II
Soco Redondo Limenético	SRP1	III
Soco Redondo Litoral	SRP2	IV
Canal Soco Redondo	SR-C	V
Garzacochoa Limenético	GCP1	VI
Garzacochoa Litoral	GCP2	VII
Canal Garzacochoa	GC-C	VIII

Los ambientes estudiados se agruparon para su análisis con base a su grado de conectividad con el río Amazonas, en las siguientes clases:

**Conectividad Tipo 1:** Conexión directa con el río Amazonas, superando banco de sedimentos aluviales (overbank connection), conexión que presenta el lago Mariyú.

Conectividad Tipo 3: Conexión que no recibe aguas de inundación proveniente del río Amazonas, pero en las épocas en que presenta sus máximos niveles hidrológicos, los lagos son inundados por los ríos Loretoyacu, Boia Uazzu y otros tributarios locales, por lo que presentan una conexión indirecta con el río Amazonas; este tipo de conexión la presentan los lagos Soco Redondo y Garzacochoa.

### 6.3 Variables físicas y químicas del agua

En cada estación, tanto en la superficie como a la profundidad determinada por el disco de Secchi (DS) y a tres veces la profundidad de Secchi (3DS), se tomaron medidas para parámetros hidrológicos y físico-químicos del agua, que definen las características limnológicas del hábitat: profundidad, transparencia, temperatura, conductividad y pH.

Para el análisis de los nutrientes: amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), silicato ( $\text{SiO}_2$ ) y fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), se colectaron muestras integradas de las tres profundidades consideradas en la columna de agua. Se tomaron 50 ml de agua con ayuda de la botella Van Dorn para filtrar (con filtros de fibra de vidrio de  $0.45 \mu\text{m}$ ) y llenar 7 tubos Eppendorf de capacidad de 1.5 ml cada uno. El filtrado se realizó doble, es decir, de los 50 ml depositados en la bomba, pasan 25 por cada filtro. Estos filtros son luego envasados en tubos Eppendorf y se cubren con papel aluminio para evitar la degradación de los pigmentos.

Todo el material se refrigeró y se mantuvo en la oscuridad, conservándose en el laboratorio de limnología en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, posteriormente se analizó utilizando un autoanalizador BRAN + LUEBBE AAIII (Norderstedt, Germany) para nutrientes y un HPLC siguiendo el protocolo descrito por Zapata *et al.* (2000). Estos análisis se realizaron en la Universidad de Vigo España.

### 6.4 Ensamblajes zooplanctónicos

En cada punto de muestreo se integró volúmenes de agua, los cuales fueron tomados a nivel superficial, DS y 3D, utilizando una trampa Schindler-Patalas. Un volumen mínimo total de 120 L, fue filtrado a través de una red de plancton con diámetro de poro de  $45 \mu\text{m}$ , concentrado a un volumen de 150 ml y preservado con solución de transeau (Agua, alcohol y formol en proporciones 6:3:1). De igual manera, se hicieron arrastres con una red de plancton de  $100 \mu\text{m}$ ; estas muestras fueron preservadas con formaldehído hasta una concentración final del 4%. Cada uno de los anteriores procedimientos se realizaron con el fin de poder conseguir una mayor abundancia y riqueza de rotíferos, cladóceros y copépodos

Para la determinación taxonómica y distribución geográfica, se utilizaron principalmente las claves y guías de: Microcrustáceos: Elmoor-loureiro (1997), Paggi (1995), Rocha y Tundisi (1976), Dussart (1984), Reid (1986), Gaviria

(1994, 2003), Gaviria y Aranguren (2003). Para Rotíferos: Ruttner – Kolisko (1974), Koste (1978), Segers (1995), José de Paggi (1995), Segers (2007).

De cada especie se tomaron micro-fotografías del espécimen completo y de estructuras de interés taxonómico.

Para la estimación de la densidad, se midió primero el volumen de la muestra utilizando una probeta graduada y se aplicó un colorante rosa de bengala para lograr una mejor visualización de los organismos y facilitar el conteo. Posterior a la sedimentación en una cámara de sedimentación tipo Uthermöhl, se realizó el conteo de individuos de cada especie bajo microscopio invertido NIKON TMS. Las estimaciones se realizaron contando la totalidad de individuos de la muestra tanto para micro-crustáceos como para rotíferos. Los datos fueron finalmente expresados en número de individuos por m<sup>3</sup> de cada una de las especies de rotíferos y cladóceros y copépodos.

Adicionalmente se calculó la densidad de los grupos funcionales alimenticios de los rotíferos a partir del tipo de trofi que presentaron; Los trofi maleorramado, maleado y ramado corresponden a trituradores de partículas orgánicas, los forcipado e incudado son depredadores y el trofi virgado corresponde a organismos que succionan el contenido de algas y partículas vegetales (Nogrady *et al.* 1993). Los cladóceros y copépodos se clasificaron según su preferencia por: filtrar algas de pequeño tamaño (filtradores), atrapar partículas orgánicas muy pequeñas (micrófagos), raspar perifiton asociado a macrófitas o protozoos y pequeñas fracciones de material orgánico asociado a partículas suspendidas, o depredar a rotíferos o estados inmaduros de otros crustáceos (carnívoros) (Wetzel 1981, Esteves 1988).

## 7. TRATAMIENTO DE DATOS

### 7.1 Estimación de la diversidad

En este trabajo se hizo un análisis de la diversidad alfa en puntos de muestreo localizados en la zona limnética y litoral de cada lago para dos períodos hidrológicos. Se evaluó inicialmente la representatividad del muestreo utilizando los índices de ACE, Chao 1, Jackknife 1 y curvas de acumulación de especies. La riqueza se estimó como número de especies colectadas en cada muestra y repetición, la diversidad estructural se estimó utilizando índices basados en la abundancia proporcional como Shannon – Wiener y Equitatividad de Pielou (Krebs 1989, Moreno 2001, Magurran 2004). Para obtener los datos de la curva de acumulación de especies se usó EstimateS Win. 8.2. Las estimaciones de diversidad estructural se realizaron con el programa PAST.

Se analizó también la diversidad beta para determinar similitudes o diferencias entre los ecosistemas. Estas proporciones se evaluaron usando el coeficiente de Bray-Curtis (cuantitativo) (Moreno 2001, Magurran 2004). Se elaboraron dendrogramas de similitud utilizando el método de aglomeración UPGMA (Krebs 1989, Magurran 2004).

### 7.2 Comparación de patrones de variación y relaciones entre variables bióticas y abióticas

Se siguió a Vásquez y Rey (1992) para determinar el índice de constancia (IC), que corresponde al porcentaje de muestras donde está presente la especie, diferenciándose tres categorías: especies constantes ( $IC > 50\%$ ), especies accesorias ( $25\% < IC < 50\%$ ) y especies accidentales ( $IC < 25\%$ ). En todos los puntos de muestreo, durante aguas bajas y aguas altas, se registro el IC para el ensamblaje zooplanctónico.

La variación temporal y espacial en la estructura de los ensamblajes en las lagunas con diferente tipo de conectividad, durante los periodos de muestreo, se evaluó utilizando un Análisis de Correspondencia sin tendencia (Detrended Correspondence Analysis: DCA) (Jongman *et al.* 1995).

Debido al reducido número de repeticiones, los datos de densidad, riqueza, diversidad de Shannon, equitatividad y las variables físico-químicas, no cumplieron los requerimientos para ANOVA paramétrico, por lo que las comparaciones entre periodos de muestreo y entre tipos de conectividad se realizaron utilizando el estadístico de Mann-Whitney (Guisande *et al.* 2006). Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando SPSS 11.5 versión libre para Windows.

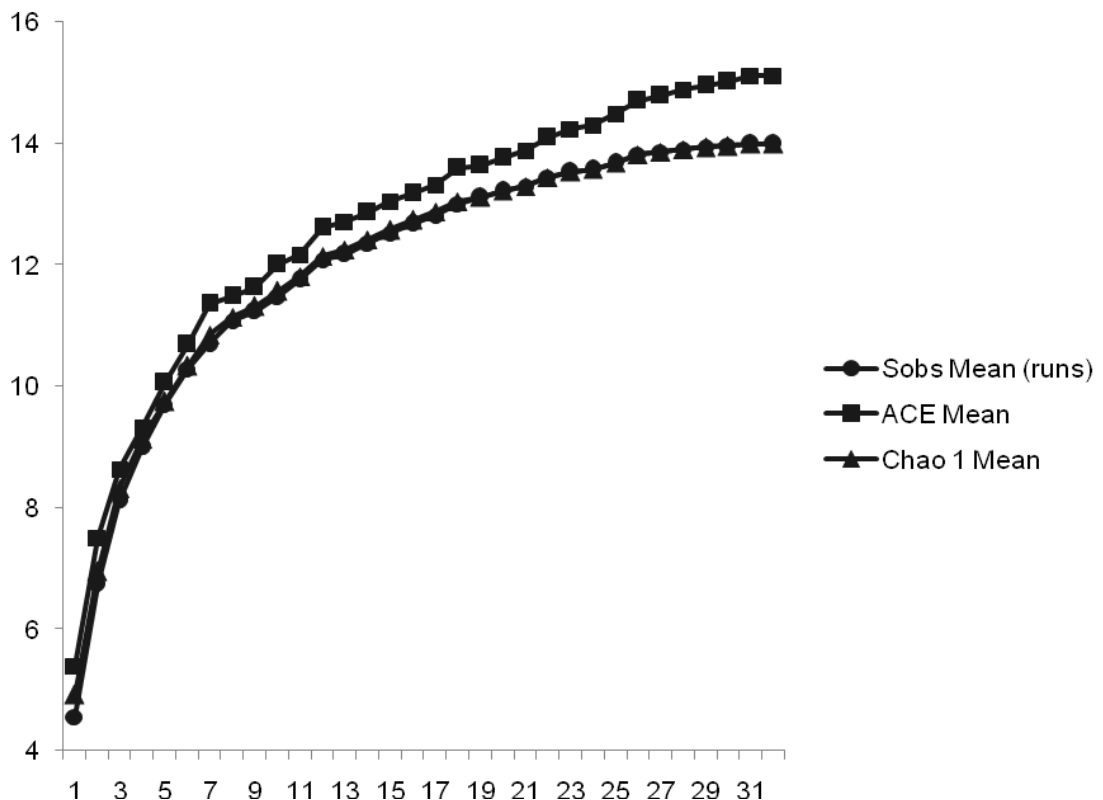
Para determinar si existe relación (el tipo y la magnitud) entre la densidad, la riqueza y la diversidad estructural para cada uno de los ensamblajes zooplanctónicos, con los cambios en las variables físicas y químicas medidas

en el agua, durante el tiempo de muestreo, se efectuó un análisis de correlación bivariado. Lo mismo se realizó entre las densidades de las especies del zooplancton y las variables físico-químicas y entre los copépodos depredadores y sus posibles presas.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Eficiencia del muestreo

La curva de acumulación de especies, muestra para los micro-crustáceos planctónicos, una tendencia a la estabilidad, acercándose a los 15 taxones (**Figura 5**). De esta forma, las 14 especies encontradas (11 de cladóceros y tres de copépodos) en el estudio constituyen una muestra representativa de la composición de micro-crustáceos planctónicos de los tres lagos estudiados. La riqueza observada correspondió al 93% de la diversidad esperada con el estimador ACE, que fue el más exigente de los utilizados. Del mismo modo, estos estimadores de diversidad sugirieron que se colectó el 93% del número de especies esperadas para el periodo de aguas bajas y 95% para el de aguas altas. Sin embargo, al observar los lagos por separado, se evidencio un 76% de la diversidad esperada en Mariyú, mientras que en los lagos Garzacochoa y Soco Redondo se obtuvo el 100%, por los estimadores más exigentes (ACE y Chao 1).



**Figura 5.** Curva de acumulación de especies para micro-crustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos), para el conjunto de lagos.

Para la curva de acumulación de especies, en rotíferos se acerca a los 33 taxones (**Figura 6**). De esta forma, las 31 especies encontradas para rotíferos en este estudio constituyen una muestra representativa de la composición de

rotíferos en los tres lagos estudiados. La riqueza observada correspondió al 94% de la diversidad esperada con el estimador ACE que fue el más exigente de los estimadores utilizados. De esta misma manera se obtuvieron la acumulación de especies para cada lago por separado lo cual arroja que para lago Mariyú, Socó Redondo y Garzacocho, la riqueza observada corresponde al 94%, 74% y 94% respectivamente con respecto al ACE promedio.

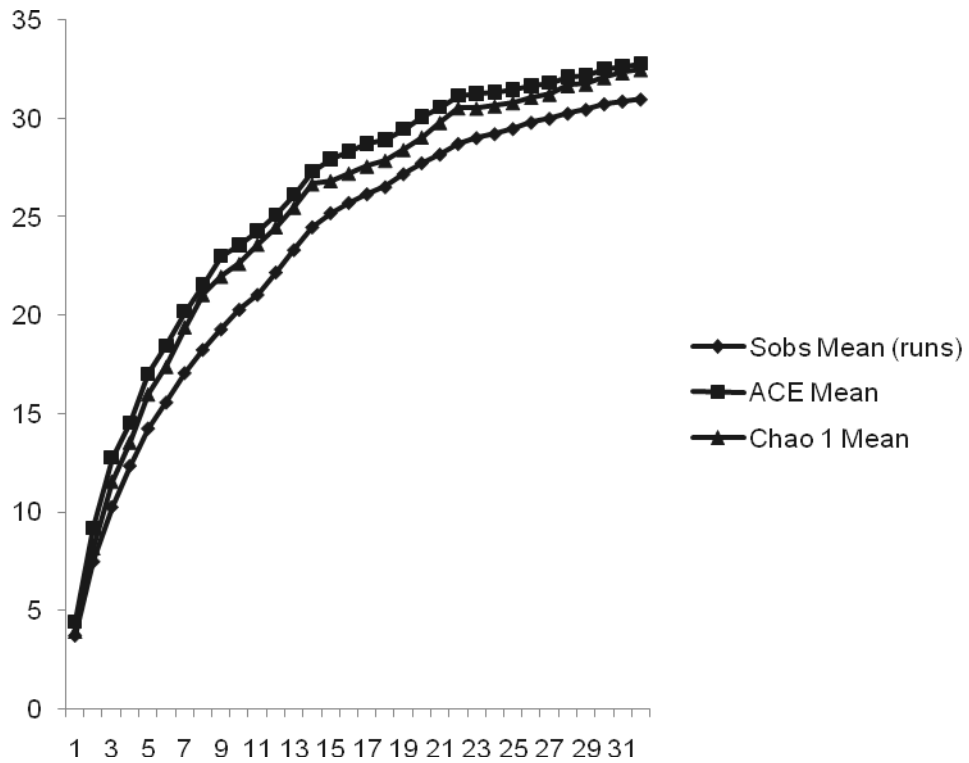


Figura 6. Curva de acumulación de especies de rotíferos en el conjunto de lagos.

## 8.2 Características físicas y químicas de los lagos Mariyú, Socó Redondo y Garzacocho.

En las **Tablas 2 y 3**, se observa como en aguas altas hay un incremento de la profundidad y la transparencia durante este periodo, mientras que la conductividad y los nutrientes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ) tienden a disminuir considerablemente.



**Tabla 2. Parámetros físicos y químicos registrados en la fase de campo.** Prof: Profundidad; Trans: Transparencia; Cond: Conductividad; T: Temperatura; AB: Aguas Bajas; AA: Aguas Altas; MY: Lago Mariyú; GC: Lago Garza Cocha; SR: Lago Soco Redondo; P1: Limnético, P2: Litoral; C: Canal

Estación	Prof (m)	Trans (m)	pH	Cond	T
ABMYP1	1.8	1.02	6.47	281.1	29.6
ABMYP2	0.54	0.54	6.88	280.7	29.4
ABSRP1	2	0.5	2.89	48.1	29.2
ABSRP2	1	0.5	4.18	47.1	30.3
ABSR-C	1.1	0.43	4.47	50.2	30.9
ABGCP1	1.9	0.66	6.24	216.2	31.1
ABGCP2	2.4	0.66	6.24	216.2	31.1
ABGC-C	1.2	0.4	5.69	218.7	33.0
AAMYP1	5.5	0.14	5.50	175.1	26.4
AAMYP2	3.7	0.15	6.40	172.3	26.5
AASRP1	8.5	0.91	6.00	42.5	25.4
AASRP2	2.9	0.89	6.20	43.7	25.4
AASRC	7.5	0.88	6.23	38.8	25.5
AAGCP1	7.5	0.71	5.80	15.1	25.4
AAGCP2	3.1	0.78	3.90	15.7	26.0
AAGC-C	6.6	0.78	5.30	14.4	25.0

**Tabla 3. Concentración de Nutrientes ( $\mu\text{M.L}^{-1}$ ) registradas en cada una de las estaciones durante el estudio.** AB: Aguas Bajas; AA: Aguas Altas; MY: Lago Mariyú; GC: Lago Garza Cocha; SR: Lago Soco Redondo; P1: Limnetico, P2: Litoral; C: Canal.  $\text{NO}_3$ : Nitratos.  $\text{PO}_4$ : Fosfatos.  $\text{NH}_4$ : Amonio.  $\text{SiO}_2$ : Silicatos.

