

**INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN Y LA CONECTIVIDAD SOBRE  
EL ENSAMBLAJE DEL ZOOPLANCTON EN EL SISTEMA DE LAGOS  
YAHUARCACA (AMAZONIA COLOMBIANA)**

**OSVAR STERLING CUPITRA GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2011**

**INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN Y LA CONECTIVIDAD SOBRE  
EL ENSAMBLAJE DEL ZOOPLANCTON EN EL SISTEMA DE LAGOS  
YAHUARCACA (AMAZONIA COLOMBIANA)**

**OSVAR STERLING CUPITRA GÓMEZ**

**Trabajo de investigación presentado para optar al título de Biólogo**

**Director  
CAMILO E. ANDRADE-SOSSA M.Sc.  
Universidad del Cauca**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
POPAYAN  
2011**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

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

**Jurado** \_\_\_\_\_  
**Biólogo Federico Mosquera**

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

**Popayán, 30 de Noviembre de 2011.**

*“Yo soy el Camino, la Verdad y la Vida”  
(Jn 14, 6-14)*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo lo que me ha dado, a mis padres por su apoyo y dedicación en mi formación, a mis hermanos que han sido mis mejores amigos, a mis ahijados y sus familias, a todas las personas que me han rodeado, Karin mi amigo y casi un hermano, a su familia, y mis amigos de toda la vida, Felipe, Adriana, Mauricio, Matty, Oscar, Fercho, Lore, Julian, Armando, yiyó, y Miller Muños a mis amigos y compañeros de Universidad; Diego, Miller, Mario, Pedro, Judith, Andrés, Cohen, Alejandro, Samir, Pablo, Cesar, Nico, Ferix, el caleño, Nestor, Miguel, a los profesores a al parche Montaña viva; Las Dianas, Margarita, Jennifer, Karen, Catia, Johana, Jime, Margarita, mi yeshi, la mona, Marcela, Marli, el Paisa, el costeño, Nata, Gloria, Victor. A Beto, Luchita y los muchachos, a Deisy, con quien culmine la última fase de mi tesis, su apoyo fue de gran valor, muchas de las cosas no hubiesen sido tan fáciles sin su ayuda, a Anita, a Cristina por su tiempo y apoyo, a Julieth por todo, a muchísimas personas que me apoyaron que estuvieron a mi lado pero que tal vez olvidó, a quienes pido disculpas.

A Doña Marlencita, y a todas sus hijas, que fue como mi mamá en la Universidad, Camilo Andrade, quien con su dedicación me enseñó la rigurosidad de la investigación científica, al profe Gerardo con de quien aprendí algo cada día, a Federico, quien me enseñó la importancia de conocer diferentes partes, para comprender lo valioso nuestro país, al profe Santiago Duque a el personal administrativo, Jhon Carlos, Betty, Clandia, don Richar, Darwin, a todos ellos muchas gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
Objetivo general.....	13
Objetivos Específicos .....	13
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
4.1 Generalidades .....	14
4.2 Clasificación de las aguas Amazónicas .....	14
4.3 Pulso de inundación .....	15
4.4 Conectividad hidrológica .....	15
4.5 Comunidades zooplanctónicas .....	16
4.5.1 Rotíferos.....	16
4.5.2 Cladóceros .....	17
4.5.3 Copépodos .....	18
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
6.1 Área de Estudio .....	20
6.2 Fase de campo y laboratorio .....	22
6.3 Ensamblajes zooplanctónicos .....	22
6.4 Ensamblaje de algas planctónicas .....	23
6.5 Variables físicas y químicas del agua .....	23
6.7 Tratamiento de datos .....	24
6.7.1 Estimación de la diversidad.....	24
6.7.2 Comparación de patrones de variación .....	24
<b>7. RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
7.1 Variables Físicas y Químicas.....	25
7.2 Estructura de la comunidad .....	28
8. 3 Métodos de aglomeración UPGMA y componentes principales.....	40
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
8.1 Variables físicas y químicas. ....	43
8.1.1 Variables físicas .....	43
8.1.2 Nutrientes .....	43
8.2 Comunidades Zooplanctónicas. ....	44
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>49</b>

## Lista de Figuras

**Figura 1.** Ubicación geográfica del sistema de lagos Yahuaracaca.

**Figura 2.** Variación temporal y espacial de las variables físicas y químicas del sistema de lagos Yahuaracaca.

**Figura 3.** Variación temporal y espacial de las concentraciones de nitritos, Amonio, Nitratos, Fosfatos y silicatos durante aguas bajas y altas.

**Figura 4.** Análisis de componentes principales para el sistema de lagos Yahuaracaca

**Figura 5.** Porcentaje de riqueza de cada grupo taxonómico dentro del zooplancton y géneros con mayor diversidad dentro de cada grupo.

**Figura 6.** Abundancias de copépodos en estado adulto en los diferentes periodos.

**Figura 7.** Porcentaje de la densidad ( $\text{Ind}/\text{m}^3$ ) de cada grupo sobre la comunidad de zooplancton.

**Figura 8.** Promedios de las densidades ( $\text{Ind}/\text{m}^3$ ) de cada grupo, en cada periodo y para cada zona de los lagos.

**Figura 9.** Especies más abundantes en la comunidad zooplanctónica.

**Figura 10.** Dendrograma con base en el Coeficiente de Jaccad. Método de aglomeración UPGMA.

**Figura 11.** Dendrograma con base en el Coeficiente de Bray-Curtis. Método de aglomeración UPGMA.

## Lista de Tablas

**Tabla 1.** Promedios y coeficientes de variación (%) de los parámetros físicos y químicos registrados.

**Tabla 2.** Lista de rotíferos registrados en los lagos Yahuaraca, quebrada Yahuaraca y canal de acceso

**Tabla 3.** Lista de Cladóceros registrados en los lagos Yahuaraca, quebrada Yahuaraca y canal de acceso.

**Tabla 4.** Lista de Copépodos registrados en los lagos Yahuaraca, quebrada Yahuaraca y canal de acceso.

**Tabla 5.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y abundancia relativa (AR) de los taxones de rotíferos durante los dos periodos.

**Tabla 6.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y abundancia relativa (AR) de los taxones de cladóceros durante los dos periodos.

**Tabla 7.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y abundancia relativa (AR) de los taxones de Copépodos durante los dos periodos.



## RESUMEN

Se llevo a cabo un estudio descriptivo en el sistema de lagos Yahuaraca, ubicado en el margen derecho de la ciudad de Leticia (Amazonas). Sus principales tributarios son; el río Amazonas, y de la quebrada Yahuaraca. Este trabajo se realizo con el fin de determinar la influencia que ejerce la inundación en las características físicas, químicas, como, en la estructura y diversidad de las comunidades zooplanctónicas.

Por medio de mediciones de los parámetros físicos como; la profundidad, la temperatura, la conductividad y la transparencia, en diferentes profundidades, (superficie, un disco secci y tres discos secci) se determinaron los tipos de aguas que presenta el sistema; negras y blancas, (Sioli 1967) para cada fase hidrológica.

En aguas bajas se presentó mayor transparencia y concentración de nutrientes, aumentando la productividad primaria (Palma 2011) y las densidades en las poblaciones de zooplancton, en aguas altas el ingreso de aguas provenientes del río, generó el lavado de las macrofitas y el desprendimiento de especies del litoral a la zona limnetica aumentando la diversidad para este periodo.

Se reportaron 144 morfoespecies que, identificados a nivel de especie sumaron 132 spp., en las dos fases hidrológicas dominaron los rotíferos con 86 especies; donde el género más diverso fue Lecane, la especie más abundante fue *Brachionus mirus*. En los cladóceros se identificaron 39 especies, donde el género mas diverso fue Alona, y la especie mas abundante fue *Moina minuta*, seguida por *Diaphanosoma breveremi*, *D. spinulosun*, y *Bosminopsis deitersi*. En copépodos se encontraron 9 especies siendo *Thermocyclops tenuis* la más abundante y este género el mas diverso, aunque dominaron las etapas inmaduras, mayormente nauplios de cyclopodios.

Los análisis closter tanto cuantitativos como cualitativos muestran relación entre lagos en cada fase hidrológica, en la estructura y la composición zooplanctonica, demostrando el cambio que sufre el sistema en cada periodo.

**Palabras claves:** Pulso de inundación, zooplancton, diversidad, abundancia.

## INTRODUCCIÓN

El río Amazonas en sus tramos medio y bajo presenta una amplia llanura aluvial en la que se encuentran numerosos lagos, que son inundados en ciertos periodos del año, tiempo en el cual se genera una mezcla de diferentes tipos de aguas, claras, blancas y negras, cada una de ellas con características distintas en pH, transparencia, cantidad de sedimentos en suspensión, y nutrientes (Sioli 1967). Es importante interpretar el efecto del pulso de inundación, debido a que estos lagos son el hogar de diferentes comunidades de zooplancton, con diversos tipos de migración, tanto horizontal como vertical, pero sin poder desplazarse en contra de la corriente (Margalef 1983, Esteves 1988). Por esto, las direcciones de las aguas y el cambio de sus características traen consigo dinámicas que alteran los ecosistemas en periodos de condiciones distintas, como se ha establecido en investigaciones en los grupos de cladóceros, copépodos (Solarte 2008) y rotíferos (Andrade-Sossa 2001, Rodríguez 2003).

El sistema de lagos de Yahuaraca está localizado en la transición entre el tramo alto y medio de la cuenca Amazónica ( $4^{\circ}08' \text{ LS } 69^{\circ}59' \text{ LW}$ ), al margen izquierdo del río Amazonas (Solarte 2008), cerca a la cabecera del municipio de Leticia. Este sistema presenta cuatro lagos, que al ser inundados se interconectan, gracias al aumento de las aguas del río Amazonas el cual surte al lago en determinadas temporadas, con aguas blancas, (provenientes de la cordillera de los andes). Por otro lado el sistema recibe aguas todo el año de la quebrada Yahuaraca, que obtiene el aporte de escorrentías superficiales de la selva, con aguas negras tipo I, con moderado grado de mineralización, pH neutro a ácido, conductividad, turbidez y sólidos suspendidos moderados (Duque *et. al.* 1997, Núñez-Avellaneda & Duque 2001), estas aguas cuentan con una baja concentración de nutrientes durante un largo periodo del año, promueven la adaptación de algunos organismos y la optimización de recursos. La mezcla de aguas (entre negras y blancas) generada en algunos periodos y conlleva a la proliferación de otras comunidades zooplanctónicas.

Este trabajo estudió el efecto de la inundación del río Amazonas y los diferentes tipos de tipo de conectividad hidrológica de los cuatro lagos del sistema Yahuaraca, sobre la composición y estructura del ensamblaje del zooplancton, analizando rotíferos y micro crustáceos en periodos de aguas bajas e inundación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diferentes investigaciones se han realizado en el sistema de lagos Yahuarcaca, en los distintos grupos de zooplancton, debido a la facilidad en el acceso, y se han abordado análisis taxonómicos en trabajos aislados de rotíferos y micro crustáceos y evaluaciones del efecto del pulso de inundación, en el primer grupo Andrade-Sossa (2001) evaluó este efecto. En cladóceros para este lago Duque *et. al.* (1997) registraron diferentes especies del genero *Diaphanosoma*, presentando cambios en abundancia debido al ciclo hidrológico. Estos trabajos han sido realizados en diferentes periodos hidrológicos, de aguas bajas y altas, sin tomar los tres grandes grupos de zooplancton de forma integrada y en relación con el fitoplancton, analizando aspectos de esta trama trófica.

La finalidad del presente estudio, es obtener información que complemente el conocimiento sobre el comportamiento de las comunidades zooplactónicas y su relación con el fitoplancton, (gracias a trabajos paralelos), para este sistema de lagos, además de los ambientes conexos como canales y la quebrada tributaria, para comprender de una manera integral el funcionamiento de estos ecosistemas.

Con lo anterior y analizando el ensamblaje de zooplancton en las diferentes fases del ciclo hidrológico, dio respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuál es el efecto del pulso de inundación y el tipo de conectividad sobre la diversidad y densidad del ensamblaje del zooplancton en el sistema de lagos Yahuarcaca?

¿Cómo se relacionan las fluctuaciones en la densidad del zooplancton con las respectivas en el ensamblaje del fitoplancton y las variables físicas y químicas del agua?

## 2. JUSTIFICACIÓN

A pesar de existir numerosos ambientes fluvio-lacustres, los estudios del zooplancton en la región Amazónica colombiana son aún muy escasos. Los trabajos se restringen a los realizados por Andrade-Sossa (2001), Rodríguez (2003), González (2007) y Solarte (2008), Evalúan periodos cortos donde no se evidencia el efecto que tiene el pulso de inundación en el sistema y concretamente en las comunidades zooplanctónicas.

El zooplancton constituye uno de los principales componentes de las comunidades biológicas en los sistemas acuáticos, ya que representa el eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios (peces y algunas aves), así como para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos (Solarte, 2008). El conocimiento de su estructura permite caracterizar estos ambientes y conocer algunas de las interacciones dominantes en ellos. De esta manera, los estudios de composición de especies y estructura de comunidades, acompañados de características físicas y químicas de las aguas, son necesarios para obtener conocimiento fundamental sobre la biodiversidad de una región (Neves *et al.*, 2003).

Se ha planteado que la composición del zooplancton y también del fitoplancton, puede diferir marcadamente entre lagos aún estando cercanamente ubicados, especialmente cuando se encuentran físicamente aislados, o cuando los niveles tróficos son muy diferentes o se tienen estados sucesionales disimiles. Sin embargo, los diversos niveles de conexión dentro de la cuenca hidrográfica pueden también conducir a distintos niveles de uniformidad (Neves *et al.*, 2003), que no han sido analizados para esta región geográfica.

Por lo tanto la importancia de la presente investigación, fue, permitir la aproximación al funcionamiento del sistema de lagos Yahuaraca, a través de una de las comunidades más importantes de este sistema, lo cual es clave en el planteamiento de estrategias para el manejo de recursos. De esta forma se generó información complementaria que servirá como insumo para futuras investigaciones asociados a la ribera colombiana del río Amazonas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo general**

- Analizar la influencia del pulso de inundación y los diferentes niveles de conectividad, sobre el ensamblaje de los microcrustáceos planctónicos y en rotíferos, en el sistema de lagos Yahuaracaca.

#### **Objetivos Específicos**

- Estimar la composición, densidad y riqueza específica del zooplancton en el sistema de lagos de Yahuaracaca, su canal de acceso y tributario (quebrada Yahuaracaca), durante dos períodos hidrológicos.
- Comparar la variación espacial y temporal en los ensamblajes de rotíferos y microcrustáceos planctónicos entre los lagos con diferente nivel de conectividad.
- Establecer si existe relación entre los cambios en la densidad y riqueza del zooplancton, con las variaciones en las características físicas y químicas del agua a través de los periodos hidrológicos y con las fluctuaciones en la densidad del fitoplancton, a partir de información de estudios paralelos.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Generalidades

Los lagos que se ubican al margen del río Amazonas periódicamente son expuestos a cambios en sus características físicas y químicas debido al aumento del nivel de agua del río Amazonas, que a su vez se relacionan con variaciones en la abundancia y composición de especies de las comunidades que habitan estos ecosistemas (Rodríguez 2003). En estos ambientes se registra alta diversidad de especies planctónicas, ícticas y de vegetación acuática, debido en parte a la alta heterogeneidad paisajística, climática, geológica y ecológica existente (Jiménez 1994, Duque *et al.*, 1997, Duque y Patiño 2000, Andrade-Sossa, 2001, Rodríguez 2003, Pinilla 2004, Galvis *et al.*, 2006 Torres-Bejarano 2006).

### 4.2 Clasificación de las aguas Amazónicas

Mediante las características físicas, químicas geológicas y fisiográficas particulares con las cuales cuentan las diferentes cuencas de drenaje, los ríos y lagos Amazónicos han sido clasificados de varias formas; un trabajo propuesto por Sioli (1967) las clasifica como:

- Ríos de aguas blancas: de color amarillento, baja transparencia, pH casi neutro, gran cantidad de sedimentos, ricos en nutrientes y con frecuencia de origen andino.
- Ríos de aguas claras: de alta transparencia, baja cantidad de sedimentos en suspensión, baja fertilidad y pH ligeramente ácido.
- Ríos de aguas negras: de color marrón producido por la presencia de compuestos húmicos. Estas aguas se caracterizan por ser bastante ácidas, pobres en iones inorgánicos, además de su transparencia media, pocos nutrientes y poca productividad primaria.

Posteriormente, Duque *et al.* (1997), realizan una investigación que incluye los sistemas de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá, y adecuan la clasificación que realizó Sioli (1967) a los ambientes colombianos, con siete tipos de aguas. Finalmente, Núñez-Avellaneda & Duque (2001) realizan una nueva tipificación de ambientes acuáticos para la Amazonia colombiana que comprende cuatro tipos de aguas:

- Aguas blancas Tipo I: de origen andino, características barrosas, con alta carga de sólidos en suspensión, cationes y aniones y pH entre 5.2–7.6.

- Aguas blancas Tipo II: de origen andino, menos turbias, con baja carga de sólidos en suspensión. Menor conductividad, pH ligeramente ácido (5.0–6.6).
- Aguas negras Tipo I: de origen amazónico, con grado de mineralización moderado, conductividad, turbidez, y sólidos suspendidos moderados, pH ligeramente ácido a neutro (6.0–7.1).
- Aguas negras Tipo II: de origen amazónico, con baja mineralización, pH ácido a medianamente ácido (4.6–6.8), y mediana cantidad de sólidos en suspensión.

Estas características determinan las poblaciones de zooplancton presente en cada ambiente, siendo fundamental la disponibilidad de nutrientes y las algas de las condiciones físicas, las cuales en conjunto determinan las poblaciones comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas.

### **4.3 Pulso de inundación**

El pulso de inundación se define como un factor importante que condiciona la biología y ecología de los ecosistemas amazónicos, debido al intercambio dinámico de nutrientes y de energía entre la fase acuática y la fase terrestre, que ocurre cuando el agua desborda el canal principal de los ríos y fluye hacia las zonas adyacentes. Las inundaciones son a menudo estacionales, aunque algunos ríos con pequeña área de drenaje pueden presentar inundaciones de corta duración después de fuertes tormentas (Junk *et al.*, 1989).

Los procesos internos de la planicie de inundación afectan el ciclo de los nutrientes debido a factores como: mecanismos de transferencia entre la fase terrestre y acuática, la cantidad y calidad de los sólidos disueltos y suspendidos, la productividad primaria y secundaria y la descomposición de materia orgánica en el río (Junk & Wantzen 2003).

Se conoce como planicie de inundación la zona de transición que alterna entre los ambientes acuáticos y terrestres, y son consideradas como una parte integral del sistema que es periódicamente acoplado o desacoplado del río por esta zona. Los hidrólogos consideran el río y su planicie de inundación como una unidad, puesto que son inseparables con respecto al agua, sedimentos y compuestos orgánicos. A esta unidad se le llama "sistema río-planicie de inundación", que comprende los hábitat lóticos permanentes, los hábitat lénticos permanentes, y la planicie de inundación (Junk *et al.*, 1989) y no puede ser tratado separadamente en estudios ecológicos (Junk & Wantzen, 2003).

### **4.4 Conectividad hidrológica**

Este concepto se maneja en contextos ecológicos en donde se presenta una transferencia de material, elementos, energía y organismos a través del agua entre sistemas hidrológicos (Pringle, 2001).

El grado de conectividad es afectado en la mayoría de los casos por la dinámica fluvial de cuatro fases hidrológicas (Drago 1980, 1981, Neiff, 1990): (1) la fase de ascenso-canalizada en donde materiales alóctonos comienzan a entrar a los lagos desde el río, (2) la fase de inundación, cuando los lagos pierden su estado léntico, (3) la fase de descenso-drenaje cuando la biomasa es transportada desde los lagos hacia el río y (4) la fase de aislamiento, cuando los lagos restablecen su condición de hábitats lénticos y las comunidades son reguladas por procesos *in situ*.

El plancton que habita los lagos y ríos, es afectado por el grado de conexión entre río y lagos asociados, de una forma directa (transporte por flujos de agua) y/o indirecta (vía cambios en propiedades físicas y químicas del agua; Allan, 1976). Grupos zooplanctónicos como los rotíferos y cladóceros son particularmente importantes en el análisis de estos efectos debido a que presentan altas tasas de crecimiento intrínseco y cortos intervalos de renovación poblacional, y con frecuencia alta tolerancia a una variedad de factores ambientales (Green, 1972; Robertson & Hardy, 1984).

## **4.5 Comunidades zooplanctónicas**

Las comunidades zooplanctónicas dulceacuícolas están constituidas básicamente por rotíferos y microcrustáceos, que incluyen cladóceros, copépodos y en ocasiones ostrácodos y conchostráceos. Ocasionalmente, se hallan también larvas de insectos (Díptera: Chaoboridae) y algunos autores incluyen también a gastrotricos, nemátodos e inclusive protozoarios (Esteves, 1988).

### **4.5.1 Rotíferos**

Son organismos de aproximadamente 50  $\mu\text{m}$  a 120  $\mu\text{m}$ , se ubican principalmente en la zona litoral de los lagos, 75% de los rotíferos son de habilidad de litoral, muchos de ellos sésiles adheridos a plantas solo algunas especies se encuentran en la zona limnética para lo cual cuentan con cuerpos redondeados que les ayuda a estar suspendidos en la columna de agua (Pennak, 1989).

Este filo cuenta con cerca de 2030 especies, con representación dulceacuícolas los dos grandes grupos; la clase Monogononta con alrededor de 1570 especies y la orden Bdelloidea con alrededor de 461 especies, los cuales se diferencian tanto morfológica como reproductivamente, el tercer grupo corresponde a la orden seisonidea con 3 especies todas de ecosistemas marinos, (Segers, 2007)

### **Morfología**

Su cuerpo consta de dos partes fundamentales la región anterior posee una corona de cilios anulares que presenta un movimiento que a simple vista da la ilusión óptica que rotara y atrae el alimento que será filtrado, de allí en nombre



de los rotíferos, de rotación (Brusca & Brusca 2003), en algunos organismos de este grupo esa corona es suprimida y reemplazada por un tubo, que se conoce con el nombre de infundíbulo a lo largo del cual pasarán las partículas filtradas hasta llegar a unas estructuras rígidas que se conocen como trofi y actúan como dientes, en conjunto todo este aparato se llama mástax, para después pasar por el esófago el estomago y el intestino para luego ser excretadas por un par de protonefridios (Nogrady *et al.* 1993, Margalef 1983).

La región posterior está compuesta por pies, dedos y en ocasiones uñas, también poseen algunas especies apéndices móviles que le sirven para adherirse o desplazarse.

Su cuerpo puede estar cubierto por una estructura rígida conocida como lorica la cual consta de dos placas una ventral y otra dorsal, en grupos como los lecanidos esta estructura es de gran importancia taxonómica.

El órgano genital de los rotíferos es impar en la clase monogononta o pareado en los ordenes Seisonoidea y Bdelloidea para la reproducción los rotíferos utilizan diferentes mecanismos, el principal y más usado es la partenogénesis mediante el cual las hembras se reproducen independientemente de existir un macho, producen huevos que se conocen como amícticos, los cuales contiene toda la información genética para producir nuevos individuos, en la orden Bdelloidea todas las especies son hembras y hace alrededor de 40 millones de años se reproducen de esta forma y los machos no existen (Donner 1965, Gilbert 1983, Ricci 1992, Mark Welch & Meselson 2000).

En la clase monogononta se presentan dos fases la amíctica, y otra fase que se denomina mítica las hembras amícticas producen huevos haploides que pueden o no ser fecundados, si no son fecundados saldrán machos, que miden un cuarto del tamaño de las hembras y no cuentan con sistema digestivo, los cuales fecundaran huevos haploides y de esta fecundación se generan huevos resistencia, debido a su cubierta gruesa que soporta la desecación, como también a otros factores desfavorables, cuando las condiciones del medio mejoran estos huevos eclosionaran y saldrán hembras que iniciaran nuevamente una fase amíctica, (Nogrady *et al* 1993) esta es la mejor estrategia que tienen estos organismos para que su población prevalezca.

El orden Seisonoidea se reproduce únicamente por reproducción sexual, lo cual quiere decir que en su población los machos siempre estarán presentes para la reproducción.

La respiración de los rotíferos es limitada al no poseer órganos respiratorios, el oxígeno ingresa por la superficie del cuerpo (Sládecek, 1983).

#### **4.5.2 Cladóceros**

Los cladóceros son organismos de menos 3 mm de longitud que filogenéticamente no comparten mucha similitud ubicación taxonómica ha sido

muy discutida durante décadas, para este trabajo lo tomaremos al nivel de suborden de acuerdo a la clasificación reportada en el libro de Brusca & Brusca (2003).

### **Morfología**

El cuerpo de los cladóceros está cubierto por un par de valvas conocido como caparazón, que para las familias reportados en el país este caparazón recubre todos los pares de patas, que pueden ser 5 o 6, y también el postabdomen, que cuenta con una garra. En la parte dorsal del caparazón se encuentra la cámara incubadora. La cabeza está formada por un ojo y en ocasiones un ocelo, un par de anténulas móviles y un par de antenas birramadas, que ayudan al desplazamiento.