Estación	$\text{NO}_3$	$\text{PO}_4$	$\text{NH}_4$	$\text{SiO}_2$
<b>ABMYP1</b>	0.363	7.358	243.149	13.569
<b>ABMYP2</b>	0.402	7.134	243.401	13.174
<b>ABSRP1</b>	1.739	34.966	76.835	26.195
<b>ABSRP2</b>	1.654	11.490	110.976	25.686
<b>ABSR-C</b>	2.022	26.857	110.775	27.323
<b>ABGCP1</b>	3.957	49.178	796.607	19.153
<b>ABGCP2</b>	2.921	32.624	642.310	19.132
<b>ABGC-C</b>	4.083	12.014	825.361	21.887
<b>AAMYP1</b>	0.058	2.044	137.577	6.896
<b>AAMYP2</b>	0.059	1.982	149.782	7.170
<b>AASRP1</b>	0.071	1.262	57.386	17.687
<b>AASRP2</b>	0.020	12.139	65.136	13.089
<b>AASRC</b>	0.037	25.576	33.847	14.447
<b>AAGCP1</b>	0.031	2.291	6.204	16.690
<b>AAGCP2</b>	0.051	2.050	6.304	20.434
<b>AAGC-C</b>	0.030	3.100	6.497	16.574

Al comparar las conectividades en cada uno de los periodos hidrológicos, se observa como en la conectividad 1, que pertenece al lago Mariyú, no se hallan diferencias significativas en ninguna de las variables medidas en campo pero se observa un aumento en la profundidad, mientras que la transparencia, pH, conductividad, temperatura, nitratos, fosfatos, amonio y sílice, tienden a disminuir. En la conectividad 3 (Lagos Soco Redondo y Garzacochoa en conjunto), se observan diferencias significativas para profundidad, transparencia, conductividad, temperatura, nitratos y amonio. Hay un aumento en la profundidad, transparencia y pH, y una disminución en los demás parámetros físico-químicos registrados (**Tabla 4**).

En cuanto al tipo de conectividad, la conectividad Tipo 3 presenta los mayores valores de las variables físico-químicas medidas, a excepción del pH, que es mayor en la conectividad Tipo 1 (**Tabla 5**).

Por el reducido número de datos, al observar cada sistema por separado, es decir, lago por lago no se encuentra diferencias significativas para ninguna de las variables. Sin embargo las variables tienden a cambiar debido al periodo hidrológico (**Tabla 6**).

Con los datos registrados en campo los lagos estudiados se clasificaron según el tipo de agua en: Aguas Blancas (Tipo I) y Aguas Negras (Tipo I y II) (**Tabla 7**).

Para el Análisis de Componentes Principales (PCA), se tuvo en cuenta los dos primeros componentes, debido a que explican el 72.5% de la varianza de las variables originales. Mediante este análisis y semejante a los resultados estadísticos, se observan bien definidos los periodos de aguas bajas y aguas altas. Se muestra como la mayoría de las variables físico-químicas se asocian con el periodo de aguas bajas, mientras que la transparencia y la profundidad se asocian con el periodo de aguas altas. Además de asociar al lago Mariyú, en los dos periodos hidrológicos, con el pH y la conductividad, y con una relación negativa con los nutrientes y demás parámetros físico-químicos, sobretodo en el periodo de aguas altas (**Figura 7**).

**Tabla 4. Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los tipos de conectividad (1 y 3) en cada uno de los periodos hidrológicos.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conexión indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. Códigos de las variables físico-químicas se encuentran en las Tablas 2 y 3.

	<u>Conectividad 1</u>									<u>Conectividad 3</u>								
	Prof	Trans	pH	Cond	T°	NO3	PO4	NH4	SiO2	Prof	Trans	pH	Cond	T°	NO3	PO4	NH4	SiO2
U de Mann-Whitney	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	
Z	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-2.31	-2.34	-0.29	-2.32	-2.32	-2.31	-2.02	-1.55	-1.73
Sig. asintót. (bilateral)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.02	0.02	0.77	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.08
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	0.89	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	0.06	<b>0.03</b>	0.11
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<u>Aguas bajas</u>																		
Promedio	1.17	0.78	6.67	280.92	29.54	0.38	7.25	243.28	13.37	1.83	0.58	4.89	131.90	30.40	2.57	32.06	406.68	22.54
CV	76.15	43.51	4.36	0.10	0.52	7.21	2.19	0.07	2.09	32.38	15.93	33.79	73.78	2.93	42.52	48.48	90.21	17.44
<u>Aguas altas</u>																		
Promedio	4.6	0.145	5.95	173.7	26.45	0.059	2.013	143.68	7.033	5.50	0.82	5.48	29.24	25.56	0.04	4.44	33.76	16.98
CV	27.67	4.877	10.7	1.1747	0.034	1.209	2.178	6.0066	2.755	53.03	11.46	19.41	54.69	1.25	52.06	116.21	94.54	17.89

**Tabla 5. Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los tipos de conectividad.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conexión indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. Códigos de las variables físico-químicas se encuentran en las Tablas 2 y 3.

	<u>Tipo de conectividad</u>								
	Prof	Trans	pH	Cond	T°	NO3	PO4	NH4	SiO2
U de Mann-Whitney	13.00	10.00	5.00	4.00	14.00	14.00	8.00	8.00	2.00
Z	-0.51	-1.02	-1.87	-2.04	-0.34	-0.34	-1.36	-1.36	-2.38
Sig. asintót. (bilateral)	0.61	0.31	0.61	0.04	0.73	0.73	0.17	0.17	0.02
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.68	0.37	0.07	<b>0.05</b>	0.81	0.81	0.21	0.21	<b>0.02</b>
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Conectividad 1

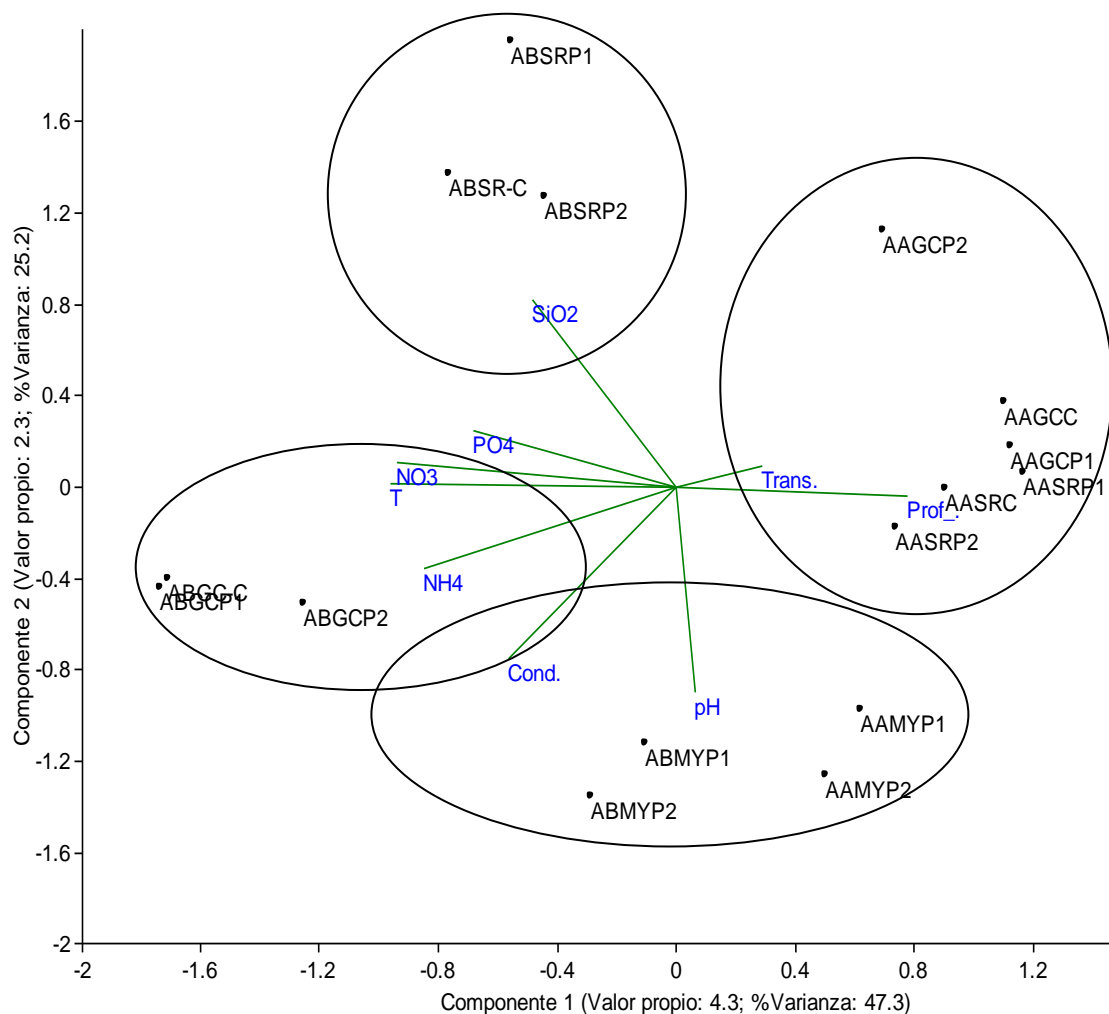
Promedio	2.89	0.46	6.31	227.3	28	0.22	4.63	193.5	10.2
CV	75.4	89.9	9.21	27.24	6.38	85.1	65.3	29.83	35.9
<u>Conectividad 3</u>									
Promedio	3.66	0.7	5.18	80.59	28	1.31	18.3	220.2	19.8
CV	75.5	22.2	25.5	105.2	9.58	117	100	142.1	22.3

**Tabla 6. Estadístico de Mann-Whitney para cada uno de los lagos en cada uno de los periodos hidrológicos.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conexión indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. Códigos de las variables físico- químicas se encuentran en las Tablas 2 y 3.

	<u>Soco Redondo</u>									<u>Garzacochoa</u>								
	Prof	Trans	pH	Cond	T°	NO3	PO4	NH4	SiO2	Prof	Trans	pH	Cond	T°	NO3	PO4	NH4	SiO2
<b>U de Mann-Whitney</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
<b>Z</b>	-1.55	-1.63	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-0.78	-1.55	-1.55	-1.55	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.55	-1.55	-1.55	0.00
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	0.12	0.10	0.12	0.02	0.02	0.02	0.44	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	1.00
<b>Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]</b>	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	1.00
<u>Aguas bajas</u>																		
<b>Promedio</b>	1.50	0.50	3.53	47.63	29.77	1.70	23.23	93.91	25.94	2.15	0.66	6.24	216.23	31.13	3.44	40.90	719.46	19.14
<b>CV</b>	47.14	0.00	25.77	1.47	2.51	3.54	71.47	25.71	1.39	16.44	0.00	0.00	0.00	0.00	21.30	28.62	15.16	0.08
<u>Aguas altas</u>																		
<b>Promedio</b>	5.70	0.90	6.10	43.08	25.40	0.05	6.70	61.21	15.39	5.30	0.75	4.85	15.40	25.73	0.04	2.17	6.25	18.56
<b>CV</b>	69.47	1.57	2.32	1.97	0.29	79.26	114.79	8.95	21.13	58.70	6.64	27.70	2.37	1.71	34.49	7.85	1.13	14.26

**Tabla 7. Tipos de agua en los sistemas trabajados, indicando los ambientes según las escalas de variables que los definen (con base en Duque *et al.* 1997).**

Tipo de Agua	Ambiente	Descripción	Variables Diagnósticas
Aguas Blancas Tipo I	<u>Mariyú</u>	En los lagos similares condiciones al río; tienen alta transparencia y baja turbidez y de sólidos disueltos. Tienen altos valores de biomasa fitoplanctónica.	pH: 5.2 - 7.1
			Cond: 135 – 220
			Transp: 20 – 110
			Turbidez: 3.2 - 59.6
			Cationes: 1.1 - 2.12
			Aniones: 1.41 - 2.20
			Sol. Susp.: 3.1- 20.1
Aguas Negras Tipo I	<u>Garza Cocha</u>	Aguas de origen Amazónico, con grados de mineralización de las aguas moderado. Los valores más altos de esta variable están relacionados con actividad humana. El pH es ligeramente ácido a neutro. Transparencia media	Cla-a: 2.3 - 23.6
			pH: 6.0 - 7.1
			Cond. 20.0 - 45.0
			Transp: 25 -70
			Turbidez: 9.3 - 40.6
			Cationes: 1.17 - 0.82
Aguas Negras Tipo II	<u>Socó Redondo</u>	Aguas de origen Amazónico, con baja mineralización de las aguas, baja transparencia pH ácido a medianamente ácido, alta turbiedad, y mediana cantidad de sólidos en suspensión	pH: 5.1
			Cond: 40.0
			Transp: 67.0
			Turbidez: 6.3
			Cationes: 0.44
			Aniones: 0.55
			Sol. Sus.: 2.7
			Cla-a: 4.7



**Figura 7. Análisis de Componentes Principales (PCA) para las variables físico-químicas.** Códigos se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

### Clorofila-a

Analizando la biomasa algal registrada por Duque *et al.* (2009) para los mismos momentos de muestreo del presente estudio, se observa como los lagos tienden a disminuir su nivel trófico en el época de aguas altas, asociado al aumento del nivel del agua y el efecto de dilución en los nutrientes (**Tabla 8**).

**Tabla 8. Ordenación del nivel trófico de los lagos, teniendo en cuenta a Contreras-Espinosa *et al.* (1994).** Los datos corresponden al valor medio obtenido para cada sistema (mg/L de clorofila-a).

LAGO	Aguas Bajas		Aguas Altas	
	Cl-a (mg/L)	Categoría	Cl-a (mg/L)	Categoría
MARIYÚ	2.85	α Mesotrófico	0.18	α Oligotrófico
SOCO REDONDO	5.47	α Mesotrófico	0.75	β Oligotrófico
GARZACOCHA	12.22	β Mesotrófico	0.60	β Oligotrófico

### 8.3 Estructura de la comunidad.

#### 8.3.1 Composición taxonómica

En las **Tablas 9, 10 y 11**, se presenta la lista de especies de cladóceros, copépodos y rotíferos encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa, estaciones de muestreo en las que se encontraron y su distribución geográfica.

Se registraron seis familias de cladóceros, cinco para el orden Anomopoda y una para el orden Ctenopoda, destacándose por su riqueza los Sididae y Moinidae, particularmente los géneros *Diaphanosoma* (cuatro especies) y *Moina* (dos especies) (**Figura 8**). Para los copépodos se registraron tres especies: dos de la familia Cyclopidae y una de la familia Diaptomidae. Para rotíferos se reportan 13 familias de la clase Monogononta, ocho para el Orden Ploima y cinco del orden Flosculariacea, también siete morfoespecies de Bdelloidea; destacándose por su riqueza las familias Brachionidae (nueve especies) y Lecanidae (siete especies) (**Figura 9**).

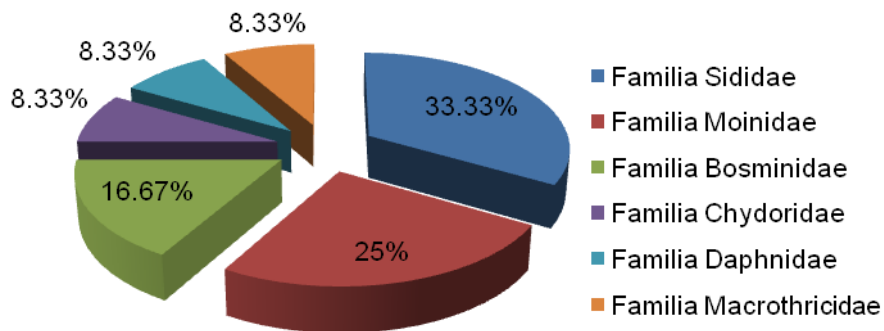


Figura 8. Porcentaje de riqueza según las familias de cladóceros, para el conjunto de lagos.

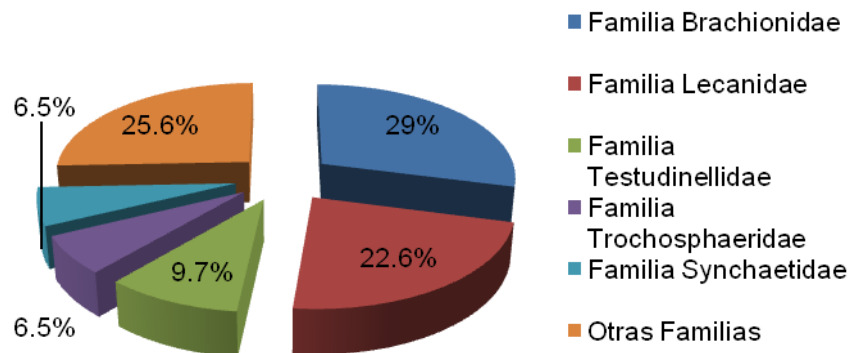


Figura 9. Porcentaje de riqueza según las familias de rotíferos para el conjunto de lagos.