La reproducción de los cladóceros se da por partenogénesis los machos se encuentran en periodos de condiciones adversas o de escases, y fecundan las hembras para generar huevos de resistencia que estarán en la cámara de incubación incluso después de haber muerto la hembra, fundiéndose a su caparazón estos son conocidos bajo el nombre de efiopios (Edmonson, 1959, Margalef, 1983).

### **4.5.3 Copépodos**

Aunque los copépodos sobrepasan las 10.000 especies la mayor parte de los integrantes de esta subclase son de hábitad marino, cerca de 2.000 especies viven en agua dulce (Maas, 1993).

### **Morfología**

Su cuerpo se encuentra dividido en dos partes el cefalotórax, que en la parte superior cuenta con dos tipos de antenas, unas largas y de función locomotriz que se denominan anténulas y otras cortas y de función sensorial llamadas antenas, esta parte consta de 5 anillos conectados por una membrana hialina, desde una mirada ventral encontraremos estructuras pareadas que en su orden son la mandíbula, maxililula maxila y maxilipedo, continuado por 4 pares de patas de gran importancia taxonómico, estas patas tienen forma de remos por ser aplanadas y por tal motivo se llama a este grupo copépoda (remo-pies) la parte abdominal cuenta con un segmento donde se ubica el aparato reproductor que se denomina receptáculo seminal en este segmento encontraremos el quinto par de patas, es diferente al resto de patas debido a que es una estructura vestigial, mucho más pequeña y su función va muy relacionada a la fecundación debido que ayuda a acomodar el paquete de esperma en el receptáculo seminal (Gaviria, S. & N. Aranguren, 2003, Maas, 1993) . El siguiente segmento del abdomen se conoce como segmento anal continuado por las ramas caudales. Las cuales poseen setas que se llaman sedas caudales, y son de gran importancia en la locomoción.

## 5. ANTECEDENTES

Los rotíferos cuentan con unas 2000 especies aproximadamente (Nogrady *et al.*, 1993), en el Amazonas se han registrado alrededor de 250 especies, representando la mayor diversidad comparándolos con micro crustáceos, que para cladóceros se registran alrededor de 20 especies y copépodos 40 especies (Robertson & Hardy 1984, Montreuil-Frías 1995). Los trabajos en rotíferos realizados en el sistema Yahuaraca registraron 80 especies por Andrade-Sossa (2001), 149 por Rodríguez (2003) y para la quebrada Yahuaraca, 128 especies por González (2007); en los tres trabajos se resalta la mayor riqueza del genero *Lecane*.

Chimborazo & Jimenez (2010) realizaron un estudio sobre las comunidades zooplanctónicas en tres lagos ubicados en el plano de inundación del río Amazonas, además del trabajo realizado por Pantoja (2010) en el que se describe gran parte del comportamiento zooplanctónico en lagos aledaños al mismo río. Recientemente, Cohen (2010) realizó un estudio sobre los efectos del pulso de inundación y la conectividad en el ensamblaje de rotíferos planctónicos.

Los cladóceros corresponden alrededor de 400 especies; en la región neotropical se reportan ocho familias, todas ellas registradas para Colombia (Gaviria y Aranguren, 2003): Bosminidae, Daphnidae, Moinidae, Iliocryptidae, Macrothricidae, Chydoridae, Holopedidae y Sididae. Solarte (2008) reportó para el lago Yahuaraca 7 familias de cladóceros (6 para el orden Anomopoda y 1 para Ctenopoda) y en total 40 especies. Para copépodos, en los lagos de Yahuaraca, Solarte (2008) registró 5 especies; una en el orden Calanoida, y cuatro Cyclopoida, de cuatro géneros distintos. En la quebrada Yahuaraca, González (2007) encontró 9 especies pertenecientes a cuatro géneros.

En el sistema de lagos Yahuaraca, se han realizado diferentes trabajos sobre zooplancton. En Rotíferos Andrade-Sossa (2001) analizó la fluctuación del nivel del agua sobre la estructura de la comunidad de rotíferos planctónicos, Rodríguez (2003) estudió la diversidad alfa y beta de microcrustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos) en las dimensiones longitudinal, lateral y temporal, Solarte (2008) discutió los cambios en la estructura de la comunidad de crustáceos. González (2007) determinó la composición y densidad de rotíferos, cladóceros y copépodos y sus cambios a nivel espacial y temporal en la quebrada Yahuaraca y su relación con el efecto de depredación de la planta carnívora *Utricularia foliosa* y algunas variables físicas y químicas.

Duque (1993), Bahamón (1994) y Duque *et al.* (1997) han realizado estudios de algunas variables físico-químicas y algunos aspectos de la comunidad fitoplanctónica, como biomasa, composición, y producción en varios periodos hidrológicos. Lagos (1997) investigó la productividad primaria y biomasa en el lago Yahuaraca, determinando que la entrada anual del río Amazonas tiene un efecto sobre la comunidad fitoplanctónica en el lago, causando disminución en la biomasa y producción, además de presentar algunos aspectos físico-químicos relevantes.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Área de Estudio

El lago Yahuaraca, localizado en la margen colombiana del río Amazonas, a 1 Km. de la ciudad de Leticia (4°08' LS; 69°59 LW), corresponde a un sistema de lagos interconectados por canales naturales, que se ubican justo antes de la desembocadura de la quebrada Yahuaraca en el río Amazonas. Estos lagos llegan casi a desconectarse entre sí en los periodos de aguas bajas (Solarte 2008).

De acuerdo con la numeración dada por Bahamón (1994) el lago Yahuaraca 1, es el más cercano a la desembocadura del río Amazonas, estando separado de éste por una barra de sedimentos aluviales pero conectado en forma directa a través de un canal con aproximadamente 100m de longitud. Su localización determina que las características fisicoquímicas, la dinámica poblacional y la productividad, dependan en mayor grado de las variaciones en el nivel hidrométrico del río y del efecto del pulso de inundación (Andrade- Sossa 2001).

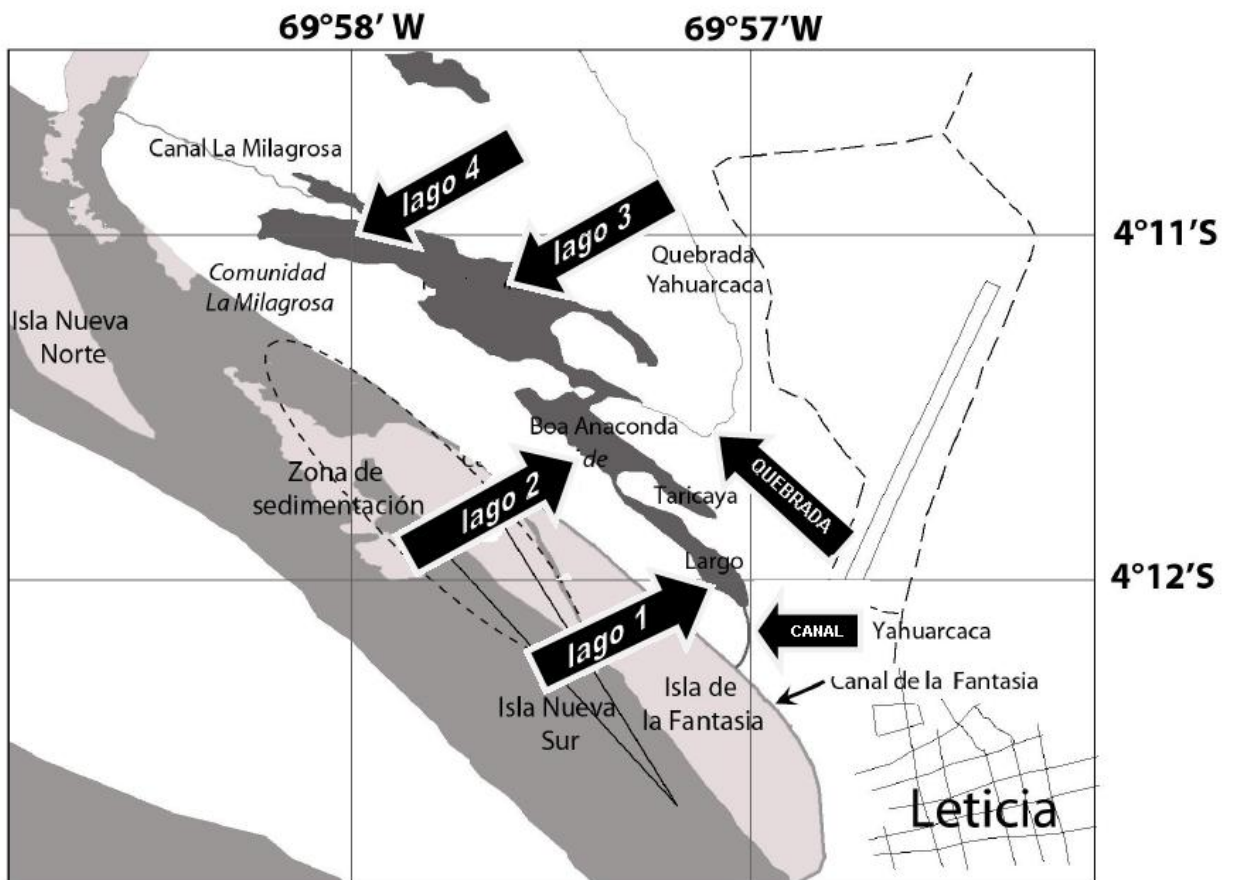
Los lagos 2, 3 y 4, son sucesivamente menos influenciados por el Amazonas y más por la quebrada Yahuaraca. La diferencia es tan evidente que Duque *et al.* (1997) consideran el Lago 1 y el Amazonas como de aguas blancas tipo I y a los otros tres lagos, junto con la quebrada Yahuaraca, como de aguas negras tipo I. Aunque en el periodo de inundación los lagos 2, 3 y 4 se ven igualmente influenciados por las aguas del río Amazonas.

Considerando la numeración establecida por Bahamón (1994) para el sistema de lagos de Yahuaraca, fueron seleccionados 10 puntos de muestreo

- I) Antes del ingreso de la quebrada Yahuaraca al sistema de lagos,
- II) Zona litoral del lago 1,
- III) Zona limnética del lago 1,
- IV) Zona litoral del lago 2,
- V) Zona limnética del lago 2,
- VI) Zona litoral del lago 3,
- VII) Zona limnética del lago 3,
- VIII) Zona litoral del lago 4,
- IX) Zona limnética 4,
- X) Sobre la entrada del río Amazonas al lago 1 (canal de acceso).

El área de estudio, presenta una temperatura atmosférica media multianual de 25,8° C, con escasa fluctuación a través del año pero con cambios diarios significativos, presentándose valores promedio máximos entre 32° y 34° C y temperaturas mínimas entre 16,9° y 20,9° C (IDEAM 1974-2004). La humedad relativa es muy alta con un promedio anual del 86% (Duque *et al.*, 1997).

La precipitación promedio anual es de 3.325,2 mm con un promedio mensual de 277,4 mm (IDEAM 1974-2004). El régimen pluviométrico registra un comportamiento multianual de tipo monomodal presentándose un período de bajas precipitaciones en julio y agosto (cuando la Zona de Confluencia Intertropical se ubica hacia el norte del país); una época de mayores precipitaciones que ocurre usualmente entre diciembre y abril y dos períodos de transición, uno entre septiembre y noviembre en el que se aumenta paulatinamente la intensidad de las lluvias y otro entre mayo y junio, en el que comienza la transición hacia bajas precipitaciones (Duque 1993, Duque *et al.* 1997.)



**Figura 1.** Ubicación geográfica del sistema de lagos Yahuaraca (Modificado Salcedo 2011)

El brillo solar tiene un valor promedio mensual de 152.2 horas. Los valores más altos se registran en agosto (192 horas), mes de menor nubosidad (5.6). La humedad relativa promedio es de 86.4%, sin mayores variaciones durante el año Rodríguez (2003). Los vientos son débiles en la Amazonía colombiana, generalmente menores de 1 m/seg.; aunque durante tormentas pueden presentarse ráfagas con mayor velocidad (Lagos, 1997).

Las precipitaciones locales influyen ligeramente en el nivel de los sistemas acuáticos de la región, como los ríos tributarios del Amazonas y los arroyos que

alimentan estos ríos; esto porque las mayores fluctuaciones del nivel del río Amazonas y de muchos de los lagos influenciados por este dependen del régimen de lluvias en la zona Andina (ecuatoriana y peruana), la cual difiere del régimen local. La época de aguas altas ocurre entre marzo y junio con un pico máximo en mayo - junio; por su parte, las aguas bajas se presentan entre agosto y octubre siendo septiembre el mes de mínimo caudal (Duque, 1993), resultando en una fluctuación anual de hasta 12 m en el nivel del río por lo que se ocasionan fuertes inundaciones (IDEAM 1974-2004).