**Tabla 9. Lista de cladóceros registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.** DG: Distribución geográfica: AFR: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AUS: Región Australiana; NEA: Región Neártica; NEO: Región Neotropical; ORI: Región Oriental; PAC: Región Pacífica; PAL: Región Paleártica. Elmoor-Loureiro, L 1998; 2000 Gutiérrez, M. 2000; López *et al* 2008, Duque *et al.* 1997. (?): Sin datos o datos insuficientes. RC: Reportes para Colombia: C1: Duque, S. *et al.* 1997; C2: Baron-Rodríguez, M. *et al.* 2007; C3: González-Bermúdez 2007; C4: Solarte 2008; Gallo-Sánchez *et al.*, 2009; C6: Pantoja, A., 2010; C7: Henao, 2010.

TAXA	CODIGO	DG	DC	PUNTOS EN DONDE SE ENCONTRO
<b>ORDEN ANOMOPODA</b>				
<b>Chydoridae</b>				
<i>Kurzia latissima</i> (Kura, 1874)	<i>K.lat</i>	Neo?	C2, C4	III, IV, V, VI, VII, VIII
<b>Bosminidae</b>				
<i>Bosminopsis deitersi</i> (Ricahard, 1895)	<i>B.dei</i>	Neo	C1, C2, C3, C4, C5	II, III, IV, V, VI, VII, VIII
<b>Daphnidae</b>				
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (P. E. Müller, 1867)	<i>C.lat</i>	Neo	C3	VII
<b>Moinidae</b>				
<i>Moina minuta</i> (Hnasen, 1899)	<i>M.min</i>	Neo	C1, C2, C3, C4, C5	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII
<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)	<i>M.mic</i>	Ad	C2, C3, C4	I, IV, VII, VIII
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	<i>Mo.mac</i>	Neo, Afr, Aus	C2, C3, C4	II
<b>Macrothricidae</b>				
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	<i>Ma.lat</i>	?	?	II
<b>ORDEN CTENOPODA</b>				
<b>Sididae</b>				
<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korineck, 1981)	<i>D.bir</i>	Neo, Nea, Hol	C3, C5	VI, VIII
<i>Diphanosoma polypina</i> (Korovchinsky, 1982)	<i>D.pol</i>	Neo	C3	I, VI
<i>Diphanosoma spinolosum</i> (Herbst, 1967)	<i>D.spi</i>		C1, C2, C3, C4, C5	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII
<i>Diaphanosoma brevireme</i> (Sars, 1901)	<i>D.bre</i>	Neo	C1, C2, C3, C4	II, IV

**Tabla 10. Lista de copépodos registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.** DG: Distribución geográfica: AFR: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AUS: Región Australiana; NEA: Región Neártica; NEO: Región Neotropical; ORI: Región Oriental; PAC: Región Pacífica; PAL: Región Paleártica. Elmoor-loureiro, L 1998; 2000 Gutiérrez, M. 2000; López *et al* 2008, Duque *et al.* 1997. (?): Sin datos o datos insuficientes. RC: Reportes para Colombia: C1: Duque, S. R *et al.* 1997; C2: Gaviria y Aranguren 2007; C3: Solarte 2008; C4: Gallo-Sánchez *et al.* 2009. C5: Pantoja 2010; C6: Henao 2010.

TAXA	CODIGO	DG	DC	PUNTOS EN DONDE SE ENCONTRO
<b>ORDEN CALANOIDA</b>				
<b>Diaptomidae</b>				
<i>Notodiaptomus paraensis</i> (Dussart, 1985)	<i>N.par</i>	Neo	C6	II, III, IV, V, VI, VII, VIII
<b>ORDEN CYCLOPOIDA</b>				
<b>Cyclopidae</b>				
<i>Mesocyclops laticornis</i> (Lowndes, 1934)	<i>M.lat</i>	Neo	C2	II, III, IV, V, VI, VII, VIII
<i>Mesocyclops venezolanus</i> (Dussart, 1987)	<i>M.ven</i>	Neo	C2, C3, C4	IV, V, VI, VII



**Tabla 11. Lista de Rotíferos registrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa.** Distribución geográfica según zonas Segers 2007, (DG): AFR: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AUS: Región Australiana; NEA: Región Neártica; NEO: Región Neotropical; ORI: Región Oriental; PAC: Región Pacífica; PAL: Región Paleártica. Elmoor-Loureiro L 1998; 2000 Gutiérrez M. 2000; López *et al.* 2008. Códigos ver tabla 1. Reportes para Colombia (RC): C1: Hauer 1956; C3: Becerra 1999; C7: Gutiérrez-Moreno *et al.* 2005; C8: Gallo-Sánchez *et al.* 2009; C10: Guevara *et al.* 2009. Reportes para la Amazonía Colombiana: C2: Vargas 1996; C4: Andrade-Sossa 2001; C5: Rodríguez 2003; C6: González-Bermúdez 2007; C9: Vélez Alegría 2008; C11: Pinilla *et al.* 2007; C12: Pantoja 2010; C13: Cohen 2010.

	CODIGO	DG	RC	PUNTOS DONDE SE ENCONTRO
<b>CLASE DIGONONTA</b>				
<b>ORDEN BDELLOIDEA</b>				
<b>CLASE MONOGONONTA</b>				
<b>ORDEN PLOIMA</b>				
<b>Familia Gastropidae</b>				
<i>Ascomorpha ecaudis</i> (Perty, 1850)	<i>A.eca</i>	AFR, AUS, NEA, ORI, PAL	C5	III,IV
<b>Familia Asplanchnidae</b>				
<i>Asplanchna sieboldii</i> (Leydig, 1854)	<i>A.sie</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C3, C4, C5, C8, C9, C12, C13	V,VI
<b>Familia Brachionidae</b>				
<i>Bra. Ahlstromi</i> (Lindeman, 1939)	<i>B.ahl</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI	C3, C4, C5, C6, C8, C9, C12, C13	I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII
<i>Bra. caudatus f. insuetus</i> (Ahlstrom, 1940)	<i>B.ins</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI	C4, C5, C12	VII,VIII
<i>Bra. falcatus</i> (Zacharias, 1898)	<i>B.fal</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C12, C13	I,III,VII
<i>Bra. leydigii rotundus</i> (Rousselet, 1907)	<i>B.ley</i>	AUS, ORI, PAL	?	VI, VII, VIII
<i>Bra. mirus</i> (Daday, 1905)	<i>B.mir</i>	NEO	C5, C12	I,III
<i>Bra. urceolaris urceolaris</i> (Müller, 1773)	<i>B.urc</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI	C7, C8, C9, C12, C13	VI,VII
<i>Pla. palulus macracanthus</i> (Daday, 1905)	<i>P.pal</i>	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C9, C13	I,II,III,IV,VI
<i>Platylas quadricornis qua.</i> (Ehrenberg, 1832)	<i>P.qua</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C1, C4, C5, C6, C9, C12	I,II
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)	<i>K.ame</i>	AFR, AUS, NEA, ORI, PAC, PAL	C4, C5, C6, C7, C9, C10, C13	II
<b>Familia Epiphaniidae</b>				
<i>Epiphanes clavulata</i> (Ehrenberg, 1832)	<i>E.cla</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C5, C6, C9, C13	IV
<b>Familia Lecanidae</b>				
<i>Lecane sp1</i>	<i>L.sp1</i>			II
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	<i>L.bul</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C3, C4, C5, C6, C9, C12, C13	I,II,III,IV,VI,VII
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	<i>L.cor</i>	ORI, PAL, PAC	C1, C4, C5, C6, C9, C12, C13	I,II
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	<i>L.cur</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C1, C4, C5, C6, C9, C12, C13	I,II,IV,V
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	<i>L.ham</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C1, C5, C6, C9, C13	VIII
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	<i>L.pap</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C1, C4, C5, C6, C9, C13	I,II,IV,V
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	<i>L.qua</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C1, C4, C5, C6, C9, C13	I
<b>Familia Colurellidae</b>				
<i>Lep. rhomboides rhomboides</i> (Gosse, 1886)	<i>L.rho</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C4, C5	I,II
<b>Familia Synchaetidae</b>				
<i>Polyarthra dolichoptera</i> cf (Idelson, 1925)	<i>P.doli</i>	AFR, AUS, NEA, ORI, PAC, PAL	C12, C13	I,III,IV,V,VI,VII
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	<i>S.pec</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C12, C13	III,IV
<b>Familia Trichocercidae</b>				
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	<i>T.cyl</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C9, C13	III,IV,V,VI,VII,VIII
<b>ORDEN FLOSCULARIACEA</b>				
<b>Familia conochilidae</b>				
<i>Conochilus sp</i>	<i>Con.Sp</i>			VIII
<b>Familia Hexarthridae</b>				
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i> (Hauer, 1953)	<i>H.bra</i>	AFR, NEO (brasiliensis auct.)	C3, C4, C5, C6, C9, C11, C12, C13	IV,V,VI,VII
<b>Familia Flosculariidae</b>				
<i>Ortotrocha sp1.</i>	<i>O.sp1.</i>			VI,VII
<b>Familia Trochosphaeridae</b>				
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	<i>F.ion</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C2, C3, C4, C5, C12, C13	VI,VII,VIII
<i>Filinia saltator</i> (Gosse, 1886)	<i>F.sal</i>	AFR, NEO, PAL	C1, C4, C5, C6, C9, C12, C13	II,III,IV,VI,VII,VIII
<b>Familia testudinellidae</b>				
<i>Tes. dendradena</i> (Beauchamp, 1955)	<i>T.den</i>	AFR, NEO, ORI	C4, C5, C9, C12, C13	I,II,V,VI
<i>Tes. mucronata hauerensis</i> (Gosse, 1886)	<i>T.hau</i>	AFR, NEO, ORI	C4, C5, C6, C9, C12, C13	II,IV,V,VI,VII
<i>Test. patina</i> (Hermann, 1783)	<i>T.pat</i>	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C12, C13	VI,VII

Para los cladóceros se encontraron cuatro especies constantes, una especie accesoria y seis accidentales, destacándose por su abundancia promedio la especie *Moina minuta* (Tabla 12). Mientras que en los copépodos, las tres especies registradas y los estadios inmaduros (nauplios y copepoditos) resultaron ser constantes, y se destacan por su abundancia promedio los estadios inmaduros (Tabla 13).

Para rotíferos se hallaron tres especies constantes, 10 accesorias y 19 accidentales destacándose por su densidad promedio *Brachionus ahlstromi* y el orden Bdelloidea (Tabla 14).

**Tabla 12. Densidad promedio (DP: Ind/m<sup>3</sup>), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los cladóceros encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio.** Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25% (según Vásquez y Rey 1992).

TAXA	DP	IC %	AR %
<i>Moina minuta</i> (Hansen, 1899)	693.75	81.25	47.60
<i>Bosminopsis deitersi</i> (Ricahard, 1895)	103.91	75.00	7.13
<i>Diphanosoma spinolosum</i> (Herbst, 1967)	189.32	68.75	12.99
<i>Kurzia latissima</i> (Kura, 1874)	50.78	62.50	3.48
<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)	133.33	25.00	9.15
<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korineck, 1981)	141.41	18.75	9.70
<i>Diphanosoma polypina</i> (Korovchinsky, 1982)	106.25	12.50	7.29
<i>Diaphanosoma brevireme</i> (Sars, 1901)	25.78	12.50	1.77
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (P. E. Müller, 1867)	1.56	6.25	0.11
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	11.20	6.25	0.77
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	0.26	6.25	0.02

**Tabla 13. Densidad promedio (DP: Ind/m<sup>3</sup>), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los copépodos encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio.** Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25% (según Vásquez y Rey 1992).

TAXA	DP	IC %	AR %
Copepoditos	310.42	100.00	22.08
Nauplios	810.42	100.00	57.65
<i>Mesocyclops laticornis</i> (Lowndes, 1934)	134.64	62.50	9.58
<i>Notodiptomus paraensis</i> (Dussart, 1985)	100.52	56.25	7.15
<i>Mesocyclops venezolanus</i> (Dussart, 1987)	49.74	50.00	3.54

**Tabla 14. Densidad promedio (DP: Ind/m<sup>3</sup>), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los Rotíferos encontrados en los lagos Mariyú, Soco Redondo y Garzacochoa durante el estudio.** Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25% (según Vásquez y Rey 1992).

TAXA	DP	IC %	AR %
Orden Bdelloidea	384.11	100	33.15
<i>Brachionus ahlstromi</i> (Lindeman, 1939)	329.17	68.75	28.41
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	16.15	50	1.39
<i>Filinia saltator</i> (Gosse, 1986)	71.09	43.75	6.14
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	102.60	43.75	8.86
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	14.84	37.5	1.28
<i>Brachionus leydigii rotundus</i> (Rousselet, 1907)	23.96	31.25	2.07
<i>Plationus patulus macracanthus</i> (Daday, 1905)	44.27	31.25	3.82
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	58.33	31.25	5.03
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	16.93	31.25	1.46
<i>Testudinella mucronata hauerensis</i> (Gosse, 1986)	6.77	31.25	0.58
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i> (Hauer, 1953)	5.21	25	0.45
<i>Testudinella dendradena</i> (Beauchamp, 1955)	2.34	25	0.20
<i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1898)	4.17	18.75	0.36
<i>Platyias quadricornis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	1.82	18.75	0.16
<i>Lecane cornuta</i> (Muller, 1786)	3.13	18.75	0.27
<i>Filinia longiseta</i> ((Ehrenberg, 1834)	9.90	18.75	0.85
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	1.04	18.75	0.09
<i>Asplanchna sieboldii</i> (Leydig, 1854)	0.78	12.5	0.07
<i>Brachionus caudatus</i> f. <i>insuetus</i>	38.54	12.5	3.33
<i>Brachionus urceolaris urceolaris</i> (Müller, 1773)	3.13	12.5	0.27
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	0.78	12.5	0.07
<i>Lepadella rhomboides rhomboides</i> (Gosse, 1886)	0.78	12.5	0.07
<i>Ascomorpha ecaudis</i> (Perty, 1850)	4.95	12.5	0.43
c.f <i>Ortotroca</i>	1.82	12.5	0.16
<i>Brachionus mirus</i> (Daday, 1905)	0.52	6.25	0.04
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)	0.26	6.25	0.02
<i>Epiphanes clavulata</i> (Ehrenberg, 1832)	0.26	6.25	0.02
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	5.21	6.25	0.45
<i>Lecane</i> sp.1	0.26	6.25	0.02
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	1.30	6.25	0.11
<i>Conochilus</i> sp.	4.17	6.25	0.36

### 8.3.2 Variación espacial y temporal de la riqueza y abundancia del ensamblaje zooplanctónico.

El estadístico de Mann-Whitney evidenció que para los cladóceros y copépodos hay diferencias significativas en la densidad, la riqueza y diversidad de Shannon en la conectividad tipo 3, pero no en la conectividad tipo 1. El número de especies fue menor en el sistema de mayor conectividad (**Tabla 15**)

Al analizar los tipos de conectividad, se puede notar que hay diferencias significativas en cada uno de los parámetros de diversidad medidos, además de observarse que la conectividad Tipo 3, presenta los mayores valores de riqueza y densidad para los micro-crustáceos planctónicos (**Tabla 16**).

**Tabla 15. Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustáceos planctónicos, entre periodos de muestreo para cada tipo de conectividad con el río Amazonas.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Conectividad 1</u>				<u>Conectividad3</u>			
	N	S	H'	J	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	3	4.5	5.5	5.5	0	3	12	25
Z	-1.44	-1.11	-0.77	-0.77	-3.36	-3.10	-2.10	-0.74
Sig. asintót. (bilateral)	0.15	0.27	0.44	0.44	0.001	0.002	0.036	0.462
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.2	0.343	0.486	0.486	<b>0.00</b>	<b>0.001</b>	<b>0.038</b>	0.505
N	8	8	8	8	16	16	16	16
<u>Aguas bajas</u>								
Promedio	1216.7	3.0	0.54	0.42	8624.0	7.6	1.43	0.70
CV	111.6	47.1	78.89	77.27	52.1	18.5	21.40	15.06
<u>Aguas altas</u>								
Promedio	120.8	1.8	0.30	0.22	3854.2	6.0	1.36	0.77
CV	80.1	85.7	200.00	200.00	89.0	28.2	19.52	12.70

**Tabla 16. Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustaceos planctónicos, entre tipos de conectividad con el río Amazonas.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Tipo de conectividad</u>			
	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	25	10.5	16	28
Z	-2.39	-3.32	-2.95	-2.21
Sig. asintót. (bilateral)	0.017	0.001	0.003	0.027
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	<b>0.016</b>	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>	<b>0.027</b>
N	24	24	24	24
<u>Conectividad 1</u>				
Promedio	668.8	2.4	0.4	0.3

CV	159.5	63.4	118.9	116.5
<u>Conectividad 3</u>				
Promedio	4575	5.9	1.2	0.7
CV	113.6	36.6	34.7	23.2

Al analizar el conjunto de ambientes en aguas bajas y aguas altas, se puede notar que los lagos Soco Redondo, Garzacocha y los canales de acceso, presentan diferencias significativas en su densidad y riqueza; sin embargo, Garzacocha presenta también diferencias en su equitatividad, y los canales diferencias también en el valor del índice de Shannon pero no en la equitatividad. Además se evidencia que en cada uno de los ambientes estudiados presentan mayor riqueza y densidad en aguas bajas, disminuyendo significativamente en aguas altas (**Tabla 17**).