## **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 cuatro lagos, durante dos de las fases: de aislamiento (aguas bajas) e inundación o desborde (aguas altas) definidas por Drago (1980, 1981) y Neiff (1990). Se realizó el muestreo de todos los ecosistemas, en cada fase, durante jornadas de campo de aproximadamente tres días cada una. Adicionalmente se tomaron muestras en el canal de acceso. 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 fue relativamente predecible se presentaron 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 contó con información histórica.

## **6.3 Ensamblajes zooplanctónicos**

En cada punto de muestreo, el zooplancton se colectó integrando volúmenes de agua 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  $\mu\text{m}$ , concentrando los organismos en un volumen de 150 ml, narcotizándolos con agua carbonatada (soda) y preservados con solución de transeau (Agua, alcohol y formol en proporciones 6:3:1). De igual manera, se realizaron arrastres con una red de plancton de 100  $\mu\text{m}$ , y estas muestras fueron preservadas en formaldehído al 4%.

Para la determinación taxonómica de rotíferos se utilizaron las guías taxonómicas de Ruttner – Kolisko (1974), Koste (1978), Segers (1995), José de Paggi (1995), Segers (2007). Para micro crustáceos se utilizaron principalmente las claves guías de: Elmoor-Loureiro (1997), Paggi (1995), Rocha & Tundisi (1976), Dussart (1984), Reid (1985) y Gaviria (1994), Gaviria y Aranguren (2003). De cada especie se tomaron micro-fotografías del espécimen completo y de estructuras de interés taxonómico.

Para la estimación de la densidad, se contaron todos los individuos en la muestra midiendo primero el volumen de la muestra utilizando una probeta

graduada y se aplica un colorante rosa de bengala para lograr una mejor visualización de los organismos y facilitar el conteo. Posteriormente se homogenizó la muestra mezclándola y burbujeando con una pipeta se toman alícuotas de 10 ml, que son colocadas en una cámara de sedimentación tipo Utermöhl; el conteo de individuos de cada especie se hace bajo microscopio invertido NIKON TMS, en las instalaciones del laboratorio de recursos hidrobiológicos de la universidad del Cauca. Las estimaciones fueron realizadas contando la totalidad de individuos de la muestra según metodologías de José de Paggi y Paggi (1995). Los datos fueron finalmente expresados en número de individuos por m<sup>3</sup> de cada una de las especies de cladóceros y copépodos.

#### **6.4 Ensamblaje de algas planctónicas**

El muestreo y análisis de este componente fue realizado por Palma (2011), Para el presente proyecto, los resultados de fitoplancton se fueron utilizados para analizar las relaciones con los cambios en la estructura del zooplancton.

En cada uno de los puntos de muestreo se extrajeron muestras a nivel superficial (S), a la profundidad definida por observación del disco Secchi (DS) y a tres veces esta profundidad (3DS). Para cada muestreo cuantitativo se utilizó una botella Van Dorn para tomar un volumen de 250 ml que se fijó *in situ*, con una solución de lugol. De forma paralela y a las mismas profundidades se tomaron muestras de agua que se filtraron para medir clorofila-a por espectrofotometría.

Para las muestras cualitativas se realizaron arrastres con una red de plancton de 24 µm. Obteniendo volúmenes de 150 ml que se conservaron en recipientes opacos y se preservaron con solución Transeau en proporción 1:1 con respecto a la muestra. Ocasionalmente se tomaron muestras vivas para hacer determinaciones taxonómicas de algunos especímenes.

Posteriormente, en el laboratorio de limnología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, se determinó la abundancia de cada especie, mediante cámaras de Utermöhl de 50 o 100 ml según de la abundancia del plancton. El conteo se realizó hasta encontrar entre 100 y 150 individuos para la especie más abundante en cada caso.

#### **6.5 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 misma (3DS), se tomaron medidas para parámetros físico-químicos del agua, que definieron las características limnológicas del hábitat: profundidad, transparencia, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación y pH.

Para el análisis de los nutrientes: amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), sílice (SiO) y fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), 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 y se filtraron (con filtros de fibra de vidrio de 0.45  $\mu\text{m}$ ) se llenaron 10 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 fueron luego envasados en tubos Eppendorf y cubiertos con papel aluminio para evitar la degradación de los pigmentos, la toma de datos y muestras, se llevó a cabo inmediatamente junto al muestreo del material biológico.

Todo el material es refrigerado y mantenido en la oscuridad y se conservó en el laboratorio de limnología en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, y posteriormente fueron analizado utilizando un autoanalizador BRAN + LUEBBE AAlll (Norderstedt, Germany) para nutrientes y un HPLC. Estos análisis se realizaron en la Universidad de Vigo España.

## **6.7 Tratamiento de datos**

### **6.7.1 Estimación de la diversidad**

En este trabajo se analizó la diversidad alfa en puntos de muestreo localizados en la zona limnética y litoral de cada lago para dos períodos hidrológicos, del canal de acceso y de la quebrada Yahuaraca. Se realizaron tablas por períodos para conocer la estructura y composición, donde se obtuvieron datos de abundancias y riqueza de especies.

Se analizó también la diversidad beta para determinar similitudes o diferencias entre los ecosistemas. Estas proporciones pueden evaluarse por medio de índices o coeficientes de similitud, disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos en el caso de la presencia o ausencia de especies, o datos cuantitativos para la abundancia proporcional de cada especie (Moreno, 2001; Magurran, 2004). Se utilizó los coeficientes de Jaccard y de Bray-Curtis y se elaborarán dendrogramas de similitud utilizando el método de aglomeración UPGMA (Krebs, 1989; Magurran, 2004).

### **6.7.2 Comparación de patrones de variación**

Los organismos se organizaron en bases de datos del software Excel 2007. La primera columna de datos corresponde a las morfoespecies registradas y las demás indican la presencia ausencia de las mismas en cada estación de muestreo (datos cualitativos) o su densidad (datos cuantitativos). A partir de estos datos se realizaron graficas que permiten visualizar el comportamiento de la riqueza y la densidad del zooplancton durante el estudio.

Finalmente para determinar la relación entre los cambios en densidad y riqueza para cada uno de los ensamblajes zooplantónicos, con los cambios en las variables físicas y químicas, a las cuales se aplicó un análisis de componentes principales. La relación entre fitoplancton y zooplancton se hizo solo de forma descriptiva.



## 7. RESULTADOS

### 7.1 Variables Físicas y Químicas

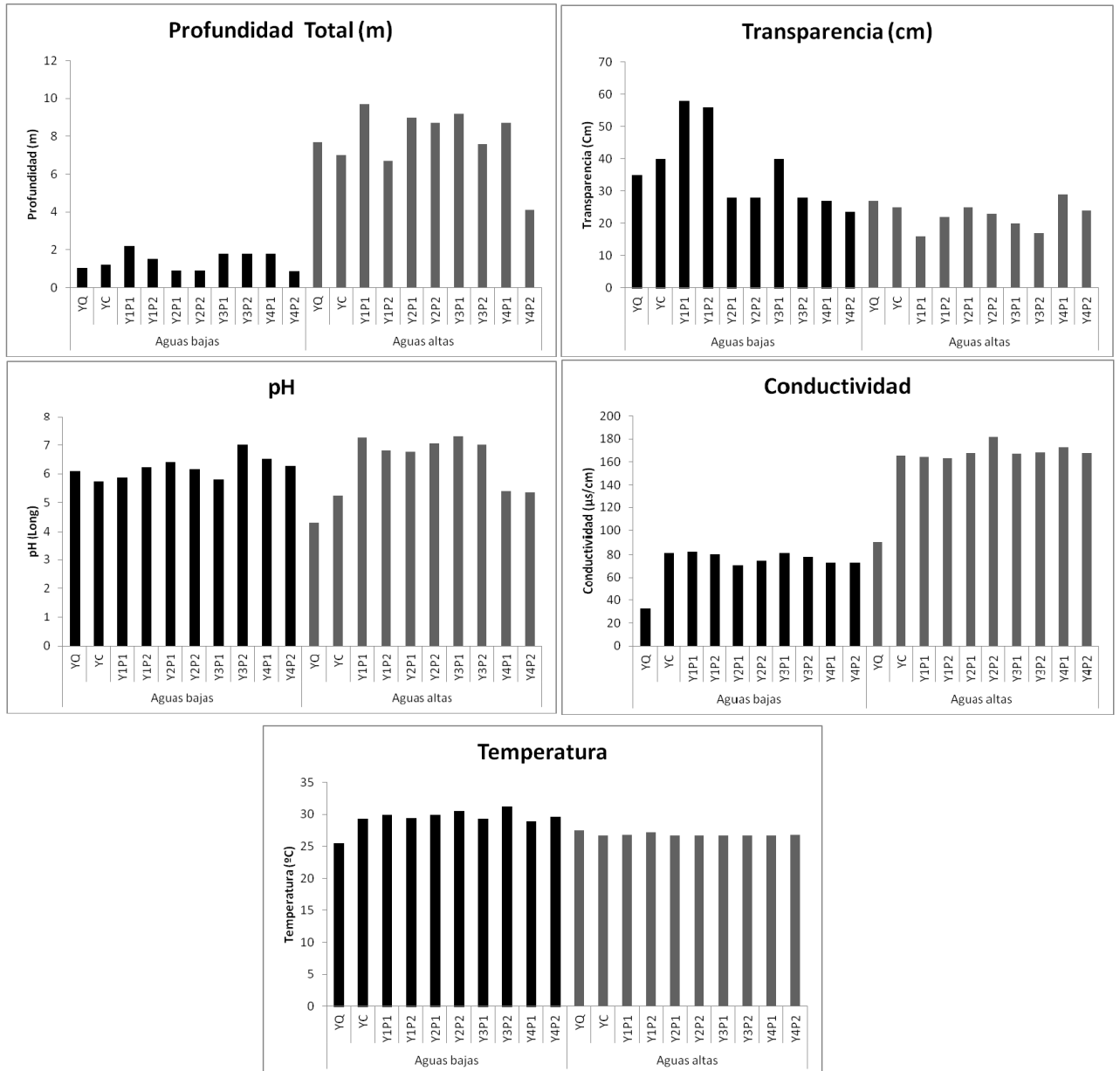
Para cuantificar los parámetros fisicoquímicos se tomaron datos desde la superficie, y a cada 10 cm de profundidad hasta llegar 1 disco seco; luego se tomo a dos y tres DS respectivamente, el ultimo datos correspondió a cercanías a la profundidad máxima que reportaba cada sitio de muestreo, los datos presentados en la Tabla 1, corresponden al promedio de datos de cada profundidad y las zonas litoral y limnética de cada sitio.

En la Figura 2 se observa aumento en la profundidad, conductividad y  $\text{NO}_2$ , al tiempo que disminuyen los demás nutrientes, junto con la transparencia y la temperatura, al pasar del periodo de aguas bajas al de aguas altas, en casi todos los ambientes del sistema de lagos Yahuaraca (Lagos, quebrada y canal). El pH varía poco y no muestra una tendencia clara (Figura 2 y 3).

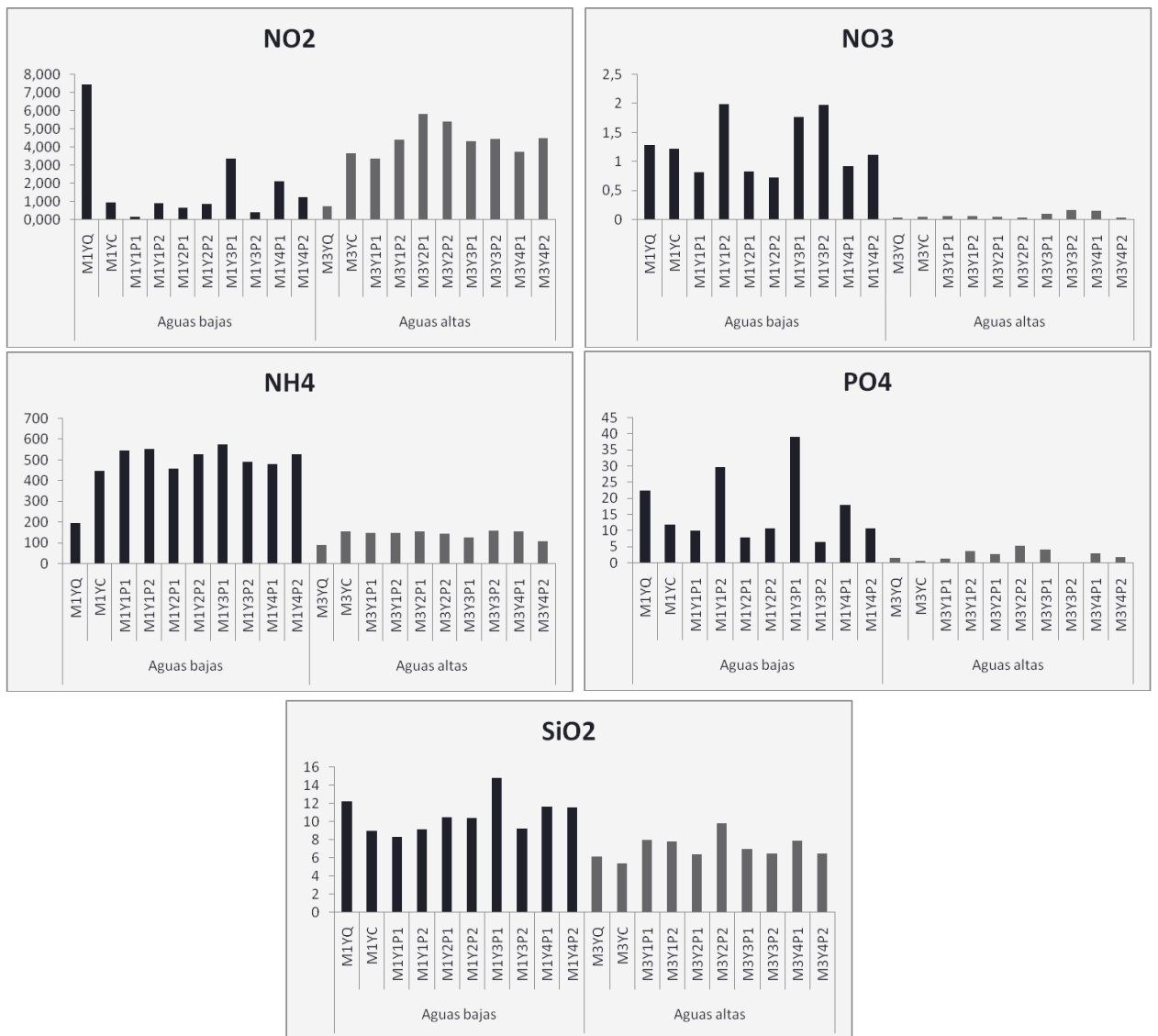
En el análisis de componentes principales (Figura 4) se observan los lagos agrupados en cada uno de los periodos, en aguas bajas en torno a los nutrientes ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  y  $\text{SiO}_2$ ) y en aguas altas los lagos están menos próximos en el análisis y se asocian principalmente a algunos parámetros físicos y a los Nitratos; los ambientes más dispersos son el canal y la quebrada en este periodo.

**Tabla 1.** Promedios y coeficientes de variación (%) de los parámetros físicos y químicos registrados. M1: Aguas bajas; M2: Aguas altas; .YQ: Quebrada Yahuaraca, YC: canal de acceso, Y1: lago uno, Y2: lago dos, Y3: lago tres, Y4: lago cuatro.

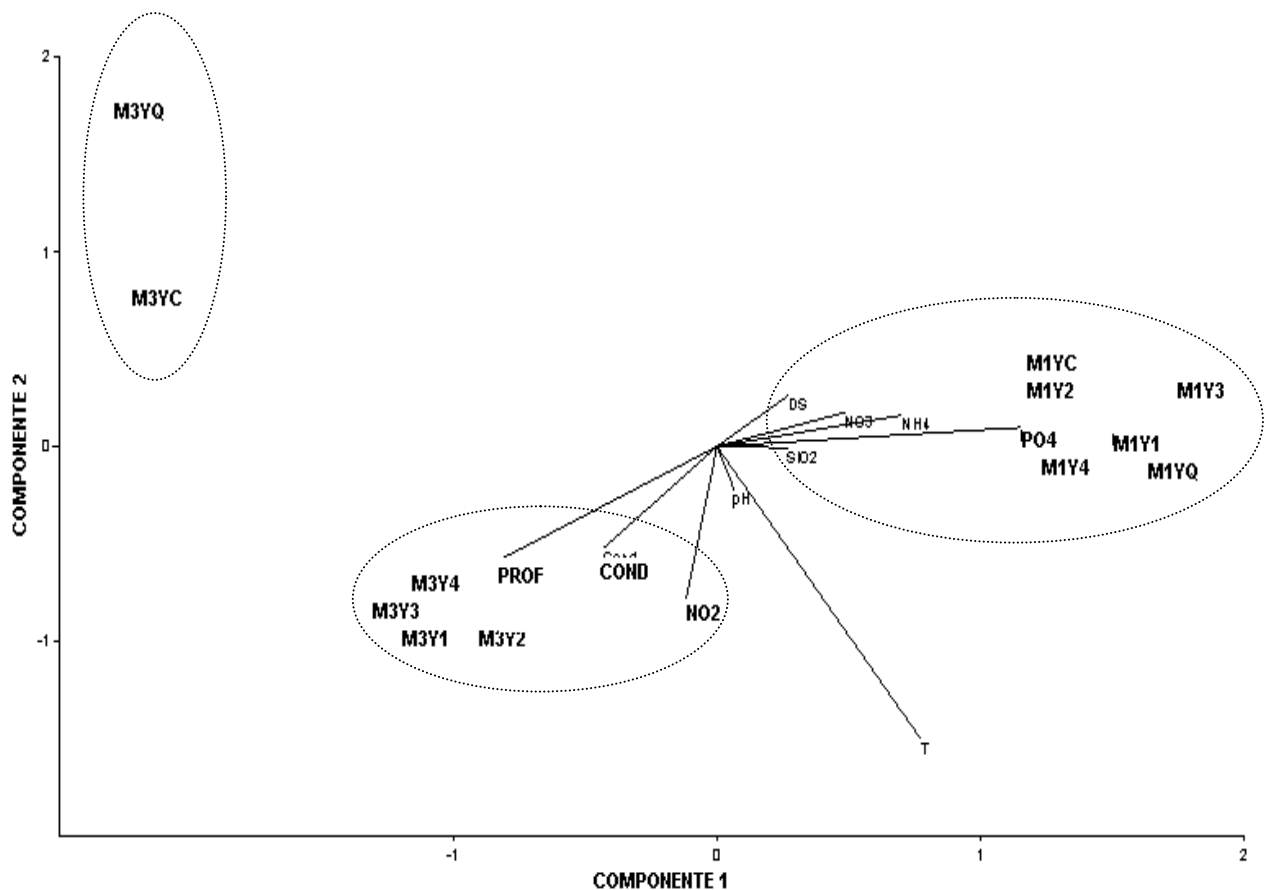
		Prof. Total		Transparencia		pH		Conductividad		T	
		(m)		(cm)		(Unidades)		( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		( $^{\circ}\text{C}$ )	
		prom.	CV	prom.	CV	prom.	CV	prom.	CV	prom.	CV
Aguas Bajas	M1YQ	1,04	0,00	35,00	0,00	6,09	0,00	32,80	0,00	25,50	0,00
	M1Y1	2,20	22,50	58,00	2,44	6,19	1,83	81,23	3,27	29,88	4,59
	M1Y2	0,90	0,00	28,00	0,00	6,41	4,86	72,92	3,93	30,68	6,59
	M1Y3	1,80	35,36	40,00	21,21	6,36	10,76	89,40	8,63	30,10	6,98
	M1Y4	2,10	41,08	27,00	9,17	6,50	8,13	72,98	0,27	29,52	3,29
	M1YC	1,20	0,00	40,00	0,00	6,07	5,82	81,35	0,40	29,30	0,00
	promedio	1,54	16,49	38,00	5,47	6,27	5,23	71,78	2,75	29,16	3,58
Aguas Altas	M1YQ	7,70	0,00	27,00	0,00	4,30	0,00	90,80	0,00	25,95	0,00
	M1Y1P1	9,70	21,87	16,00	26,52	7,05	4,55	165,37	0,62	26,90	11,54
	M1Y2P1	9,00	2,36	25,00	5,66	6,93	6,28	167,80	1,99	26,82	7,19
	M1Y3P1	9,20	12,30	20,00	10,61	7,17	4,34	168,15	1,77	27,30	25,83
	M1Y4P1	8,70	37,39	29,00	12,19	5,39	0,52	169,63	2,68	26,88	45,59
	M1YC	7,00	0,00	25,00	0,00	5,26	0,00	165,70	0,00	24,95	0,00
	promedio	8,55	12,32	23,67	9,16	6,02	2,62	154,58	1,18	26,64	15,03



**Figura 2.** Variación temporal y espacial de las variables físicas y químicas del Sistema de lagos Yahuarcaca durante la fase de aguas bajas y aguas altas M1:Aguas bajas M3: Aguas altas, YQ: Quebrada Yahuarcaca, YC: canal de acceso, Y1: lago uno, Y2: lago dos, Y3: lago tres, Y4: lago cuatro; P1: Limnética, P2: Litoral.



**Figura 3.** Variación temporal y espacial de las concentraciones de Nitritos, Amonio, Nitratos, Fosfatos y Silicatos durante aguas bajas y altas. M1: Aguas bajas M3: Aguas altas, YQ: Quebrada Yahuarcaca, YC: canal de acceso, Y1: lago uno, Y2: lago dos, Y3: lago tres, Y4: lago cuatro; P1: Limnética, P2 Litoral.



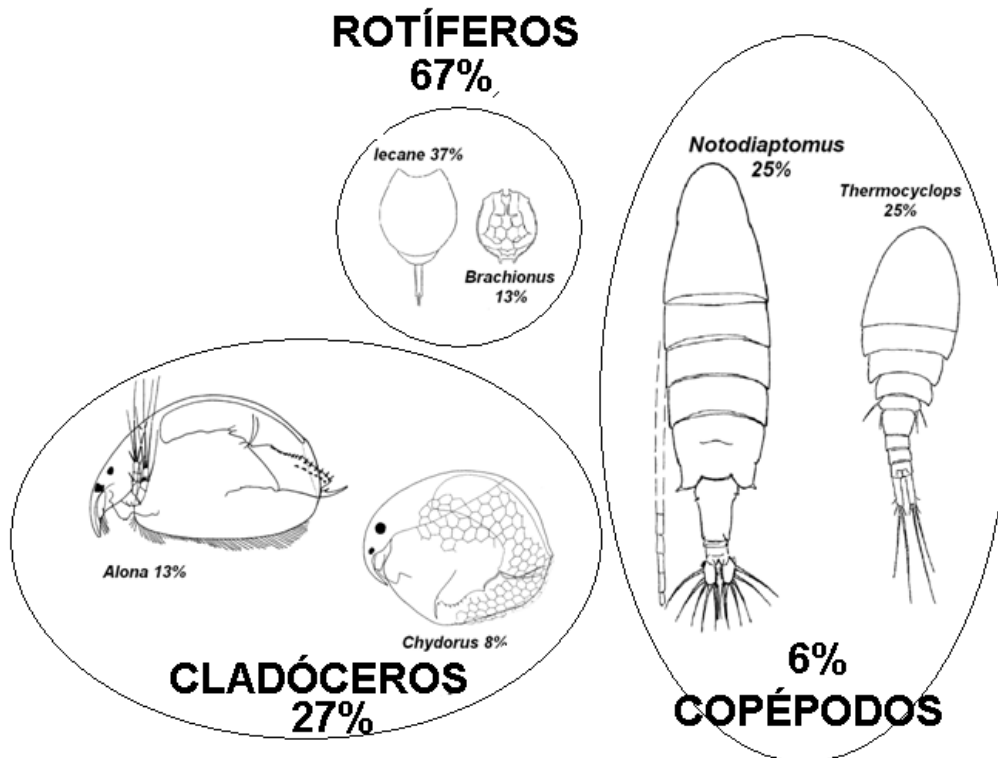
**Figura 4.** Analisis de componentes principales a los lagos del sistema de lagos Yahuarcaca

## 7.2 Estructura de la comunidad

Se presenta la comunidad zooplanctónica en la Tabla 2, 3 y 4, rotíferos, Cladóceros y copépodos respectivamente, así como la distribución mundial, determinada en trabajos como los de Koste (1978), Koste & Jose de Paggi (1982), José de Paggi (1990), José de Paggi & Koste (1995), Segers (1995), Segers (2007), Lansac-Tôha *et al.* (1997), y los reportes para Colombia: Hauer (1956), Vargas (1996), Becerra (1999), Andrade-Sossa (2001), Rodríguez (2003), González-Bermúdez (2007), Gallo-Sánchez *et al.* (2009), Henao (2010), Cohen (2010) Chimborazo & Gonzales (2010).