**Tabla 17. Estadístico de Mann-Whitney para micro-crustáceos planctónicos, para cada uno de los lagos muestreados.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacocha. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Soco Redondo</u>				<u>Garzacocha</u>				<u>Canales</u>			
	N	S	H'	J	N	S	H'	J	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	0	0.5	1	4	0	0	4	0	0	0	0	1
Z	-2.31	-2.18	-2.02	-1.16	-2.31	-2.38	-1.16	-2.31	-2.31	-2.34	-2.32	-2.03
Sig. asintót. (bilateral)	0.21	0.29	0.43	0.248	0.021	0.017	0.248	0.021	0.021	0.019	0.02	0.042
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	<b>0.029</b>	<b>0.029</b>	0.57	0.343	<b>0.029</b>	<b>0.029</b>	0.343	<b>0.029</b>	<b>0.029</b>	<b>0.029</b>	<b>0.029</b>	0.057
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<u>Aguas bajas</u>												
Promedio	6835.4	7.0	1.39	0.71	10412.5	8.3	1.47	0.70	3125.0	6.3	1.38	0.76
CV	27.9	26.1	26.37	13.99	56.8	6.1	19.21	18.23	81.3	15.3	11.17	11.23
<u>Aguas altas</u>												
Promedio	179.2	3.5	0.67	0.55	872.9	5.0	1.34	0.84	143.8	1.8	0.36	0.33
CV	33.2	36.9	50.05	39.07	45.1	16.3	12.86	6.16	61.6	85.7	117.20	117.17

En cuanto a rotíferos, el estadístico de Mann-Whitney evidencia que hay diferencias significativas en la densidad y riqueza en la conectividad tipo 3, pero no se presentan en la conectividad tipo 1. Además, en el periodo de aguas bajas hay mayor densidad y riqueza que el periodo de aguas altas (**Tabla 18**).

Mientras que para los tipos de conectividad que se presentan en este estudio, para los rotíferos no se presentan diferencias significativas en cuanto a densidad y riqueza, sin embargo se observa que la abundancia de rotíferos es mayor en la conectividad Tipo 3 y la riqueza es igual para ambos tipos de conectividad (**Tabla 19**).

Al observar cada sistema por separado, el lago Garzacocha presenta diferencias significativas en su densidad. Sin embargo, la riqueza y densidad, siguen siendo mayores en el periodo de aguas bajas (**Tabla 20**).

**Tabla 18. Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, entre períodos de muestreo para cada tipo de conectividad con el río Amazonas.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Conectividad 1</u>				<u>Conectividad3</u>			
	N	S	H'	J	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	6	7	6	7	5	12	25	27
Z	-0.59	-0.30	-0.59	-0.31	-2.83	-2.11	-0.74	-0.53
Sig. asintót. (bilateral)	0.554	0.767	0.554	0.758	0.005	0.035	0.462	0.598
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.686	0.886	0.686	0.886	<b>0.003</b>	<b>0.038</b>	0.505	0.645
N	8	8	8	8	16	16	16	16
<u>Aguas bajas</u>								
Promedio	702.1	4.0	0.62	0.31	1715.6	5.8	1.23	0.74
CV	84.8	102.1	123.96	125.71	83.6	36.9	23.75	14.67
<u>Aguas altas</u>								
Promedio	608.3	4.5	0.81	0.38	243.8	2.9	0.82	0.58
CV	182.2	127.7	115.85	116.76	82.4	84.1	91.70	83.40

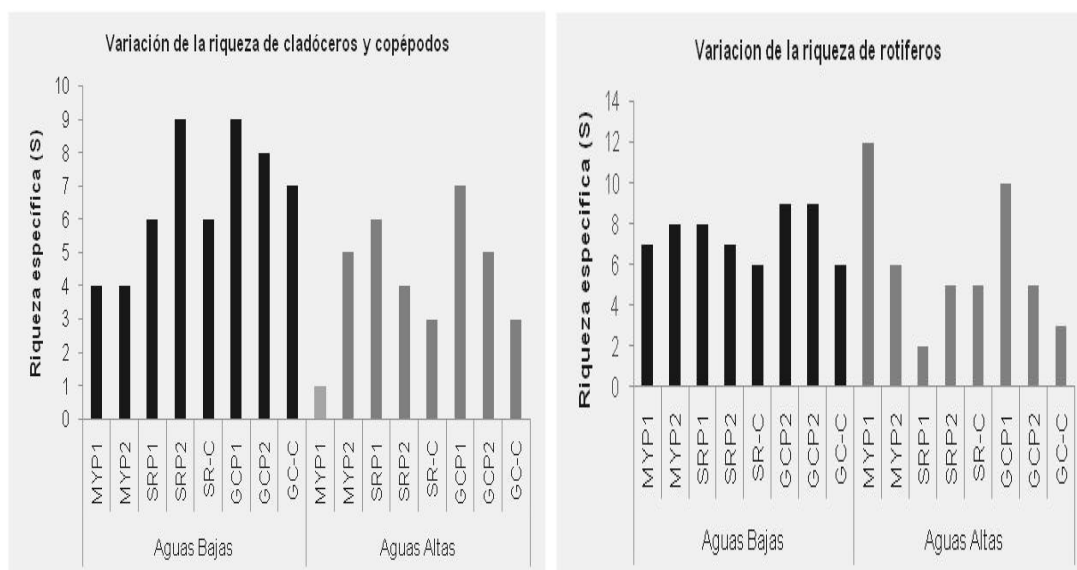
**Tabla 19. Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, entre tipos de conectividad con el río Amazonas.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Tipo de conectividad</u>			
	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	49	60.5	51.5	36
Z	-0.92	-0.22	-0.77	-1.74
Sig. asintót. (bilateral)	0.358	0.829	0.442	0.083
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.383	0.834	0.452	0.093
N	24	24	24	24
<u>Conectividad 1</u>				
Promedio	416.7	4.3	0.7	0.3
CV	115.9	108.7	124.0	121.5
<u>Conectividad 3</u>				
Promedio	623.9	4.3	1.0	0.6
CV	125.4	61.5	59.8	55.8

**Tabla 20. Estadístico de Mann-Whitney para Rotíferos, en cada uno de los lagos muestreados.** Conectividad 1: Conexión directa y flujo temporal-Lago Mariyú. Conectividad 3: Conectividad Indirecta-Lagos Soco Redondo y Garzacochoa. N: Densidad (Ind/m<sup>3</sup>). S: Riqueza. H': Diversidad de Shannon. J: Equitatividad.

	<u>Soco Redondo</u>				<u>Garzacochoa</u>				<u>Canales</u>			
	N	S	H'	J	N	S	H'	J	N	S	H'	J
U de Mann-Whitney	3	2	4	8	0	3	4	4	3	4	4	4
Z	-1.44	-1.75	-1.16	0.00	-2.31	-1.46	-1.16	-1.16	-1.44	-1.19	1.155	1.155
Sig. asintót. (bilateral)	0.149	0.080	0.245	1	0.021	0.14	0.25	0.25	0.149	0.23	0.248	0.248
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.2	0.11	0.343	1	<u>0.029</u>	0.2	0.343	0.343	0.2	0.34	0.343	0.343
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b><u>Aguas bajas</u></b>												
Promedio	375.3	5.4	1.11	0.71	1897.2	6.3	1.03	0.58	1945.0	4.8	1.07	0.60
CV	58.2	50.1	34.30	6.41	24.1	27.3	16.00	19.90	144.7	52.6	68.42	68.50
<b><u>Aguas altas</u></b>												
Promedio	159.2	1.7	0.55	0.47	117.9	4.0	1.16	0.73	385.0	2.8	1.07	0.60
CV	27.3	135.0	136.00	116.00	79.1	54.0	67.50	66.70	96.1	34.8	37.93	3.59

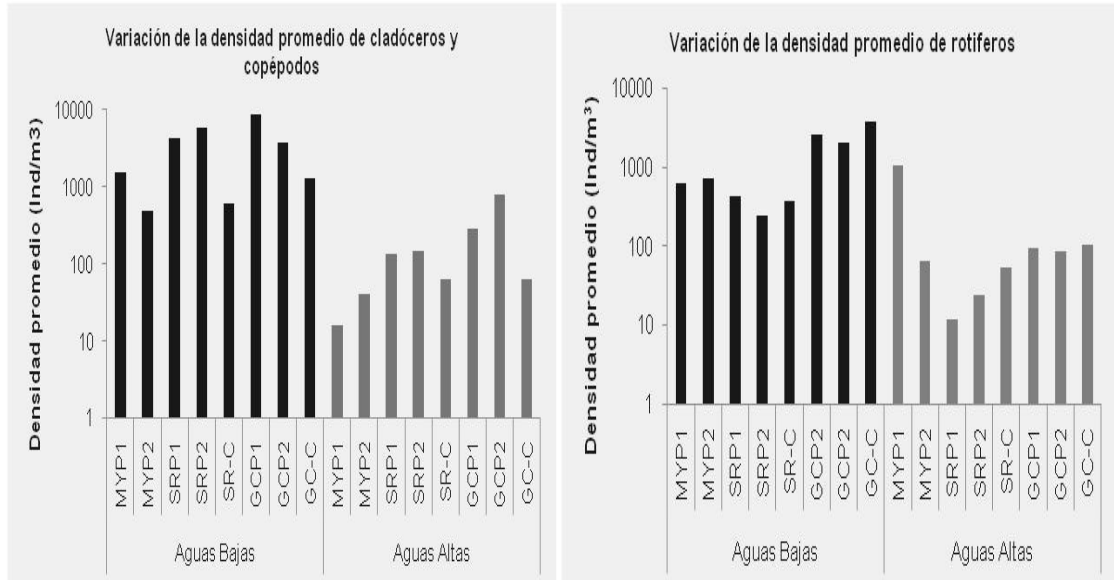
Al observar los lagos en forma independiente, se encuentra como la riqueza tiende a disminuir en el periodo de aguas altas, sin embargo, en los rotíferos aumentaron en las zonas limnéticas de los lagos Mariyú y Garzacochoa, durante el periodo de aguas altas, mientras que para los micro-crustáceos planctónicos, se presenta este aumento en la zona litoral del lago Mariyú (**Figura 10**).



**Figura 10. Variación en la riqueza zooplanctónica registrada.** Códigos se muestran en la Tabla 1.

La densidad tiende a disminuir en el periodo de aguas altas para el ensamblaje zooplanctónico en general, presentándose una disminución muy parecida para los micro-crustáceos planctónicos y para rotíferos (**Figura 11**). La diversidad de Shannon y la equitatividad, para cladóceros y copépodos, presentaron un promedio de 1.41 y 0.71 respectivamente; mientras que para rotíferos 1.36 y 0.76 respectivamente; lo que indica que las diversidades de Shannon para el zooplancton tienen un valor medio bajo y que esto se debe especialmente al reducido número de especies que se registraron durante el estudio y en

segundo lugar a la ausencia de equitatividad. Cabe mencionar, que en los cálculos de diversidad no se incluyeron los estadios inmaduros de los copépodos, ni los Bdelloidea, por no haber podido distinguirlos a nivel de especie.



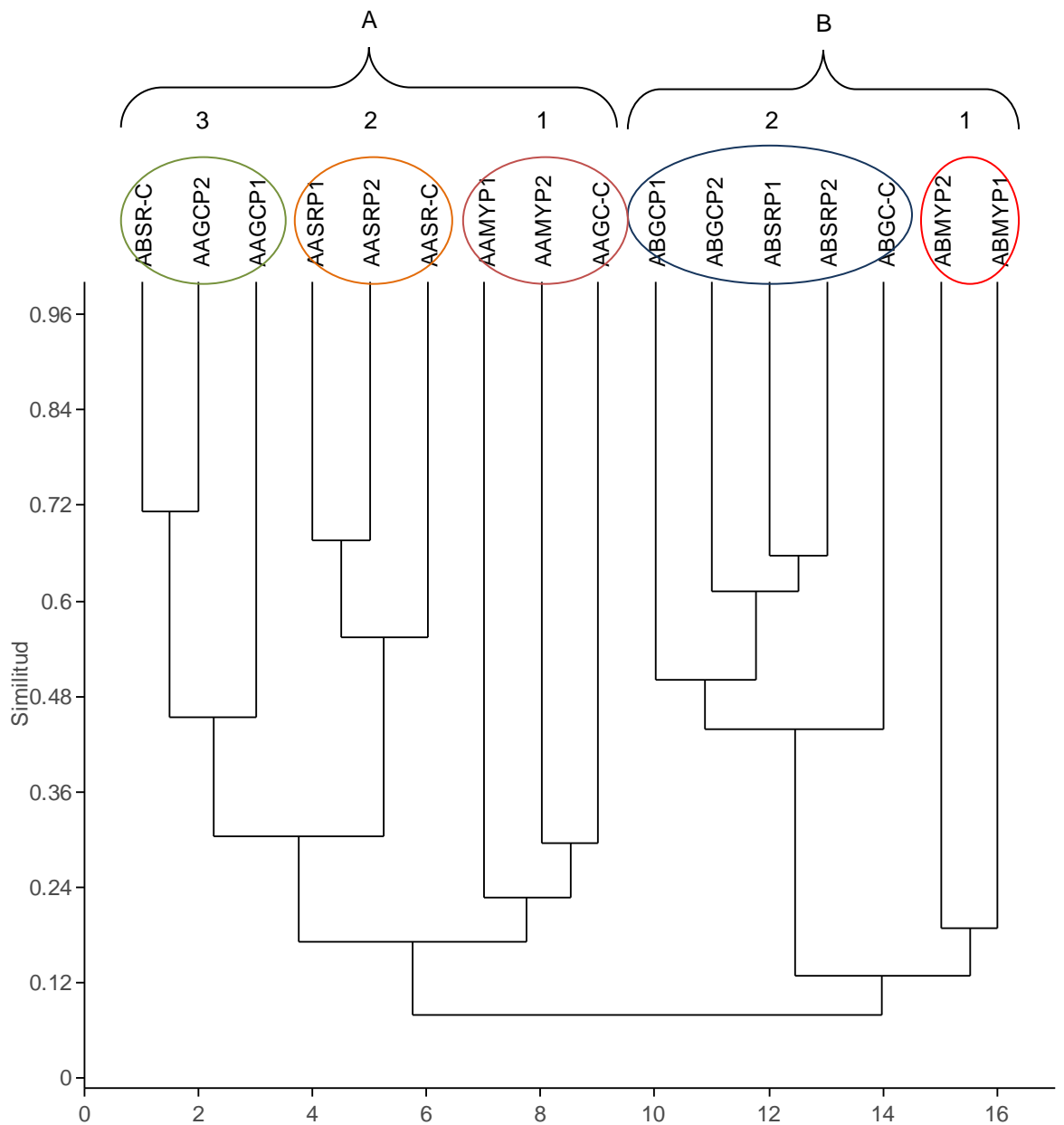
**Figura 11. Variación en la densidad zooplanctónica promedio.** Códigos se muestran en la Tabla 1.

El Índice de similitud de Bray-Curtis para micro-crustáceos zooplanctónicos, muestra dos grandes grupos: el A, que reúne los muestreos del periodo de aguas altas, con excepción del canal de acceso de Soco Redondo en el periodo de aguas bajas; y el B, que agrupa la época de aguas bajas, con similitudes entre periodos menores al 12% (**Figura 12**).

El grupo A está dividido en 3 subgrupos: 1. La zona litoral de Mariyú con el canal de acceso a Garzacochoa, con similitudes por debajo del 34%, y por debajo del 24% con la zona limnetica de Mariyú. 2. El lago Soco Redondo, mostrando una similitud aproximada al 70% entre la zona limnética y litoral y su canal de acceso. 3. Muestra la gran similitud que presenta el canal de acceso de Soco Redondo en el periodo de aguas bajas con la zona litoral de Garzacochoa en agua altas.

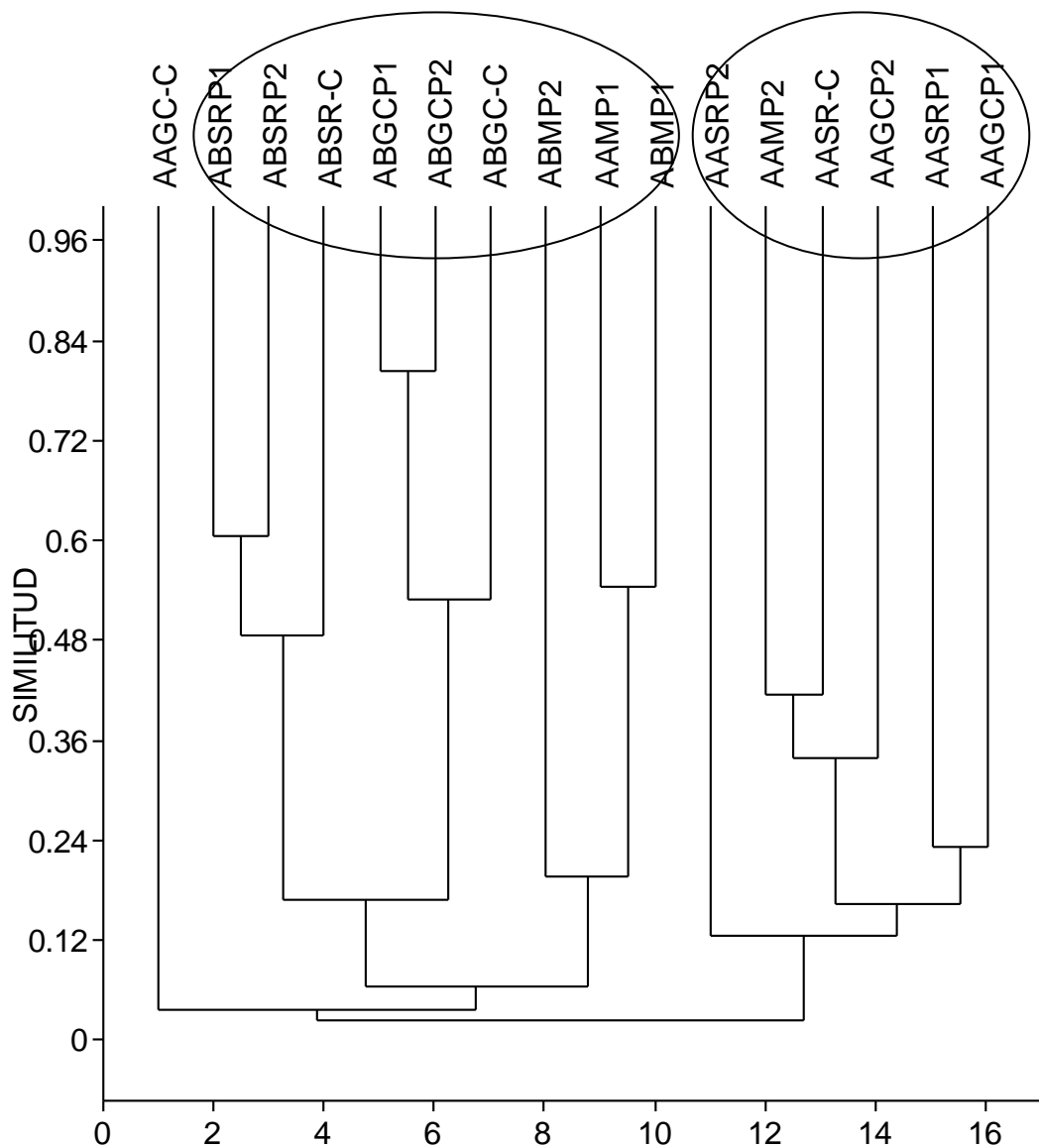
El grupo B, reúne el periodo de aguas bajas y presenta dos subgrupos: 1. Los dos puntos en el lago Mariyú, con una similitud por debajo del 20%. 2. El lago Soco Redondo, muy semejante entre sus puntos limnético y litoral (similitud mayor al 60%), y ambos puntos en el lago Garzacochoa.





**Figura 12. Dendrograma de similitud (UPGMA) con base en el Índice de Bray-Curtis, para micro-crustáceos planctónicos. Códigos en la Tabla 1.**

El dendrograma para rotíferos muestra la formación de dos grupos, separando los periodos de muestreo: aguas altas y bajas. En aguas altas se observan además agrupados los muestreos de acuerdo al lago. Además, se observa una separación total entre el canal de acceso a Garzacochoa en aguas altas con los dos grupos más grandes que se formaron (**Figura 13**).



**Figura 13. Dendrograma de similitud (UPGMA) con base en el Índice de Bray-Curtis para rotíferos.** Los códigos se muestran en la Tabla 1.

El Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA), refleja la importancia de la división temporal, separando el periodo de aguas bajas del periodo de aguas altas, similar al PCA (**Figura 7**) y al Índice de similaridad de Bray-Curtis (**Figuras 12 y 13**), además de estar agrupando los puntos de muestreo con los organismos registrados durante el estudio.

Al observar el DCA para micro-crustáceos planctónicos, se evidencia que la correlación entre especies y puntos de muestreo en el eje 1 es aproximadamente del 66%, el cual tiende a separar el periodo de aguas bajas del periodo de aguas altas, con excepción del canal de acceso de Soco Redondo en aguas bajas que tiene una afinidad con el periodo de aguas altas, sobre todo con la zona limnética de Garzacochoa. También se evidencia la formación de subgrupos, conformados por los puntos en aguas altas del lago Soco Redondo y el canal de acceso a Garzacochoa; la zona limnética y el canal

de acceso en aguas bajas junto con la zona limnética y litoral de Garzacochoa en aguas altas; por último se observa la agrupación entre Garzacochoa, la zona limnética de Soco Redondo (ambos en aguas bajas) y la zona limnética de Mariyú en aguas altas (**Figura 14**).

Mientras que para los rotíferos el DCA, muestra una correlación (Valor propio) entre especies registradas y puntos de muestreo mayor al 90% para el eje 1, el cual tiende a separar aguas bajas y altas. Dentro de este último se segregan a su vez tres de los muestreos de aguas altas en Mariyú (**Figura 15**).

Para complementar estos resultados, se realizó un análisis de correlación entre las abundancias de los componentes del zooplancton y los nutrientes y las variables ambientales registradas en campo (**Tabla 21**). Utilizando el coeficiente de Pearson se observó que 32 especies del zooplancton mostraron alguna relación significativa con las variables físico-químicas registradas. Tomando las debidas precauciones en la interpretación de las correlaciones, considerando que son solo dos muestreos en el tiempo, se puede sugerir que algunas de estas variables podrían condicionar ciertas características ambientales que se relacionarían con los cambios observados en la composición y abundancia del zooplancton.

La Correlación de Pearson entre especies depredadoras y posibles presas, muestra valores significativos entre los copépodos carnívoros, *Mesocyclops laticornis* y *Mesocyclops venezolanus*, y cinco especies de rotíferos de los géneros *Brachionus*, *Fillinia* y *Trycocherca*. La única especie depredadora registrada para los rotíferos es *Asplachna sieboldi*, y presentó una relación significativa con el rotífero *Ortotroca* sp.1 (**Tabla 22**).

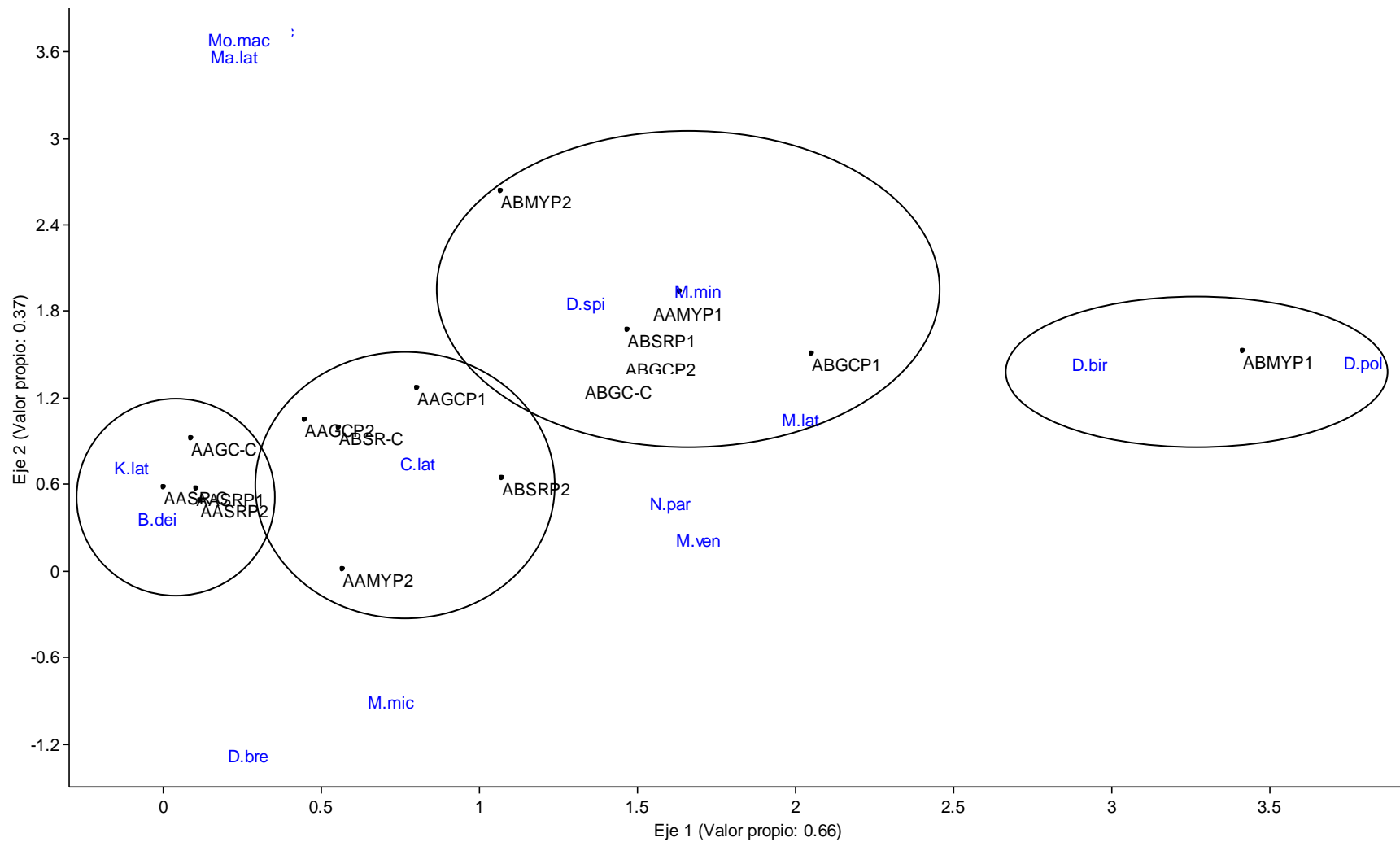


Figura 14. Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA), para micro-crustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos).

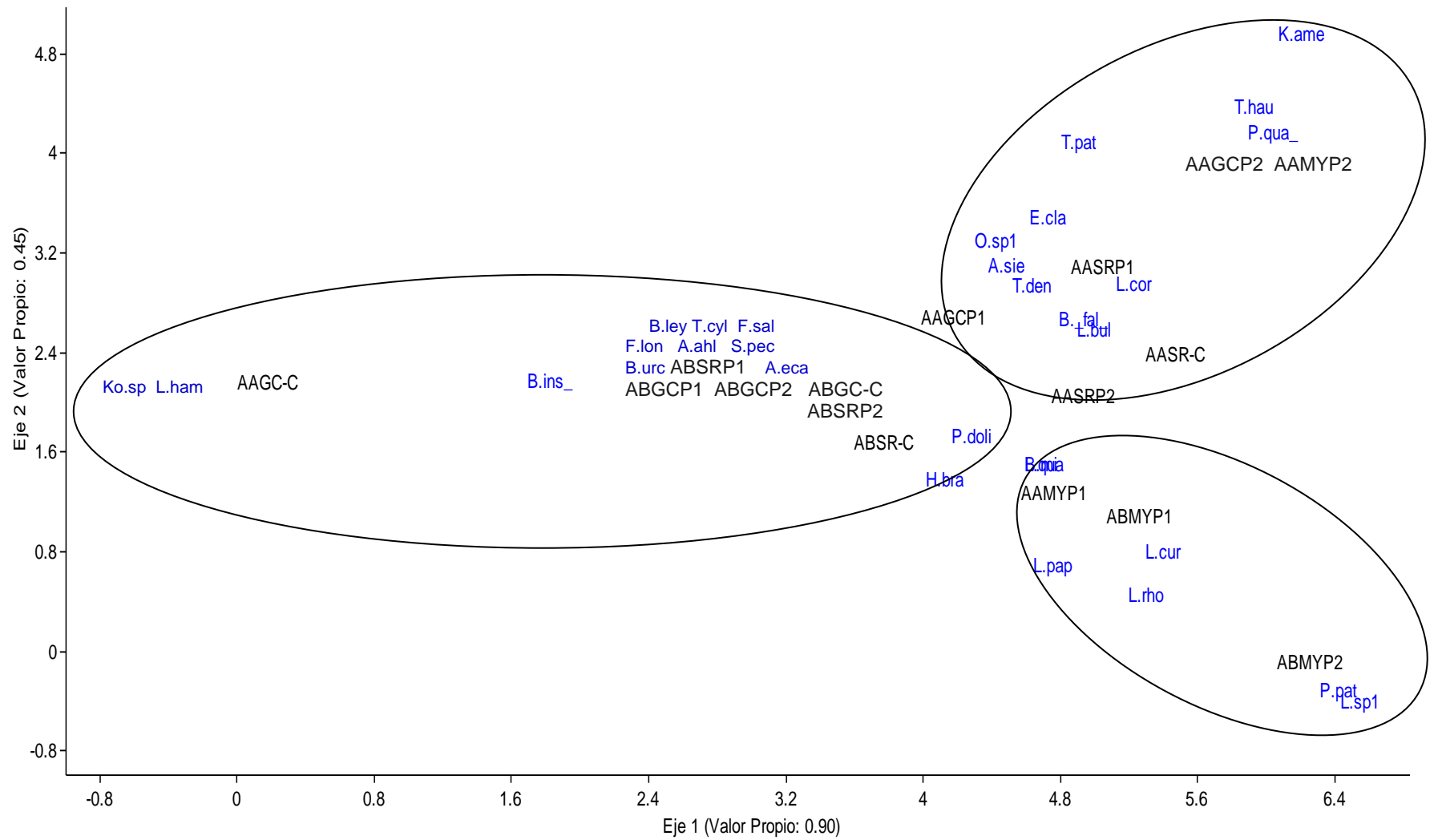


Figura 15. Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA), para rotíferos.

**Tabla 21. Resultados de la correlación de Pearson entre factores ambientales, nutrientes y el zooplancton registrado.** Se muestran sólo los valores estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

	Trans	pH	Cond	T	NO3	PO4	NH4	SiO2
<i>Kurzia latissima</i>		0.03						0.02
<i>Bosminopsis deitersi</i>		0	0.03					0
<i>Moina minuta</i>				0.02	0	0	0.05	0.03
<i>Diaphanosoma birgei</i>					0.03	0.01	0.02	
<i>D. polypina</i>			0.05					
<i>D. spinolosum</i>				0.06	0.03	0.02		
<i>Notodiaptomus parensis</i>				0.02	0	0	0.01	
<i>Mesocyclops laticornis</i>					0	0	0	
<i>M. venezolanus</i>					0.01	0.01	0.02	
<i>Brachionus mirus</i>	0.05							
<i>Brachionus ahlstromi</i>				0	0		0	
<i>Brachionus caudatus f. insuetus</i>				0.05	0.02		0.01	
<i>Brachionus urceolaris urceolaris</i>					0.01	0	0	
<i>Brachionus leydigii rotundus</i>				0.03	0.01		0.01	
<i>Plationus patulus macracanthus</i>			0.05					
<i>Platyias quadricornis quadricornis</i>	0.05							0.02
<i>Keratella americana</i>								
<i>Synchaeta pectinata</i>		0						0.04
<i>Lepadella rhomboides rhomboides</i>	0.05							0.04
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		0						0.04
<i>Epiphanes clavulata</i>								
<i>Lecane cornuta</i>								0.02
<i>Lecane papuana</i>								
<i>Lecane curvicornis</i>			0.05					

<i>Lecane bulla</i>						0.03
<i>Lecane quadridentata</i>	0.05					
<i>Lecane sp.1</i>						
<i>Filinia longiseta</i>			0.01	0	0.01	0
<i>Filinia saltator</i>			0.04	0	0	0
<i>Testudinella dendradena</i>	0.04					0.03
<i>Trichocerca cylindrica</i>			0.01	0	0	0
<i>Polyarthra dolichoptera cf.</i>	0.03					

**Tabla 22. Correlación de Pearson entre depredadores y posibles presas, encontradas durante el estudio.** Se presenta la correlación (R) únicamente con significancias  $p > 0.05$ . \* $p > 0.05$ , \*\* $p > 0.01$ , \*\*\* $p > 0.001$ .

	<i>M.venezolanus</i>	<i>Brachionus ahlstromi</i>	<i>B. urceolaris urceolaris</i>	<i>Filinia longiseta</i>	<i>F. saltator</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Ortotroca sp.</i>
<i>Mesocyclops laticornis</i>	0.89***	0.49	0.96***	0.74***	0.96***	0.81***	
<i>M.venezolanus</i>			0.88***	0.66**	0.84***	0.74***	
<i>Asplanchna sieboldii</i>							0.87***

De acuerdo al hábito alimenticio que presentan los micro-crustáceos planctónicos, se observa que los organismos filtradores y raptoriales presentan más abundancia. Además, durante el periodo de aguas bajas, hay una gran abundancia de organismos filtradores y raptoriales, sin embargo de acuerdo al tipo de conectividad, la conectividad Tipo 3, presenta la mayor abundancia de estos mismos organismos; pero la conectividad tipo 1 muestra predominio de organismos micrófagos y carnívoros en aguas bajas (**Tabla 23**).