Se reportó para el filum Rotífera que conforma el 67% de la riqueza total del zooplancton, un total de 96 taxones, que pertenecen a 86 identificaciones a nivel de especie, pertenecientes 2 clases; para la clase Monogononta encontraron 15 familias; presentándose la mayor riqueza en la familia Lecanidae (30 taxones), Brachiniidae (22 taxones) y Colurellidae (9 taxones); el género más diverso en el *Lecane* (30%), seguido por *Brachionus* (12%) y la especie más abundante es *B. mirus* (29%); en la clase Digonota, el orden Bdelloidea se reportaron 10 taxones; Los cladóceros conformaban el 27 % de la riqueza encontrándose 38 especies agrupadas en dos órdenes y 7 familias; destacándose la familia Chydoridae (22 taxones) Daphnidae (4 taxones). El género más diverso fue el *Alona* (13%) las especies más abundantes fueron

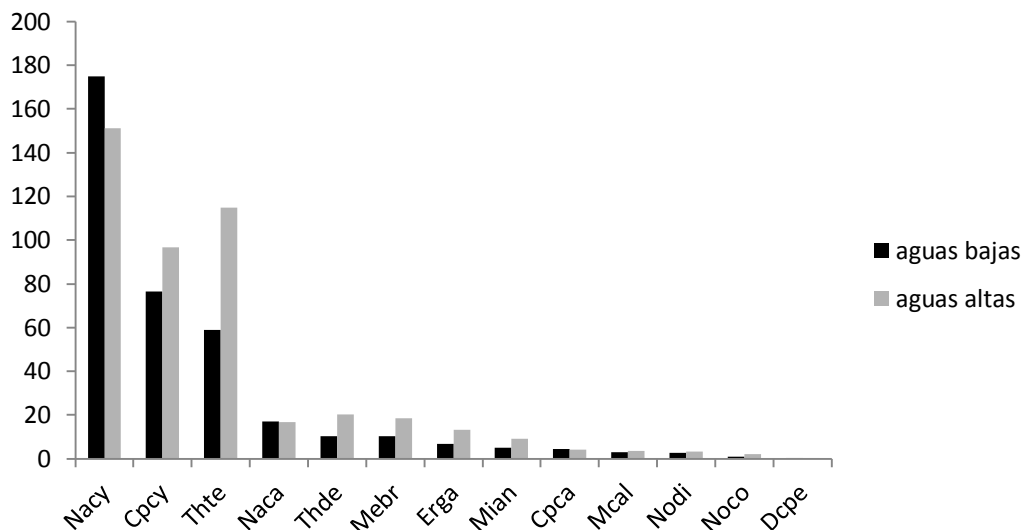
*Moina minuta* (29%), *Diaphanosoma beveremi* (17%), *D. spinulosum* (17%), y *Bominopsis deiters* (17%) (Figura 5). En los copépodos que conformaban el 6%, presentaron dos órdenes; en el Calanoida se reporta la familia, Diaptomidae (3 taxones), y en Cyclopoida la familia Ciclopidae (5 taxones), el género más diverso fue el *Notodiaptomus* (25%). El grupo más abundante fueron los organismos en estado de nauplios del orden Cyclopoida (47%), copepoditos de Cyclopoida (21%) (Figura 6) y en estado adulto las hembras de *Thermocyclops tenuis* (8%).



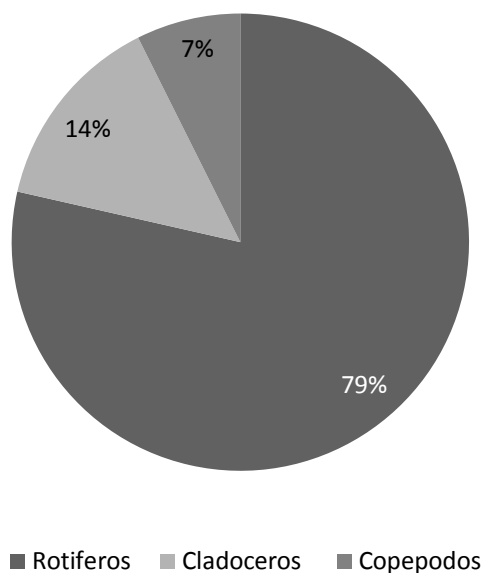
**Figura 5.** Porcentaje de riqueza de cada grupo taxonómico dentro del zooplancton y géneros con mayor diversidad dentro de cada grupo. (Ilustraciones modificadas de Dussart 1984, Elmoor-Loureiro 1997, Koste 1978)

Con respecto a la riqueza, en el periodo de aguas bajas para el Filum Rotífera se hallaron 67 taxones, 50 identificados a nivel de especie. En los crustáceos se reportaron 19 especies de Cladóceros y 8 de Copépodos. En el periodo de aguas altas se encontró un total de 76 taxones del filum Rotífera, 38 especies de Cladóceros y 8 especies de Copépodos.

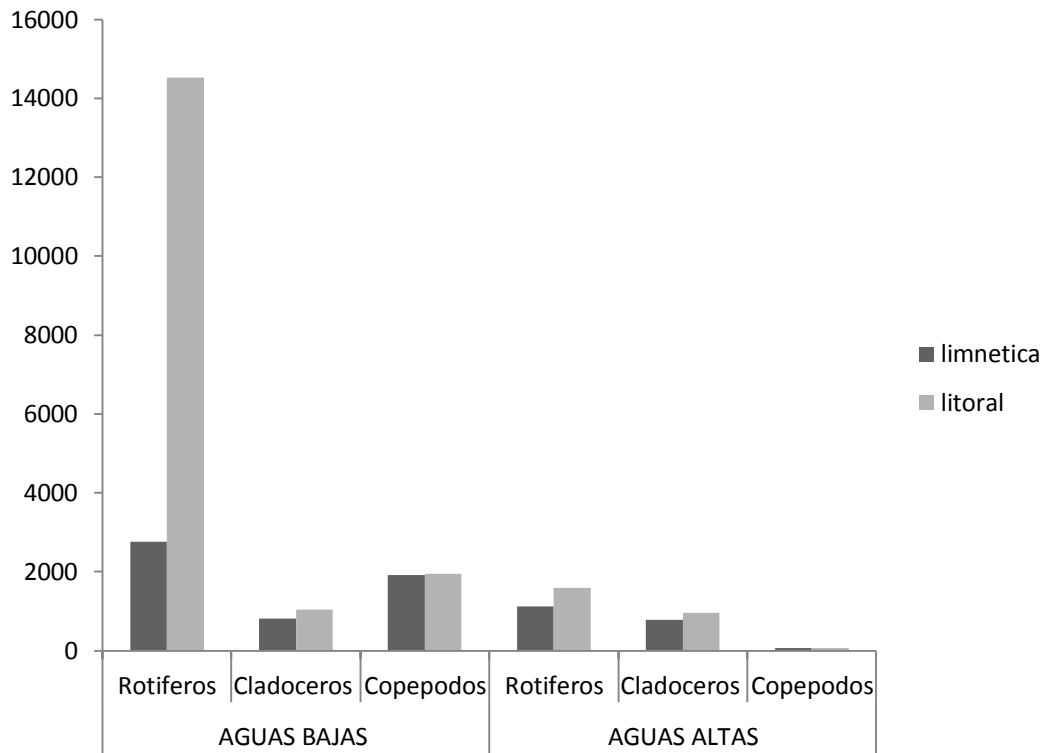
La Figura 7 se observa que los rotíferos representan promedio el mayor porcentaje de la densidad del zooplancton. En la Figura 8 se presenta la densidad promedio de cada grupo en los diferentes periodos, destacándose que los rotíferos son más abundantes y en especial en la zona litoral. Las especies más abundantes en cada grupo taxonómico se muestran en la Figura 9.



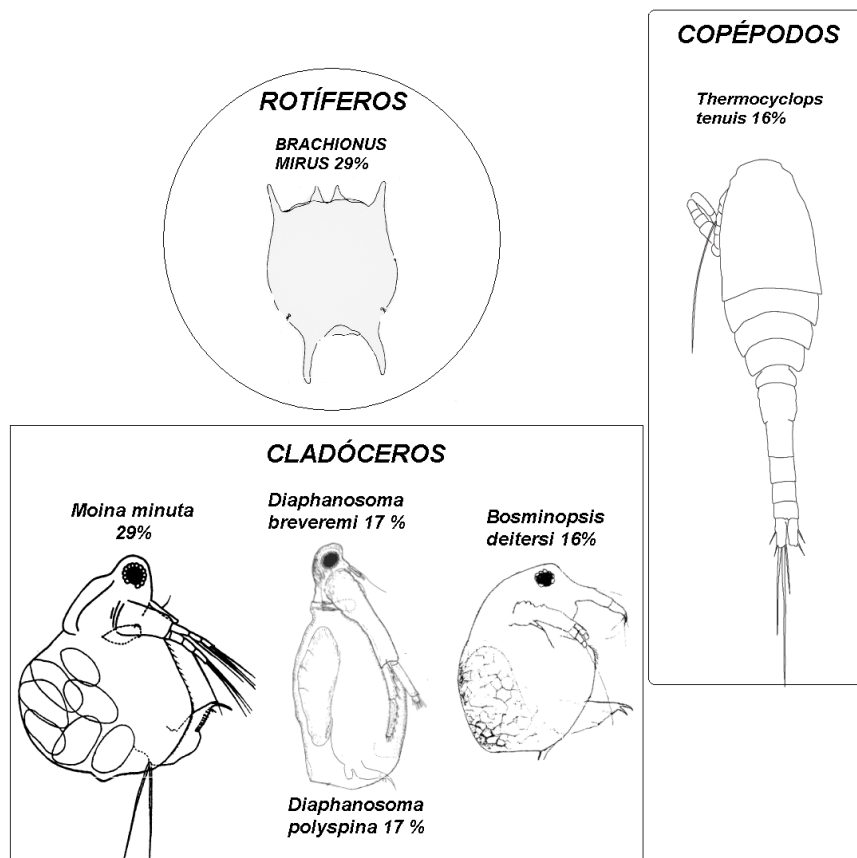
**Figura 6.** Abundancia de individuos de copépodos en estado adulto en los diferentes periodos. (Mcal) *Macrocyclus albidus albidus*, (Mebr) *Mesocyclops brasilianus*, (Mian) *Microcyclops ancep ancep*, (Thte) *Thermocyclops tenuis*, (Thde) *Thermocyclops decipiens*, (Noco) *Notodiaptomus coniferoides*, (Nodi) *Notodiaptomus diltatus*, (Dcpe) *Dactylodiaptomus paercei*. (+) con huevos, (m) macho. (Nacy) nauplio cyclopodia (Naca) nauplio calanodia (Cpcy) copepodito cyclopodia, (cpca) copepodito calanodia.



**Figura 7.** Porcentaje de cada grupo dentro de la densidad (Ind/L) la comunidad del zooplancton.



**Figura 8.** Promedios de las densidades (Ind/m<sup>3</sup>) de cada grupo, en cada periodo y para cada zona de los lagos.



**Figura 9.** Especies más abundantes dentro de cada grupo de la comunidad zooplanctonica. (Ilustraciones modificadas de Dussart 1984, Elmoor-Loureiro 1997, Koste 1978)

**Tabla 2.** Lista de rotíferos registrados en los lagos Yahuaraca, quebrada Yahuaraca y canal de acceso. DG: Distribución geográfica según Segers (2007): AFR: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AUS: Región Australiana; NEA: Región Neártica; NEO: Región Neotropical; ORI: Región Oriental; PAC: Región Pácífica; PAL: Región Paleártica. RC: Reportes para Colombia: Hauer (1956); Vargas (1996); Becerra (1999); Andrade-Sossa (2001); Rodríguez (2003); González-Bermúdez (2007); Moreno-Gutiérrez *et al.* (2005); Gallo-Sánchez *et al.* (2009); Cohen (2010), Chimborazo, Gonzales (2010) L: lago, C: canal, Q: quebrada.