En rotíferos se presentaron tres tipos de hábito alimenticio, de los cuales se destacaron por presentar mayor abundancia los organismos trituradores, que tuvieron mayor densidad en la conectividad tipo tres, durante aguas bajas; también se logra observar que los depredadores tienen un aumento durante el periodo de aguas altas en la conectividad tipo 3 y los canales, y en la conectividad tipo 1 no se presentan organismos con este hábito alimenticio (**Tabla 24**).

**Tabla 23. Relación entre los diferentes hábitos alimenticios de los micro-crustáceos planctónicos, entre los diferentes tipos de conectividad y periodo hidrológico.** Datos expresados en Ind/m<sup>3</sup>. C1: Conectividad tipo 1; C3: Conectividad tipo 3. AB: Aguas Bajas, AA: Aguas Altas. PROM: Promedio, CV: Coeficiente de Variación.

CONECTIVIDAD	FILTRADORES		RASPADORES		MICROFAGOS		CARNIVOROS		RAPTORIALES	
	PROM	CV	PROM	CV	PROM	CV	PROM	CV	PROM	CV
C1 AB	1004.2	135.1	2.1	200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.4	78.4
C1 AA	25	94.28	0.0	0.0	2.1	200.0	2.1	200.0	91.67	82.322
C3 AB	4488.5	46.02	62.5	77.4	362.5	68.6	689.6	127.9	3021	56.15
C3 AA	241.67	78.24	79.2	126.4	2.1	185.2	17.7	63.8	185.4	94.175
CANALES AB	729.17	59.74	93.8	115.5	72.9	76.0	58.3	61.7	2171	98.854
CANALES AA	33.333	154.1	29.2	88.2	0.0	0.0	0.0	0.0	81.25	58.844

**Tabla 24. Relación entre los diferentes hábitos alimenticios de los rotíferos, entre los diferentes tipos de conectividad y periodo hidrológico.** Datos expresados en Ind/m<sup>3</sup>. C1: Conectividad tipo 1; C3: Conectividad tipo 3. AB: Aguas Bajas, AA: Aguas Altas. PROM: Promedio, CV: Coeficiente de Variación.

CONECTIVIDAD	TRITURADORES		SUCCIONADORES		DEPREDADORES	
	PROM	CV	PROM	CV	PROM	CV
C1 AB	702.1	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
C1 AA	620.8	119.6	43.8	141.4	0.0	0.0
C3 AB	1427.1	79.9	392.7	64.2	0.0	0.0
C3 AA	254.2	92.1	3.1	200.0	2.1	200.0
CANALES AB	2781.3	113.2	150.0	55.0	0.0	0.0
CANALES AA	810.4	112.3	0.0	0.0	2.1	141.4



## 9. DISCUSIÓN

### 9.1 Variables físicas y químicas

Según Junk y Wantzen (2003) el pulso de inundación gobierna todos los procesos hidrodinámicos, físicos, químicos y biológicos entre el canal de los grandes ríos y la llanura de inundación interconectada. Lo que podría explicar los cambios que se evidenciaron durante el estudio de los 3 lagos, en donde se observó variaciones significativas en la mayoría de los parámetros físico – químicos.

La mayor concentración de nutrientes hallada en el periodo de aguas bajas y evidenciado en el análisis de componentes principales, ha sido atribuido por Carvalho *et al.*, (2001), para lagos con planicies de inundación en la Amazonía brasilera, a que durante éste periodo los ecosistemas son menos profundos y por efecto del viento puede generarse una mayor resuspensión de sedimentos, transporte de partículas de mayor tamaño e incidencia de sedimentos que están en procesos de descomposición, por lo cual las concentraciones de nitratos, fosfatos, silicatos y amonio aumentan en la columna de agua.

Los mayores valores promedio de pH y conductividad en el lago Mariyú, con respecto a los demás lagos, están relacionados con la conexión directa que presenta con el río Amazonas y por lo tanto una mayor mezcla con aguas blancas de origen andino, barrosas, turbias, con alta carga de sólidos en suspensión, turbidez, cationes, aniones, baja transparencia y pH neutro (Duque *et al.* 1997).

Los lagos Socó Redondo y Garzacochoa presentan una conexión tipo 3, de tal forma que el Amazonas nunca los inunda, aun que si son afectados por las aguas de los ríos Loretoyacú y Boiauazzu, que son afluentes del Amazonas. Debido a esto el lago Socó Redondo en varias de sus características corresponden con aguas negras Tipo 1 y Garza Cocha aguas negras Tipo 2, de acuerdo con la clasificación de Duque *et al.* (1997).

La escasa profundidad de todos los lagos en el periodo de aguas bajas (promedios entre 1.2 y 1.8 m) que llega casi a triplicarse durante la época de aguas altas, puede estar relacionada con que en todos disminuyera el promedio de conductividad y nutrientes disueltos, a pesar de que Mariyú fuese inundado por el río Amazonas y los otros dos por tributarios de aguas negras. Con una escasa profundidad los nutrientes e iones que usualmente se acumulan en las zonas más profundas y en los sedimentos pueden estar disponibles debido a la mayor posibilidad de mezcla que se da en sistemas someros.

Esta escasa profundidad podría estar explicando como en el PCA son los ambientes de aguas negras los que se asocian a los nutrientes en el periodo de

aguas bajas, en tanto que al ser inundados por aguas de origen amazónico, presentan los menores registros de estas variables en la época de mayor profundidad, en tanto que Mariyú, que es inundado por el Amazonas, varió en muy escasa magnitud en su concentración de nutrientes y sus puntos de muestreo forman un solo grupo a pesar de la inundación. De esta forma, además de que el tipo de conectividad con el Amazonas o con los tributarios locales, definen las características de cada lago (Duque *et al.* 1997, Núñez-Avellaneda y Duque, 2001), la variación en profundidad puede ser uno de los factores que más determina el patrón de cambio de las condiciones físico-químicas analizadas.

## 9.2 Composición taxonómica

El mayor número de especies y familias de rotíferos dentro del zooplancton registrado para este estudio, así como las mayores riquezas de Brachionidae y Lecanidae dentro de los rotíferos y de Sididae, Moinidae y Bosminidae para cladóceros y de los copépodos Cyclopidae, es acorde con estudios anteriores en el neotrópico, para ambientes asociados a planos de inundación por autores como Jose de Paggi (1985), Paggi y Jose De Paggi (1995), Aoyagui - Bonecker (2004), Acosta (2005), Iannacone y Alvarino (2006), Gallo-Sanchez (2007), Pantoja (2010).

Sin embargo, los 31 taxones en Rotíferos, 11 de cladóceros y 3 de copépodos, corresponden a una baja diversidad con respecto a estudios anteriores en ambientes amazónicos y del Paraná, según Ruttner-Kolisko (1974), Brandorff y Andrade (1978), Jose de Paggi (1981), Twombly y Lewis (1987), Arcifa *et al.* (1992), Paggi y Jose De Paggi (1995), Andrade (2001), González (2007). Esto debido posiblemente a que en el presente estudio se muestreo en las zonas limnética y próxima al litoral y no directamente dentro de vegetación acuática que usualmente sustenta una mayor riqueza (Jose de Paggi, 1993).

Según José de Paggi (1993) el aporte de la vegetación en la zona litoral de los lagos, hace que ésta presente mayor oferta de nichos y una fina partición espacial para los organismos, razón por la cual se presenta una menor densidad y una mayor riqueza de organismos zooplanctónicos. Sin embargo, durante este estudio se observó que la composición zooplanctónica presentó un comportamiento diferente a lo registrado por los autores anteriormente nombrados y a la mayoría de estudios realizados para lagos amazónicos, puesto que la densidad y riqueza es mayor en la zona limnetica que en la litoral; esto se puede deber a que el muestreo fue efectuado cerca de la vegetación y no entre la vegetación, o también, al menos para el caso de Garzacochoa y Soco Redondo, porque los lagos se están viendo influenciados por aguas negras amazónicas y no llegan a desarrollar una zona litoral plena para albergar especies estrictamente litorales (Ibañez 2000; Burks *et al.* 2002, Acosta 2005). Además, aunque la vegetación que se presenta en la zona litoral puede constituirse como un sitio que contiene gran cantidad de materia alimenticia y un área de refugio para el zooplancton, también puede representar una oferta importante para los invertebrados de mayor tamaño y

larvas de peces, que encuentran en esta zona, el lugar propicio para desarrollarse de manera efectiva y obtener de una más fácilmente su alimento (Neiff *et al.* 2006, Grosholz y Gallo 2006).

Los reportes por primera vez de una especie entre los rotíferos y una en los cladóceros, para la Amazonía Colombiana, representados en los lagos de conectividad Tipo 1 y 3, respectivamente, reflejan como a pesar de que ya se han realizado siete trabajos con detalles taxonómicos de rotíferos (Vargas 1996, Andrade-Sossa 2001, Rodríguez 2003, González-Bermúdez 2007, Vélez Alegría 2008, Pinilla *et al.* 2007, Cohen 2010, Pantoja 2010) y cuatro para crustáceos (Duque, S. R *et al.* 1997, Solarte 2008, Pantoja 2010, Henao 2010) del sector limítrofe entre Colombia y Perú del río Amazonas, aún falta explorar mucho dentro de la variabilidad ambiental de esta zona geográfica y especialmente en los lagos de planos de inundación.

### **9.3 Variación espacial y temporal de la riqueza y abundancia del ensamblaje zooplanctónico.**

Cambios similares en cuanto a la abundancia y riqueza zooplanctónica y su relación con los periodos hidrológicos, han sido reportados por muchos autores como Brandorf y Andrade (1978), Rodríguez (1980), Jose de Paggi (1981), Carvalho (1983), Paggi y Jose de Paggi (1995), Pantoja (2010).

En este estudio, la densidad del zooplancton se ve reducida durante el periodo de llenado, cuando muchos autores indican que en lagos asociados a ríos, no solo hay un aumento en la profundidad que conlleva a que haya un efecto de dilución, junto a una reducción de la biomasa del fitoplancton, que es uno de los recursos alimenticios fundamentales al menos para los microcrustáceos hallados, sino también una mayor velocidad de la corriente que genera estrés y arrastre de organismos zooplanctónicos (Brandorf y Andrade 1978, José de Paggi 1985, Rossa y Bonecker 2003).

Autores como José de Paggi (1981), Carvalho (1983), Paggi (1995), Ibañez (2000), Gallo-Sanchez (2007), Solarte (2008), Cohen (2010), Henao (2010) y Pantoja (2010), reportan en sus estudios algo similar para la densidad; sin embargo observan que la riqueza en la época de aguas altas es mayor, contrario a lo registrado en este estudio a partir de los muestreos cuantitativos, para el conjunto de lagos con conectividad Tipo 3. Sin embargo, al revisar detalladamente las muestras cualitativas, en los que se hacen arrastres intensivos y se filtra un considerable volumen de agua, esta diferencia no es tan apreciable, por lo que es posible que la reducción en especies para aguas altas se deba a que algunas son muy poco tolerantes a los cambios que se dan en este periodo hidrológico y presentan escasa abundancia (Gannon y Stemberger 1978, Pinilla *et al.* 2007), por lo cual no se lograron coleccionar en los muestreos cuantitativos, a partir de los cuales se realizaron los análisis estadísticos. Otra posible explicación es que en este tipo de lagos (Garza Cocha y Soco Redondo) en ninguno de los periodos se observa desarrollo de un cinturón de macrófitas y en la época de aguas altas solo hay vegetación

terrestre inundada, especialmente arbórea, por lo que no es de esperar arrastre de un gran número de especies del litoral hacia el resto del ecosistema, como es usual en muchos lagos de inundación analizados en otros estudios.

La tendencia para los lagos con conectividad Tipo 3, a presentar una mayor riqueza en todo el zooplancton en ambos periodos y una mayor abundancia especialmente en aguas bajas, puede deberse a que los ambientes con un alto grado de conectividad con el Amazonas presentan un mayor nivel de disturbio, factor que afecta al zooplancton, sobre todo los rotíferos, que son organismos muy susceptibles a los cambios que hay al pasar de un sistema léntico en aguas bajas a uno con características entre léntico y lótico al ser inundado por un gran río (José de Paggi 1985, Carrillo *et al.* 1987), mientras que los lagos con menor grado de conectividad aumentan su volumen y reciben aportes a través de canales, desde tributarios locales que drenan hacia el Amazonas, pero tienen un disturbio en menor magnitud.

Se presentó una abundancia de estadios inmaduros de copépodos (copepoditos y nauplios), los cuales no pudieron ser identificados a nivel de especie, y son organismos zooplanctónicos que se presentan en ambos periodos hidrológicos, lo que concuerda con estudios realizados anteriormente por Brandorff *et al.*, (1982), Paggi y José de Paggi (1990), Arcifa *et al.* (1992) Ibáñez (2000), Acosta (2005), Gallo (2007), Solarte (2008), Henao (2010) y Pantoja (2010). Hay que recalcar también, que las especies de copépodos adultas durante este estudio son escasas y tienen una estrecha relación con las variables físico-químicas, debido a que son especies muy poco tolerantes a los cambios producidos por el ascenso y descenso de agua (periodo hidrológico) entre otras cosas por su ciclo de vida largo, con reproducción sexual y con estrategias K, en oposición de los rotíferos y cladóceros que son tendientes a estrategias R y partenogénesis (Esteves 1988).

Hardy *et al.* (1984), hace referencia a un cambio de composición de la comunidad zooplanctónica ante la variación del medio, donde una comunidad de especies adaptadas es reemplazada por otra, observándose diferentes composiciones en el zooplancton entre los periodos de aguas bajas y aguas altas, en pocas palabras, especies que son dominantes en aguas bajas son reemplazadas por otras, que se ven mejor beneficiadas por las condiciones que van a presentar los ecosistemas acuáticos cuando sube el nivel del agua (Andrade 2001, Solarte 2008). Esto se evidencia en el análisis de similitud de Bray-Curtis y el DCA, debido a que en ellos se está observando cómo hay un cambio en la estructura de la comunidad zooplanctónica, puesto que muchas especies que dominaban en aguas bajas desaparecen o son muy poco abundantes en el periodo de aguas altas lo que concuerda con los estudios realizados por Pinilla *et al.* (2007) y Solarte (2008) en ambientes colombianos de la Amazonía.

La relación entre nueve especies de micro-crustáceos y 22 de rotíferos con al menos un parámetro ambiental y la correlación entre los copépodos predadores y las posibles presas entre los rotíferos, aunque interesante y posiblemente determinante de los cambios en la estructura de la comunidad

del zooplancton, no se puede definir como una relación causa efecto pues solo se cuenta con dos muestreos temporales y hace falta un seguimiento más extenso y que permita un análisis independiente en cada lago, que presenta a su vez particularidades que pueden afectar la riqueza y abundancia

Por el pequeño tamaño que poseen los rotíferos respecto a los copépodos y su restringida movilidad, se convierten a menudo en el alimento preferido en la dieta de los copépodos de agua dulce (Brandl 2005), pero estudiar estas relaciones requiere de un seguimiento mayor en el tiempo.

Dentro de los cladóceros los micrófagos fueron menos abundantes que los filtradores macrófagos; especies microfiltradoras se alimentan de las partículas menores y por tanto, compiten con los rotíferos (Gilbert 1985) y predominan en ambientes con mayor carga orgánica, generalmente eutróficos, con más materia particulada disponible, en tanto que las especies macrofiltradoras se alimentan de algas mayores que suelen preferir medios con menor carga orgánica (Geller y Müller 1981), como al parecer son los ecosistemas analizados que corresponden a características entre mesotróficas y oligotróficas.

Para los crustáceos, los ambientes con conectividad Tipo 3 presentan una estructura trófica más compleja, con una representación más variada los tipos de estrategias alimenticias. Así, aun siendo relativamente abundantes y constantes los filtradores como *Moina minuta* (IC: 81.25), los raspadores, micrófagos y organismos carnívoros en estado adulto, como el copépodo *Mesocyclops laticornis* (IC: 62.5), estuvieron mejor representados de los ambientes con conectividad Tipo 3, en tanto que en Mariyú la mayor inestabilidad del sistema determinaba que estos otros grupos fueran en extremo escasos y solo abundaran los cladóceros filtradores en aguas bajas y los nauplios y algunos copepoditos que son raptorales y principalmente omnívoros (Pourriot y Meybeck 1995) en aguas altas.

Dentro de los rotíferos, la mayor abundancia de trituradores, como los Bdelloidea, Brachionidae y Filinidae parece ser típica de ambientes amazónicos en Colombia, en los que la disponibilidad de material particulado y organismos asociados, representa un recurso abundante, especialmente en los periodos de aguas bajas, y por lo tanto las vías detritívoras parecen ser más importantes que las de producción al menos en cuanto a este grupo de organismos (Andrade-Sossa 2001, Rodríguez 2003).