ESPECIE	RC	DG	Aguas bajas						Aguas altas						
			C	Q	L1	L2	L3	L4	C	Q	L1	L2	L3	L4	
<b>ROTIFERA</b>															
<b>Orden Ploima</b>															
<b>Familia Epiphanidae</b>															
<i>Epiphanes clavulata</i> (Ehreb, 1832)	X	AFR, AUS, NEA, <b>NEO</b> , ORI, PAL			X	X				X	X	X	X	X	X
<b>Familia Brachionidae</b>															
<i>Brachionus angularis</i> f. <i>chelonis</i> (Ahlstrom)	X	?			X										
<i>B. austrogenitus</i> Ahlstrom, 1940		<b>NEO</b>		X							X				
<i>B. ahlstromi</i> Lindeman, 1939	X	AFR, AUS, NEA, <b>NEO</b> , ORI	X	X	X	X	X	X	X	X					
<i>B. bidentatus bidentatus</i> Anderson, 1889	X	AFR, ANT, AUS, NEA, <b>NEO</b> , ORI, PAL	X		X	X	X	X	X	X					
<i>B. caudatus</i> f. <i>vulgatus</i> Ahlstrom 1940	X	<b>NEO</b>			X	X									
<i>B. falcatus falcatus</i> Zacharias 1898	X	AFR, AUS, NEA, <b>NEO</b> , ORI, PAL											X		
<i>B. forficula</i> Wierzejski, 1891		AFR, AUS, ORI, PAL					X								
<i>B. mirus</i> (Daday, 1905)	X	<b>NEO</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>B. quadridentatus quadridentatus</i> Hermann, 1783		AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	X				X								
<i>B. quadridentatus melhemi</i> (Barrois & Daday 1894)	X	AFR, AUS, NEO, ORI, PAL											X	X	
<i>B. quadridentatus mirabilis</i> (Daday, 1897)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI				X	X	X							
<i>B. zahniseri</i> Ahlstrom, 1934		NEA, NEO									X				
<i>Platytias quadricornis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X
<i>Platytias quadricornis</i> var. <i>hexagona</i> Wulf		?			X					X	X	X	X	X	X
<i>Platytias leloupi</i> f. <i>greeni</i> Wulf	X	?			X										
<i>Platyonus patulus</i> (Müller, 1786)	X	?				X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Keratella americana</i> Carlin 1943	X	ANT, NEA, NEO								X	X	X	X	X	X
<i>K. coclearis coclearis</i> (Gosse, 1851)	X	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL											X		
<i>k. lenzi lenzi</i> (Hauer, 1953)	X	AFR, NEA, NEO, ORI				X				X	X	X	X	X	X
<i>K. tropica tropica</i> (Apstein, 1907)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL					X				X	X	X	X	X
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>L. closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	X	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
<i>L. cornuta</i> (MÜLLER, 1786)	X	NEA, NEO, PAL	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
<i>L. curvicornis</i> (Murray, 1913)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>L. elegans</i> Haring 1914	X	AFR, NEO, ORI, PAC, PAL										X	X		
<i>L. elsa</i> Hauer 1931	X	NEA, PAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>L. hamata</i> (Stockes, 1896)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL			X					X	X	X	X	X	X
<i>L. leontina</i> (Turner, 1892)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL			X	X				X	X	X	X	X	X
<i>L. ludwigii</i> (Eckstein, 1883)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL			X	X				X	X	X	X		
<i>L. luna</i> (MULLER, 1776)	X	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL								X	X	X	X	X	X







**Tabla 3.** Lista de Cladóceros registrados en los lagos Yahuarcaca, quebrada Yahuarcaca y canal de acceso. DG: Distribución geográfica según FADA: AT: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AU: Región Australiana; NA: Región Neártica; NT: Región Neotropical; OL: Región Oriental; PAC: Región Pácífica; PA: Región Paleártica. RC: Reportes para Colombia: Hauer (1956); Vargas (1996); Becerra (1999; González-Bermúdez (2007); Moreno-Gutiérrez *et al.* (2005); Gallo-Sánchez *et al.* (2009); Chimboraso, Gonzales (2010). L: lago, C: canal, Q: quebrada.

CLADOCERA																
ORDEN CTENOPODA																
Familia sididae	RC	DG	Aguas bajas							Aguas altas						
			C	Q	L 1	L 2	L 3	L 4	C	Q	L 1	L 2	L 3	L 4		
<i>Diaphanosoma breveremi</i> (Sars, 1901)	X	NT;			X	X	X		X	X	X	X	X	X		
<i>D. spinulosum</i> (Herbst, 1967)	X	NT;			X	X	X		X	X	X	X	X	X		
ORDEN ANOMOPODA																
Familia Chydoridae																
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)		AT; AU; NA; NT; OL; PA;							X							
<i>Alona brandorffi</i> Sinev & Hollwedel, 2002		NT;										X				
<i>A. dentifera</i> Sars, 1901		NT;									X	X	X			
<i>A. guttata</i> Sars, 1862		AT; AU; NA; NT; OL; PA									X	X				
<i>A. intermedia</i> Sars, 1862		AT; AU; NA; NT; OL; PA;		X					X							
<i>A. ossiani</i> Sinev, 1998		NT;									X	X				
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910		NT;											X			
<i>Chydorus eurynotus</i> (Sars, 1901)	X	AT; AU; NT; OL; PAC;							X	X	X	X	X	X		
<i>C. pubescens</i> (Sars, 1901)	X	AT; AU; NT; OL;							X							
<i>C. invaginatus</i> Frey, 1982		OL;									X					
<i>Coronatella monocantha</i> Sars, 1901		NT							X							
<i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)		AT; AU; NT; OL; PAC;								X						
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901		NT;									X	X	X	X		
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	X	AT; AU; NT; OL;		X						X		X	X			
<i>Ephemeroporus hibridus</i> (Daday, 1905)	X	NT; OL;									X	X	X			
<i>E. tridentatus</i> (Bergamin, 1931)		NT; OL;		X					X		X		X			
<i>Graptoleberis testudinaria testudinaria</i> (Fischer, 1851)																
<i>Kurzia longirostris</i> (Daday, 1898)		AT; AU; NA; NT; OL; PA;									X					
<i>K. polypina</i> (Hudec, 2000.)		AT; AU; NT; OL;										X				
<i>oxyurella longicaudis</i> (Birge, 1910)	X	NT;		X		X				X	X	X	X			
<i>Nicsmirmovius cf. Fitzpatricki</i> (Chien Shing-Ming, 1970)		NT;											X			
<i>Notoalona sculpta</i> Sars, 1901		NA; NT;		X			X		X							
<i>Notoalona sculpta</i> Sars, 1901		NT;		X												
Familia Bosminidae																
<i>Bosmina</i> (Liederobosmina) <i>hagmanni</i> Stingelin, 1904	X															
<i>Bosminopsis brandorffi</i> (Rey & Vasquez, 1989)		NA; NT;									X			X		
<i>B. deitersi</i> (Richard, 1895)	X	NT;							X	X	X	X	X	X		
<i>B. deitersi</i> (Richard, 1895)	X	AT; AU; NA; NT; OL; PA;		X					X	X	X	X	X	X		
Familia moinidae																
<i>Moina minuta</i> Hansen 1899	X	NT;		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>M. micrura</i> Kurz, 1874	X	AT; AU; NA; NT; OL; PAC; PA;					X	X	X		X	X		X		



En las Tablas 5, 6 y 7 se presentan los índices de constancia para rotíferos cladóceros y copépodos respectivamente encontrándose para el primer grupo, 21 especies constantes 25 especies accesorias y 10 especies accidentales, para rotíferos, en cladóceros, 4 especies constantes especies accesorias y 25 especies accidentales, en copépodos se reportaron 4 especies constantes 4 especies accesorias y 1 especies accidentales

**Tabla 5.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y Abundancia relativa (AR). de los taxones de Rotíferos durante los dos periodos. Aguas altas y aguas bajas en el sistema de lagos Yahuaraca, el canal de acceso y la quebrada Yahuaraca. Durante el estudio. Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25%. La línea separa las categorías.

<b>ESPECIE</b>	frecuencia	IC	Abundancia	ar
<i>Filinia longiseta</i>	19	95	16,70	3,74
<i>L. elsa</i>	18	90	4,80	1,07
<i>L. curvicornis</i>	17	85	5,20	1,16
<i>Lecane bulla</i>	16	80	5,13	1,15
<i>B. mirus</i>	15	75	163,28	36,52
<i>L. cornuta</i>	15	75	5,10	1,14
<i>Testudinella haueriensis</i>	15	75	22,80	5,10
<i>T. patina patina</i>	15	75	7,03	1,57
<i>F. saltator</i>	15	75	19,25	4,31
<i>Platylabus quadricornis</i>				
<i>quadricornis</i>	14	70	3,28	0,73
<i>L. ungulata</i>	13	65	1,65	0,37
<i>L. closterocerca</i>	12	60	2,45	0,55
<i>L. leontina</i>	12	60	2,45	0,55
<i>Asplanchna sieboldii</i>	12	60	1,43	0,32
<i>B. ahlstromi</i>	11	55	54,70	12,24
<i>Platylabus quadricornis</i> var.				
<i>hexagona</i>	11	55	3,25	0,73
<i>Platylabus patulus</i>	11	55	3,75	0,84
<i>k.lenzi lenzi</i>	11	55	10,25	2,29
<i>L. hamata</i>	11	55	2,25	0,50
<i>Polyarthra vulgaris</i>	11	55	10,13	2,26
<i>Trichocerca</i>	11	55	4,73	1,06
<i>Epiphanes clavulata</i>	10	50	1,03	0,23
<i>B. bidentatus bidentatus</i>	10	50	54,05	12,09
<i>L. rhytida</i>	10	50	1,73	0,39
<i>Dipleuchlanis propatula</i>				
<i>propatula</i>	10	50	1,73	0,39
<i>colurella uncinata deflexa</i>	10	50	2,05	0,46
<i>Keratella americana</i>	9	45	2,40	0,54
<i>L. papuana</i>	9	45	1,43	0,32
<i>L. quadridentata</i>	9	45	1,60	0,36
<i>L. imbricata</i>	9	45	3,78	0,84

<i>L. rhomboides rhomboides</i>	9	45	1,05	0,23
<i>L. subtilis</i>	8	40	2,20	0,49
<i>K. tropica</i>	7	35	0,48	0,11
<i>Anuraeopsis navicula</i>	7	35	2,08	0,46
<i>L. signífera</i>	7	35	1,05	0,23
<i>E. incisa incisa</i>	7	35	1,85	0,41
<i>Eosphora anthadis</i>	7	35	1,33	0,30
<i>L. patella patella</i>	7	35	1,78	0,40
Polyarthra sp. 1	7	35	0,90	0,20
<i>L. ludwigii</i>	6	30	0,65	0,15
<i>L. luna</i>	6	30	0,83	0,18
<i>T. tetractis Caudatus</i>	6	30	1,50	0,34
<i>Collotheca judayi</i>	6	30	1,50	0,34
<i>L. ohioensis</i>	5	25	0,45	0,10
<i>Notommata glyphura</i>	5	25	0,40	0,09
<i>Trochosphaera aequatorialis</i>	5	25	0,60	0,13
<i>B. quadridentatus mirabilis</i>	4	20	0,95	0,21
<i>L. lunaris</i>	4	20	0,38	0,08
<i>L. nana</i>	4	20	0,43	0,10
<i>Mytilina bisulcata</i>	4	20	0,30	0,07
<i>B. caudatus f. vulgatus</i>	3	15	0,75	0,17
<i>B. quadridentatus melhemi</i>	3	15	0,25	0,06
<i>L. elegans</i>	3	15	0,15	0,03
<i>L. marchantaria</i>	3	15	0,48	0,11
<i>L. stenroosi</i>	3	15	0,25	0,06
<i>Trichotria pocillum</i>	3	15	0,25	0,06
<i>B. austrogenitus</i>	2	10	0,43	0,10
<i>B. quadridentatus quadridentatus</i>	2	10	0,25	0,06
<i>L. monostyla</i>	2	10	0,10	0,02
<i>L. perplexa</i>	2	10	0,50	0,11
<i>L. pyriformis</i>	2	10	0,15	0,03
<i>Cephalodella eurynota</i>	2	10	0,10	0,02
<i>Monnomata SP. 1</i>	2	10	0,10	0,02
<i>Lepadella donneri</i>	2	10	0,15	0,03
<i>Colurella obtusa obtusa</i>	2	10	0,15	0,03
<i>Testudinella sp. 1</i>	2	10	0,43	0,10
<i>Brachionus angularis f. chelonis</i>	1	5	0,48	0,11
<i>B. falcatus falcatus</i>	1	5	0,05	0,01
<i>B. forficula</i>	1	5	0,05	0,01
<i>B. zahniseri</i>	1	5	0,05	0,01
<i>Platyias leloupi f. greeni</i>	1	5	0,10	0,02
<i>K. coclearis coclearis</i>	1	5	0,10	0,02
<i>L. lunaris f. constricta</i>	1	5	0,10	0,02
<i>L. pumila</i>	1	5	0,05	0,01
<i>L. tenuiseta</i>	1	5	0,05	0,01

<i>L. undulata</i>	1	5	0,60	0,13
Lecane sp 1	1	5	0,15	0,03
Lecane sp,2	1	5	0,15	0,03
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i>	1	5	0,10	0,02
<i>T. tetractis</i> var. <i>Similis</i>	1	5	0,05	0,01
<i>Macrochaetus collinsi collinsi</i>	1	5	0,05	0,01
<i>Lepadella patela oblonga</i>	1	5	0,05	0,01
<i>Lepadella princisi</i>	1	5	0,10	0,02
<i>Lepadella</i> sp.1	1	5	0,15	0,03
Testudinella sp. 2	1	5	0,15	0,03

**Tabla 6.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y Abundancia relativa (AR). de los taxones de Cladóceros durante los dos periodos. Aguas altas y aguas bajas en el sistema de lagos Yahuaracaca, el canal de acceso y la quebrada Yahuaracaca. Durante el estudio. Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25%. La línea separa las categorías.