Es de anotar que otro factor que podría estar afectando la densidad y riqueza del zooplancton es la predación que ejercen peces planctívoros (Fernando 1994) y los depredadores invertebrados (De Bernardi y Peters 1987) pero la dinámica de estos grupos de organismos no fue analizada en el presente estudio. De manera particular se observa sin embargo la ausencia de *Chaoborus* entre las muestras analizadas, díptero reportado con frecuencia en ambientes de zonas cálidas y que es uno de los depredadores más activos sobre el zooplancton, especialmente de pequeño tamaño.

## 10. CONCLUSIONES

El pulso de inundación generó cambios en las características físicas y químicas que aunque solo fueron significativas en los ambientes con conectividad Tipo 3, fueron también evidentes en los de Tipo 1. Adicionalmente al tiempo que se registró la reducción en la biomasa algal, pasando de sistemas mesotróficos en aguas bajas a oligotróficos en aguas altas, de acuerdo a esta variable, se presentó también una fuerte reducción en la densidad del zooplancton, al parecer como un efecto de la dilución al aumentar la profundidad, el volumen de agua en todos los ambientes y un cambio en las especies y en las estrategias alimenticias dominantes.

La baja profundidad jugó un papel importante en los parámetros físico y químicos ya que por este fenómeno la concentración de los nutrientes fue mayor en época de aguas bajas, debido a que en este periodo la mezcla producida por el viento o por los cambios de temperatura, genera una mayor resuspensión de sedimentos que están en procesos de descomposición en el fondo, y de nutrientes acumulados en éste y en las capas profundas de los lagos. Este efecto da lugar a una mayor densidad de especies micrófagas en el caso de los micro-crustáceos y trituradores en rotíferos los cuales se ven beneficiados por sus hábitos alimenticios en este periodo.

A pesar de que el pH, la conductividad y los nutrientes disminuyeron al pasar de aguas bajas a altas en todos los ambientes estudiados, las dos primeras variables fueron en promedio mayores en el lago con conectividad Tipo 1 debido a que es frecuentemente inundado por un sistemas de aguas blancas como lo es el río Amazonas, en tanto que los nutrientes fueron en promedio mayores en los ambientes con conectividad Tipo 3, que son lagos influenciados por afluentes de aguas negras Tipo 1 y Tipo 2.

La riqueza y abundancia están afectadas por el grado de disturbio que depende del tipo de conectividad de los lagos de estudio, dando lugar a un mayor estrés, ocasionado por la entrada directa del río Amazonas en la conectividad Tipo 1, en contraste con una estabilidad más alta en la conectividad indirecta Tipo 3, lo que permite una mayor riqueza y además determina una estructura trófica más compleja.

## **11.RECOMENDACIONES**

Se sugiere que en experimentos futuros, se muestree en la zona litoral, y no en la zona próxima a esta, pues es de gran importancia observar la zona litoral, que es donde se puede encontrar una gran riqueza de especies zooplanctónicas.

Realizar estudios controlados entre el zooplancton y fitoplancton, y observar más a fondo las diferentes interacciones que se dan entre la comunidad zooplanctónica, como es la competencia y depredación, que son factores que pueden influir en la presencia y ausencia de especies en los lagos.

Es necesario, en estudios futuros tener en cuenta las muestras cualitativas para los diferentes análisis, pues estas pueden aportar más información sobre la densidad y riqueza que se dé entre periodos hidrológicos.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, F. 2005. Caracterización del zooplancton de las lagunas en la llanura inundable del río Ichilo (Cochabamba – Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología*, 17:01-14.
- Allan, J. D. 1976. Life history patterns in zooplankton. *American Naturalist*, 110: 165-180.
- Amoros, C. y A.L. Roux. 1988. Interaction between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. *Munstersche Geogr. Arbeiten* 29: 125–130.
- Andrade-Sossa, C. 2001. Efectos de la fluctuación del nivel del agua sobre la estructura de la comunidad de rotíferos planctónicos en el lago Yahuaraca (Río Amazonas – Colombia). Tesis M.Sc. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Aoyagui, A.S.M. y Bonecker, C.C. 2004. Rotifers in diferents environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): Richness. abundance and relationship with connectivity. *Hidrobiologia* 522: 281-290.
- Aranguren, N. y C. Andrade. 2003. Estructura de la comunidad zooplanctónica (Copépodos y Cladóceros) en tres lagunas Colombianas de alta montaña. En: *Ciencia en desarrollo*, 1 (1).
- Arcifa, M. Gómez, E. y Meschitti, A. 1992. Composition and fluctuations of the zooplankton of a tropical Brazilian reservoir. *Arch. Hydrobiologia*. Stuttgart. 123(4): 479-795.
- Bahamón, N. 1994. Estudio limnológico, con énfasis en la comunidad de fitoplancton en algunos lagos de inundación del río amazonas (Colombia). Tesis Universidad Nacional, Bogotá.
- Baron-Rodriguez, M., R. Gavilan-Diaz y J. Ramírez Restrepo. 2006. Variabilidad espacial y temporal en la comunidad de cladóceros de la Ciénaga de Paredes (Santander, Colombia) a lo largo de un ciclo anual. *Limnetica*, 25 (3): 623 – 636.
- Bornette, G., C. Amoros y N. Lamouroux. 1998. Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. *Freshwater Biology* 39: 27–283
- Boxshall, G.A., S.H. Halsey. 2004. *An Introduction to Copepod Diversity* vol. 1, pp.1-421, vol. 2, pp. 423- 966, The Ray Society, London.
- Brandorf, G.O. y E.R., Andrade. 1978. The relationship between the water level of the Amazon river and the fate of the zooplankton population in Lago



Jacaretinga, a varzea lake in the Central Amazon. *Studies on Neotropical fauna and Environment*, 13: 63-70.

Brandl, Z. 2005. Freshwater copepods and rotifers: predators and their prey. *Hydrobiologia*, 546: 475-489.

Burks, R. L., D. M. Lodge, E. Jeppesen y T. L. Lauridsen. 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. *Freshwater Biology* 47: 343–365.

Carrillo, P. L. Cruz-Pizarro. R. Morales. y Sanchez-Castillo. 1987. Cambios estacionales en las comunidades de fitoplancton y de zooplancton de la Albufarra de Adra. *Limnetica*, 3 (2): 243-254

Carruyo-Noguera, J., J. L. Reyes, C.L. Casler y Y. Reverol. 2004. Cladoceros (Crustacea, Brachiopoda) de la Laguna de Kunana, Sierra de Perijà, Estado Zulia, Venezuela.

Carvalho, M.L., 1983. Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidad e composicao do zooplancton em um lago de Várzea da Amazonia, Brasil. *Acta Amazónica* 13(5-6): 715-724.

Chappaz R., D. Deucende y R. Bartherlemy. 1999. Patterns of change in zooplankton community structures and the selective feeding of bleak, *Alburnus alburnus* (L) in the Serre Poçon between 1980 and 1996. *Hydrobiologia* 391: 127-134.

Cohen, I. 2010. Influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre el ensamblaje de rotíferos planctónicos, en cuatro lagos Amazónicos Colombianos. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad del Cauca. 54p.

Conde-Porcuna, J.M., E. Ramos-Rodríguez y R. Morales-Baquero. 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Revista Ecosistemas*.13 (2): 23 – 29.

Décamps, H. 1996. 'The renewal of floodplain forests along rivers: a landscape perspective', *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 26, 35–59.

Dámaso, J. 2006. El conocimiento ancestral indígena sobre los peces de la Amazonia: los lagos de Yahuaraca. Documentos Ocasionales No. 7, Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia. Leticia. <http://www.imani.unal.edu.co/publicaciones.htm>.

De Bernardi, P. y Peters, P. 1987. Populations dynamics in cladoceran zooplankton in the presence and absence of fishes. *Journal of Plankton Research* 6(6): 953-959.

Drago, E. C. 1980. Aspectos limnológicos en ambientes próximos a la ciudad de Santa Fe (Paraná Medio): Comportamiento hidrológico y sólidos suspendidos. *Ecología (Argentina)* 5:31–48

Drago E. C. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología (Argentina)* 6:27–33

Duncan, R.P. 1993. 'Flood disturbance and the coexistence of species in a lowland podocarp forest, South Westland, New Zealand', *J. Ecol.*, 81, 403–416.

Duque, S. R. 1993. Inventario, caracterización y lineamientos para la conservación de los humedales en el Departamento del Amazonas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

\_\_\_\_\_ 1994. Composición de la comunidad de fitoplancton en algunos ambientes lénticos de la Amazonía colombiana. Cindec. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

\_\_\_\_\_ 1995. Euglenofitas pigmentadas de la Amazonia Colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 19. (75): 651-659

\_\_\_\_\_ 1998. Estudio de humedales en la Amazonia colombiana. pp: 73-92. En: Guerrero E. (ed.). 1998. Una aproximación a los humedales en Colombia. Unión Mundial Para la Naturaleza UICN, Fondo FEN Colombia. 163p.

\_\_\_\_\_ 2003. Clave para la identificación de especies de calanoida presentes en Colombia. En: Guía de laboratorio para identificación de cladóceros (Anomopoda y Ctenopoda) y copépodos (Calanoida y Cyclopoida). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Biología. Tunja.

Duque, S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez y E. Roessler. 1997. Limnología. En: IGAC (Ed.). Zonificación para el plan modelo Colombo-Brasileño (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Bogotá. Editorial Linotipia 69-134.

Duque, S.R. y J.Ch. Donato. 1993. Primeros registros de *Micrasterias* (Desmidiaceae) en lagos del río Amazonas en Colombia. *Caldasia*. 17. 354-355

Duque, S.R. y J.Ch. Donato. 1994. Primeros registros de *Closterium* (Desmidiaceae, Zygothyceae) en lagos de la orilla colombiana del río Amazonas. *Rev. Acad. Col. Cienc.* Vol 19. (73): 259-264

Duque, S R. 1997. Tipificación limnológica de algunos lagos de la Amazonia colombiana a través de la composición, biomasa y productividad del fitoplancton. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

Duque, S.R y Patiño, A. 2000. Caracterización de la laguna La Paya (Parque Nacional Natural La Paya) Amazonía colombiana. Universidad Nacional de Colombia – Parque Nacional Natural La Paya. Leticia. 70 p

Duque S. R., Trujillo C., Huérfano A., López-Casas S., Daza E. y F. Trujillo 2008. Plan de Control y Manejo de las Zonas Bajas y Sagradas para la Conservación del Pueblo Ticoya, Daiúne, Kikuri, Codi. Documento síntesis. Universidad Nacional de Colombia-Sede Amazonia, Fundación Omacha & Corpoamazonia. Leticia

Duque, S.R. L. Palma. C. Andrade-Sossa. E. Henao. A. Pantoja. I. Cohen. A. Jiménez. S. Chimborazo. H. Bermúdez. 2009. Diversidad y Ecología Funcional del Plancton en ecosistemas Amazónicos Colombianos: Influencia del pulso de Inundación y la Conectividad. Informe de conectividad. Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, Instituto Amazonico de Investigaciones Imani. 58p.

Dusart, B.H. 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia*, 113: 25 – 67.

Elmoor-Loureiro, I. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do brasil. Universa. Brasilia. 156 p.

Elmoor-Loureiro, L. 1998, Branchiopoda. Freshwater Cladocera, pp. 15-41. In: P.S. Young (ed.), *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 717p.

Elmoor-Loureiro, L. 2002. Occurrence of *Kurzia polyspina* Hudec (Crustacea, Anomopoda, Chydoridae) in Brazil. *Revista bras.zool.* 19 (1): 305-307

Esteves, F. 1988. *Fundamentos de Limnología*. Río de Janeiro. Editora Interciencia.

Fernando CH. 1994. Zooplankton fish and fisheries in tropical freshwaters. *Hydrobiologia* 272:105-103.

Fimia Duarte, R., C. Pina Navarro, M., A. Quiros Espinosa y N. Leon Veja. 2004. Los copépodos y sus potencialidades biorreguladoras en el control de zancudos. *Gaceta Medica Espirituana*.

Fittkau, E.J., U. Irmeler, W.J. Junk, F. Reiss y G.W. Schmidt. 1975. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. In: Golley F.B., MEDINA, E. (Eds.). *Tropical ecological systems*. Springer, Berlin Heidelberg New York. p. 289-331.

Forsberg, B., A. Devol, J. Richey, y L. Martinelli. 1988. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. En: *Limnology & Oceanography* 33 (1): 41-56.

Gallo Sánchez, L. J. 2007. Agremiación zooplanctónica (Rotífera y microcrustácea) y su relación con los cambios de nivel del agua en la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. Tesis para optar al título de maestrante. Universidad de Antioquia.

Galvis G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, Á. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano, F. Arbeláez, E. Prieto y M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas – región de Leticia. Editores J. Lobón-Cerviá, G. Gálvis, C. Granado-Lorencio, S. R. Duque & J. I. Mojica. Conservación Internacional, Series de guías Tropicales de Campo No. 5. Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos. 548 p.

Gannon, J. y R. Stemberger. 1978. Zooplankton (Especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Micros*, 97 (1): 16-35.

Gaviria, S. 1989. The calanoid fauna (Crustacea, Copepoda) of de Cordillera Oriental of the Colombian Andes. En: *Hydrobiología* 178: 113-134.

Gaviria, S. 1994. Los Copépodos (Arthropoda, Crustácea) de vida libre de las aguas continentales de Colombia. *Rev. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 19 (73): 361-385.

Gaviria, S. y N. Aranguren. 2007. Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia.

Gaviria, S. y N. Aranguren. 2003. Técnicas de determinación taxonómica de cladóceros y copépodos limnéticos de Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Biología. Tunja. Guía de laboratorio para identificación de cladóceros (Anomopoda y Ctenopoda) y copépodos (Calanoida y Cyclopoida).

Geller, W. y H. Müller. 1981. The filtration apparatus of Cladocera: filter mesh-sizes and their implications on food selectivity. *Oecologia* 49: 316-321.

Gilbert, J.J. 1985. Competition between rotifers and Daphnia. *Ecology* 66: 1943-1950.

Gómez, M. C. 2008. Dinámica espacial y temporal de la comunidad fitoplanctónica en el lago Yahuaraca, Planicie de inundación del río Amazonas. Tesis MSc. Universidad Javeriana, Bogotá.

\_\_\_\_\_ 1994. Los Copépodos (Arthropoda, Crustácea) de vida libre de las aguas continentales de Colombia. *Rev. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 19 (73): 361-385.

\_\_\_\_\_ 1999. Sistemática de zooplancton de aguas continentales de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de investigaciones Amazónicas, Guía general de laboratorio.

González, A. 2007. Influencia de *Utricularia foliosa* sobre la diversidad zooplanctónica en las dimensiones longitudinal y temporal de la quebrada Yahuaraca (Amazonia Colombiana). Tesis pregrado Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.

Grant Smith, D. 2001. Pennak's freshwater invertebrates of the United States. Fourth Edition. United States: John Wiley & Sons, Inc. 638p.

Green, J., 1972, Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil III. Associations of Rotifera in meander lakes of the Rio Suiá Missú. *J. Nat. Hist.*, 6: 229-241.

Grosholz, E. y E. Gallo. 2006. The influence of flood cycle and fish predation on invertebrate production on a restored California floodplain. *Hydrobiologia*, 568: 91 – 109.

Guisande, C., A. Barreiro, I. Maneiro, I. Riveiro, A. Vergara y A. Vaamonde. 2006. Tratamiento de datos. España: Diaz de Santos. 356 p.

Gutierrez, M., E. 2000. Microcrustáceos Zooplanctónicos y litorales del Sureste de México. Informe final del proyecto S050.

Hairston, N.G., Jr. 1996. Zooplankton egg banks as biotic reservoirs in changing environments. *Limnology and Oceanography* 41: 1087-1092.

Hardy, E., B. Robertson y W. Koste. 1984. About the relationship between zooplankton and fluctuating water levels of lago Camaleo a Central Amazonian Várzea Lake. *Amazoniana*. 9: 43-52.

Heiler, G., T. Hein y F. Schiemer. 1995. Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 351–361.

Henao, E. C. 2010. Influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre el ensamblaje de micro-crustáceos planctónicos, en cuatro lagos Amazónicos Colombianos. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad del Cauca. 50p.

Herrera, Y. y G. Guillot. 1999. Composición taxonómica del zooplancton del embalse de Betania, Departamento del Huila, Colombia. En: *Acta Biológica Colombiana*. 4 (1): 5-19.

Horne, A.J. y C.R. Goldman. 1994. Zooplankton and zoobenthos, p. 265-2911. In *Limnology*. McGraw-Hill International Editions.

Humes, A.G. 1994. How many copepods?. *Hydrobiologia* 292/293: 1-7.

Iannacone J. y Alvariño L. 2006. Diversidad del zooplancton en la Reserva Nacional de Junin, Perú. *Ecología Aplicada*, Volumen 5, numero 002. Páginas 175 – 181.

Ibañez, C. 2000. Composición de la comunidad de zooplancton en ocho lagunas de la planicie de inundación del río Mamoré: Variación espacio temporal con relación a los parámetros físico químicos y al ciclo hidrológico. Tesis de grado para optar al título de licenciatura en biología. UMSA. La Paz, Bolivia. 85p.

IDEAM. 1974- 2004. Promedio histórico mensual de precipitaciones (mm) en la zona de Leticia.

Jaramillo, J. 2003. Caracterización física, química y estructura de la comunidad zooplanctónica de un pequeño lago tropical, Lago Santander (Rionegro, Antioquia, Colombia).

Jiménez, L.F. 1994. La comunidad íctica presente en la zona de los gramalotes ubicados sobre el margen colombiano del río Amazonas. Tesis de pregrado en biología, Universidad nacional de Colombia, Bogotá. 210 pp.

Jongman, R. H. G., C. J. F. Terbraak & G. F. R. Van Tongeren. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, New York, 299p.

José De Paggi, S. 1981. Variaciones temporales y distribución horizontal del zooplancton en algunos cauces secundarios del río Paraná Medio. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 16: 185-199.

Jose De Paggi, S. 1985. Distribucion vertical del zooplancton en el río Paraná medio (Km 603). *Hydrobiologia tropical*, 18 (1): 13-21.

\_\_\_\_\_ 1993. Composition and seasionality of planctonic rotifers in limnética and litoral region of a floodplain lake (Paraná River System). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 26: 53-63.

\_\_\_\_\_ 1995. Vertical distribution and diel migration of rotifers in a Paraná river floodplain lake. *Hydrobiología* 310: 87-94.

José De Paggi, S. y W. Koste. 1995. Addition to the checklist of rotifers of the superorder Monogononta Recorded from Neotropic. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 80(1): 133-140.

José De Paggi, S. y Paggi, J.C. 1995. Determinación de la abundancia y biomasa fitoplanctónica. En: Lopretto C. & G Tell. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales*. Tomo III. Ediciones Sur, La Plata – Argentina.

José De Paggi, S. y Paggi, J.C. 2007. *Zooplankton*.

Junk, W., P.B. Bailey y R.E. Sparks. 1989. The Flood Pulse Concept in river – Floodplain Systems. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106: 110–127.

Junk, W. J., 1997: General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: Junk, W. J. (Ed.). The central Amazon floodplain – ecology of a pulsing system. Ecological Studies, vol. 126. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 3–20.

Junk W.J., J.J. Ohly, M.T.F. Piedade y M.G.M. Soares. 2000. The Central Amazon floodplain: Actual use and options for sustainable management. Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers. 584p.

Junk, W.J. y K. Furch. 1985. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. En: Prace & Lovejoy (Eds.). Key environments: Amazonia. Pergamon Press, Oxford. p. 3-17.

Junk, W.J y K.M. Wantzen. 2003. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications – an update. En: RL. Welcomme y T.Petr. (eds). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/16. p.117-14.

Junk, W. J., P. B. Bayley y R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106: 110–127.

Knowlton MF y J.R. Jones. 1997. Trophic status of Missouri River floodplain lakes in relation to basin type and connectivity. *Wetlands* 17: 468-475.

Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk begr. von M. Voigt. Überordnung Monogononta. Stuttgart.

Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. New York: Harper & Row, 652p.

Lagos, L F. 1997. Productividad Primaria y biomasa fitoplanctónica en el lago Yahuaraca. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. Bogotá.

Lehman, J. T. 1980. Nutrient cycling as an interface between algae and grazers in freshwater communities. En Kerfoot, W. C. (ed.): Evolution and ecology of zooplankton communities. Hanover, NH: University Press of New England. p. 51-63.

Lopez, C., L. Soto, L., Davalos-Lind y L. Owen. 2008. Occurrence of *Diaphanosoma fluviatile* Hansen 1899 (Cladocera: Sissidae) In Two Reservoirs In Central Texas. *The Southwestern Naturalist* 53(3):412-414. 2008

- MacCune, B. y M. J. Mefford. 1995. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 2.0. MJM Software Design gleneden Blach, Oregon, 126p.
- Magurran, A. 2004. Measuring the Biological Diversity. Blackwell Publishing Company. Carleton Australia. 256p.
- Maldonado, M., E. Goitia., F. Acosta., M. Cadima y D. Castellón. 1996. Caracterización limnológica de lagunas en la llanura aluvial del río Ichilo, Cochabamba (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 1(1): 29-37.
- Marcus, N.H., R. Lutz, W. Burnett, y P. Cable. 1994. Age, viability and vertical distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin: Evidence of an egg bank. *Limnology and Oceanography* 39: 154 – 158.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, ORCYT/UNESCO y ZEA, Zaragoza, 83 p.
- Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-440.
- Neiff, J.J., A.S.G. Poi de Neiff y S. Casco. 2001. The effect of prolonged floods on *Eichhornia crassipes* growth in Paraná River floodplain lakes. *Organo de la Sociedad Brasileira de Limnología*. Brasil: Presentación semestral. ISSN 0102-6712. *Acta Limnol. Brasiliensia*, 13 (1): 51-60
- Neiff, J.J., A.S.G. Poi de Neiff y S. Casco. 2006. Riqueza de especies y similitud de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Asociacion Interciencia*. 31 (003): 220 – 225.
- Neves, I. F., O. Rocha, K. F. Roche y A.A. Pinto. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuibá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Braz. J. Biol.*, 63(2): 329-343.
- Núñez-Avellaneda, M y S. R Duque. 2001. Fitoplancton en algunos ríos y lagos de la Amazonia Colombiana. En Franky & Zárate (eds.). *Imani Mundo: Estudios en la Amazonia colombiana*. Bogota: Unibiblos. p. 305-335.
- Núñez-Avellaneda, M., Z. Marín, C. Andrade y J.C Alonso. 2004. Caracterización limnológica de la cuenca del río Putumayo (Amazonia colombo-peruana). Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi.
- Nogrady, T., R.L. Wallace y T.W. Snell. 1993. Rotifera, Volumen 1: Biology, Ecology and Sistematics. En Dumont, H.J. Ed. 1993. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. SPB Academic Publishing bv. The Hague. 142 p.



- Paggi, J.C. 1995. Crustacea cladocera. En E.C. Lopretto & G. Tell (eds). Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. III. De. Sur, La Plata. p. 909-951.
- Palma, S. y K. Rosenberg. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 151p.
- Pantoja, A. L. 2010. Influencia del pulso de Inundación sobre las comunidades planctónicas de los lagos peruanos Caballococha y Cushillococha (cuenca río del Amazonas). Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad del Cauca. 73p.
- Pearse, M. 1915. An account of the Crustacea collected by the walker expedition to Santa Marta, Colombia. Proc. U.S. Nat. Mus. 49 (21/23): 531–556.
- Pennak R. W. 1978. Fresh-water Invertebrates of the United States. Chapter 15 Cladoceros The Ronald Press Company New York. p. 350-387.
- Pinilla, G. A. 2004. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá Medio). Tesis de grado para optar el título de Doctor en Ciencias – Biología. Universidad del Valle. Santiago de Cali. 168 p.
- Pinilla, G. A., A. Canosa, A. Vargas, M. Gavilán y L. López. 2007. Acoplamiento entre las comunidades planctónicas de un lago amazónico de aguas claras (lago Boa, Colombia). Limnetica, 26 (1): 53-65.
- Pourriot, R. y M. Meybeck. 1995. Limnologie Generale. Mason. 986p.
- Prieto-Piraquive, E. 2006. Caracterización de la pesquería en las lagunas de Yahuaraca (Amazonas Colombia) y pautas para su manejo. Tesis Msc. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Guanáre, Venezuela.
- Prieto-Piraquive, E. y S. R. Duque. 2005/06. Sustainable Management of fish resources in the Yahuaraca Wetlands, Colombian Amazon. European Tropical Forest Research Network ETFRN News, Forests, Water and Livelihoods. 45-46:73-77.
- Pringle, C. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. Ecological Applications 11: 981-998.
- Pringle, C. 2003. What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important. Hydrological processes invited. Hydrol. Process. 17, 2685-2689.
- Reid, J.W. 1986. Some usually overlooked cryptic copepod habitats *Styllogeus* 58: 494-598.
- Reynolds, C. S. 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory Excellence in Ecology. Ecology Institute

- Robertson, B. A. y E. R. Hardy. 1984. Zooplankton of Amazonian lakes and rivers. En: H. Sioli (ed.), *The Amazon – Limnology and landscape, Ecology of a mighty tropical river and its basin*. W. Junk Publ., Netherlands. p. 337-352.
- Rodríguez, C. 2003. Cambios en la estructura de la comunidad de rotíferos en el lago Yahuaraca. Planicie de inundación del río Amazonas Trabajo de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogota D.C.
- Rodriguez, E.H. 1980. Composicao do zooplancton em cinco lagos da Amazonia Central. *Acta Amazónica*, 10 (3): 577-609.
- Rocha, O. y T.M. Tundisi. 1976. Atlas do zooplancton (Represa do Broa, São Carlos. Centro de Ciencias e Tecnologia, Departamento de Ciencias Biológicas. 1:1-67.
- Roldán, G. 2001. Development of Limnology in Colombia. En: *Limnology in Developing Countries*. Number 3. Wetzel and Gomal Editors. International Association for Limnology. p. 69-119.
- Rossa, D. C. y C.C. Bonecker. 2003. Abundance of planktonic and non-planktonic rotifers in lagoons of the Upper Paraná River floodplain. *Amazoniana*, Kiel, 17: 567-581.
- Rupert y Barnes. 1995. *Zoología de los Invertebrados*. Sexta edición. Mc Graw Hill Interamericana. México.
- Reid, J.W. 1985. Chave de Identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sudamericanas de vida livre da orden Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool., Univ. S. Paulo*, 9: 17-143.
- Ruttner - Kolisko, A. 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. *Die Binnngewasser* 26/1, Suppl., Stuttgart.
- Salo, J., R. Kalliola, I. Hakkinen, Y. Makinen, P. Niemela, M. Puhakka, y P.D. Coley. 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forests. *Nature*, 322: 254–258.
- Sans, K., E. Gomez, S. Menumarque y D. Calliari. 2003. Biodiversidad Planctónica en el Rio de la Plata.
- Segers, H. 1995. Rotifera. Volume 2: The lecanidae (Monogononta). En Dumont H.J.F. (Ed). *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental Waters of the World*. SPB Academic Publishing bv. The Hague. 226p.
- Sioli, H., 1967. Studies in Amazonian waters. *Atlas do simposio a biota Amazónica*. 3: 9-50.
- Smith, K.E. 1989. Guía para los copépodos (Calanoida y Cyclopoida) de las aguas dulces de Cuba. 1ra ed. Editorial Academia: 1-3.

Solarte, E. 2008. Diversidad alfa y beta de microcrustáceos planctónicos (copépodos y cladóceros) en las dimensiones longitudinal, lateral y temporal del sistema de lagos Yahuaraca, Amazonia Colombiana. Trabajo de pregrado. Universidad del Cauca. Popayán.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1991. *Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. New York: Freeman and Company,, 859 p.

Stemberger, R. S. y J.J. Gilbert. 1987. Rotifer threshold food concentrations and the size-efficiency hypothesis *Ecology*, 68: 181 – 187.

Thiebaud, M. 1914. Copépodes de Colombie et des Cordillères de Mendoza. *Mém. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 5: 600- 638.

Tockner, K., D. Pennetzdorfer, N. Reiner, F. Schiemer y J. V. Ward. 1999. Hydrological connectivity and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river- floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biology* 41: 521–535.

Torres, A. M. 2006. *Ecología Funcional del Fitoplancton durante dos periodos Hidrológicos en el sistema lagunar de Yahuraca (Amazonia Colombiana)*. Tesis de Grado. Departamento de Biología. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional., Bogota, 2006.

Twombly. S. y Lewis W. 1987. Zooplankton abundance and species composition in laguna La Orsinera, a Venezuelan floodplain lake. *Arch. Hydrobiol.* 1:87-107.

Van den Brink, F.W.B, J.P. de Leeuw, G. van der Velde y G.M. Verheggen. 1993. Impact of hydrology on the chemistry and phytoplankton development in Floodplain lakes along the Lower Rhine and Meuse. *Biogeochemistry* 19: 103-128.

Vargas, P. A. 1996. Estructura y dinámica de la comunidad planctónica de algunos lagos de meandros del río Igará - Paraná. *Investigaciones limnológicas recientes en ecosistemas acuáticos tropicales*. UJTL Bogotá. p. 225-239.

Ward, J. V. y J. A. Stanford. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, 11: 105 – 119

Ward, J.V., K. Tockner y F. Schiemer. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management* 15: 125–139.

Ward, J. V., K. Tockner, D. B. Arscott, y C. Claret. 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology* 47: 517– 539.

Welcomme, R.L. 1979. Fisheries Ecology of Floodplain Rivers. Longman, London.










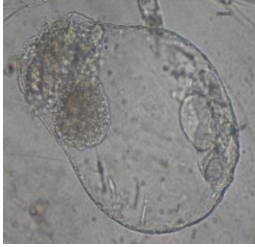
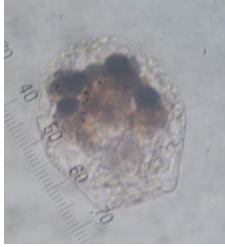


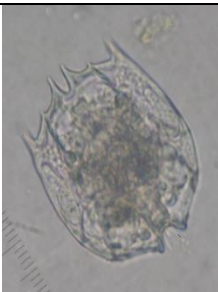

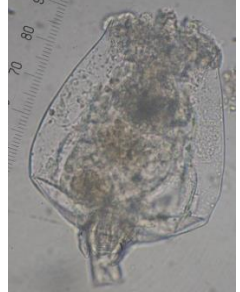
Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO. Fisheries Technical Paper 262. 330p.

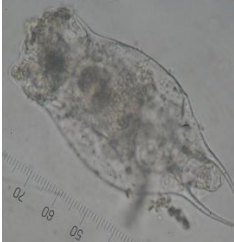

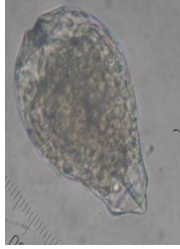


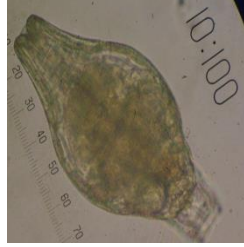


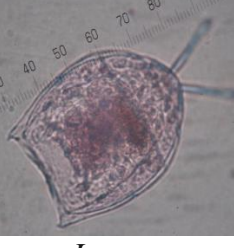







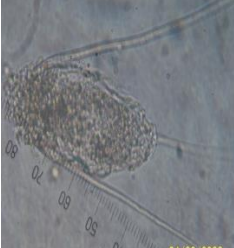

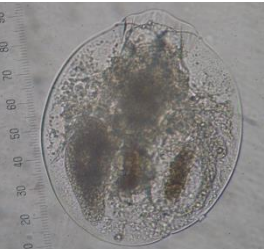

Wetzel, R. 1981. Limnología. Editorial Omega. Barcelona. 679p.

Zapata M., F. Rodríguez y J. L. Garrido. 2000. Separation of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton: a new HPLC method using a reserved phase C8 and pyridine containing mobile phases. Mar. Ecol. Prog. Ser 195: 29-45.

## ANEXOS

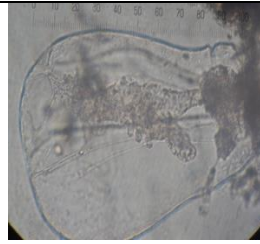
### Anexo 1. Fotografía de especímenes determinados

 <p style="text-align: center;"><i>Bosminopsis deitersi</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Diaphanosoma brevireme</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Diaphanosoma spinulosum</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Kurzia latissima</i></p>
 <p style="text-align: center;"><i>Moina micrura</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Moina minuta</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Moinodaphnia macleayi</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Mesocyclops Venezolanus</i></p>
 <p style="text-align: center;"><i>Notodiaptomus</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Asplanchna sieboldii</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Ascomorpha ecaudis</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Brachionus mirus</i></p>
 <p style="text-align: center;"><i>Brachionus caudatus f. insuetus</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Brachionus urceolaris urceolaris</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Brachionus falcatus</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Brachionus leydigii rotundus</i></p>

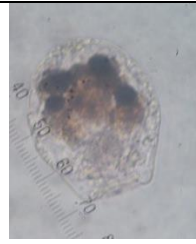
			
<i>Brachionus ahlstromi</i>	<i>Plationus patulus macracanthus</i>	<i>Bdelloidea</i>	<i>Bdelloidea</i>
			
<i>Bdelloidea</i>	<i>Bdelloidea</i>	<i>Lecane cornuta</i>	<i>Lecane papuana</i>
			
<i>Lecane curvicornis</i>	<i>Lecane quadridentata</i>	<i>Lecane hamata</i>	<i>Lecane bulla</i>
			
<i>Lecane sp1</i>	<i>Lepadella rhomboides rhomboides</i>	<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i>	<i>Filinia saltator</i>
			
<i>Filinia longiseta</i>	<i>Testudinella mucronata hauerensis</i>	<i>Testudinella dendradena</i>	<i>Testudinella patina</i>



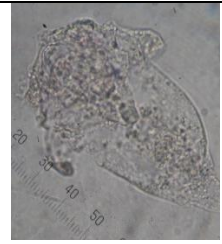
*Trichocerca  
cylindrica*



*Epiphanes  
clavulata*



*Ascomorpha  
ecaudis*



*Synchaeta  
pectinata*