<b>CLADOCERA</b>	frecuencia	IC	Abundancia	ar
<i>Moina minuta</i>	18	90	30,600	29,108
<i>Diaphanosoma breveremi</i>	16	80	18,050	17,170
<i>D. spinulosum</i>	16	80	16,875	16,052
<i>B. deitersi</i>	11	55	17,925	17,051
<i>Moinodaphnia macleayi</i>	10	50	1,475	1,403
<i>I. spinifer</i>	10	50	1,300	1,237
<i>M. micrura</i>	9	45	6,800	6,468
<i>K. polyspina</i>	8	40	0,600	0,571
<i>Bosminopsis brandorfi</i>	8	40	1,775	1,688
<i>M. superaculeata</i>	8	40	0,950	0,904
<i>Chydorus eurynotus</i>	7	35	0,850	0,809
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>	6	30	0,600	0,571
<i>Ephemeroporus hibridus</i>	5	25	0,750	0,713
<i>C. cornuta</i> fa <i>rigaudi</i>	5	25	0,350	0,333
<i>A. dentifera</i>	4	20	0,250	0,238
<i>Dunhevedia odontoplax</i>	4	20	0,200	0,190
<i>Euryalona orientalis</i>	4	20	0,225	0,214
<i>E. tridentatus</i>	4	20	0,350	0,333
<i>Nicsmirnovius</i> cf. <i>Fitzpatricki</i>	3	15	0,400	0,380
Bosmina (Liederobosmina) <i>hagmanni</i>	3	15	2,150	2,045
<i>Simocephalus serrulatus</i>	3	15	0,350	0,333
<i>Alona brandorffi</i>	2	10	0,150	0,143
<i>A. guttata</i>	2	10	0,100	0,095
<i>A.intermedia</i>	2	10	0,250	0,238
<i>A. ossiani</i>	2	10	0,100	0,095
<i>Scapholeberis armata</i>	2	10	0,650	0,618
<i>Guemella raphaelis</i>	2	10	0,100	0,095
<i>Macrotrix paulensis</i>	2	10	0,150	0,143
<i>Acroperus harpae</i>	1	5	0,100	0,095

<i>Alonella dadayi</i>	1	5	0,050	0,048
<i>C. pubescens</i>	1	5	0,100	0,095
<i>C. invaginatus</i>	1	5	0,050	0,048
<i>Coronatella monocantha</i>	1	5	0,200	0,190
<i>Dadaya macrops</i>	1	5	0,050	0,048
<i>Graptoleberis testudinaria</i>				
<i>testudinaria</i>	1	5	0,050	0,048
<i>Kurzia longirostris</i>	1	5	0,050	0,048
<i>oxyurella longicaudis</i>	1	5	0,050	0,048
<i>Notoalona sculpta</i>	1	5	0,050	0,048
<i>Illycriptus plumosus</i>	1	5	0,050	0,048

**Tabla 7.** Frecuencias, índice de constancia (IC), abundancia y Abundancia relativa (AR). de los taxones de Copépodos durante los dos periodos. Aguas altas y aguas bajas en el sistema de lagos Yahuaraca, el canal de acceso y la quebrada Yahuaraca. Durante el estudio. Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25%.

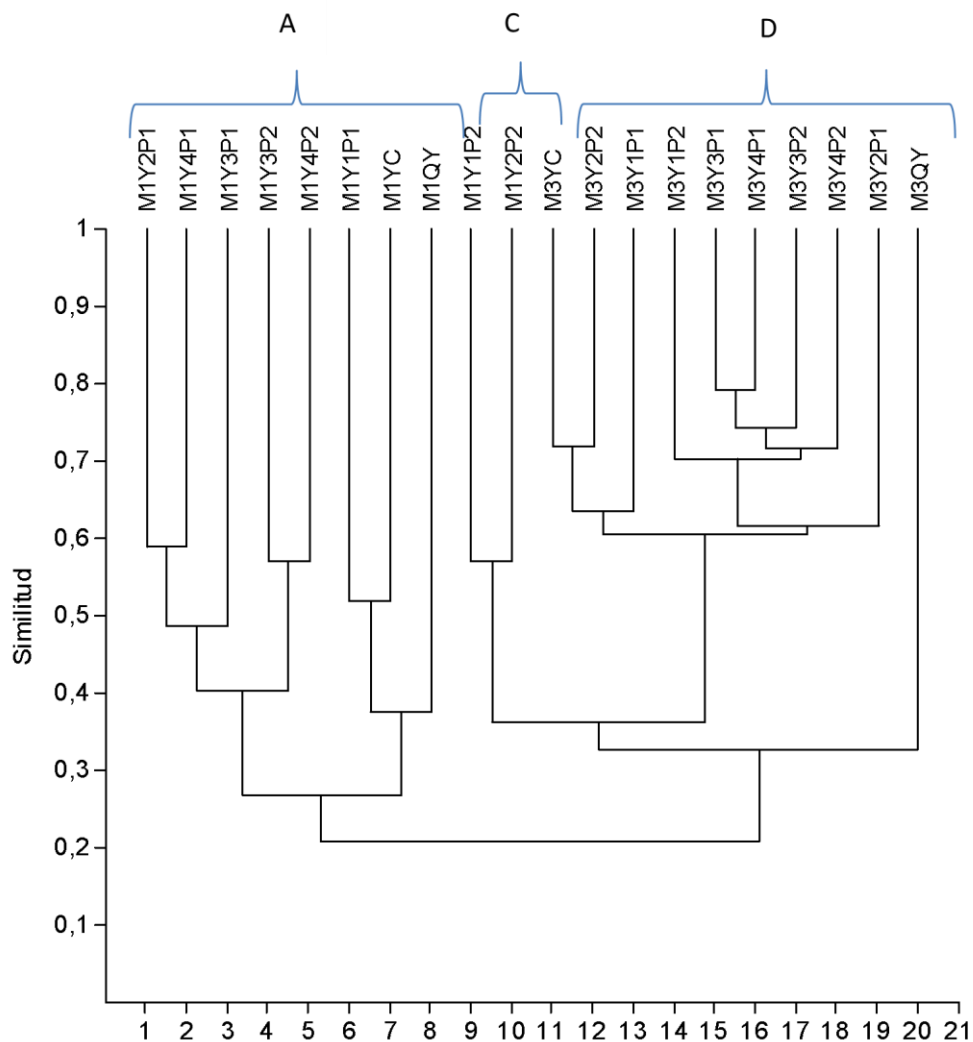
Espece	frecuencia	IC	Abundancia	ar
<i>Mesocyclops brasilianus</i>	15	75	10,74	5,21
<i>Thermocyclops tenuis</i>	14	70	61,89	30,04
<i>Notodiaptomus dilatatus</i>	14	70	2,84	1,38
<i>Macrocyclus albidus albidus</i>	11	55	3,05	1,48
<i>Microcyclops ancep ancep</i>	10	50	5,32	2,58
Ergasilus	8	40	7,16	3,47
<i>Thermocyclops decipiens</i>	7	35	10,82	5,25
<i>Notodiaptomus coniferoides</i>	6	30	1,11	0,54
<i>Dactyloidiaptomus paercei</i>	2	10	0,11	0,05

### 8. 3 Métodos de aglomeración UPGMA y componentes principales

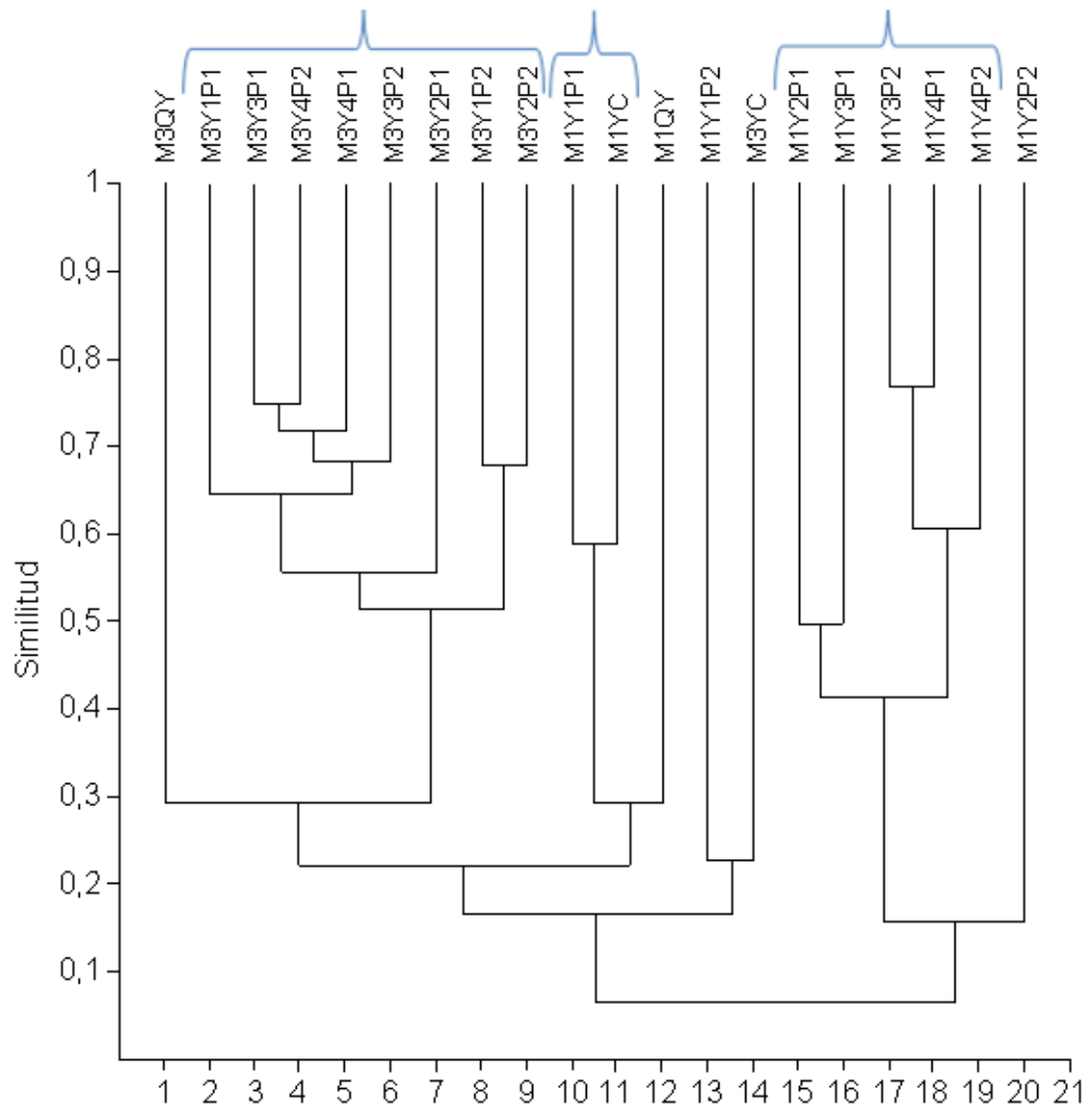
Mediante el análisis de agrupamiento con base en el coeficiente de similitud de Jaccard (Figura 10), encontramos agrupamiento de los lagos en cada uno de los periodos hidrológicos, con mayor similitud en el periodo de aguas altas, (cerca del 60%) la quebrada presenta una similitud más baja (alrededor del 35%), en el periodo de aguas bajas aunque se encuentran agrupados la similitud entre los lagos es del 30% , aunque entre el lago 1 y el canal, la similitud es más alta (50%).

Realizando un análisis de agrupamiento con base en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Figura 11) y los datos de abundancia de los organismos zooplanctónicos, encontramos que los lagos se agrupan en cada periodo, para la fase hidrológica de aguas altas, se presenta una similitud de 50%, y aunque la quebrada se agrupa con el grupo de lagos en un 30%, en aguas bajas, aunque los lagos se encuentran agrupados, la similitud es del alrededor del 20%, mostrando mayor similitud entre el lago 1 y el canal (cercana al 60%)





**Figura 10.** Dendrograma Con base en el Coeficiente de Jaccad. Método de aglomeración UPGMA. Para sistema de lagos Yahuaracaca durante la fase de aguas bajas y aguas altas M1: Aguas bajas M3: Aguas altas, YQ: Quebrada Yahuaracaca, YC: canal de acceso, Y1: lago uno, Y2: lago dos, Y3: lago tres, Y4: lago cuatro ; P1: Limnética, P2 Litoral.



**Figura 11.** Dendrograma Con base en el Coeficiente de Bray-Curtis. Método de aglomeración UPGMA. Para sistema de lagos Yahuarcaca durante la fase de aguas bajas y aguas altas M1: Aguas bajas M3: Aguas altas, YQ: Quebrada Yahuarcaca, YC: canal de acceso, Y1: lago uno, Y2: lago dos, Y3: lago tres, Y4: lago cuatro ; P1: Limnética, P2 Litoral.

## 8. DISCUSIÓN.

### 8.1 Variables físicas y químicas.

#### 8.1.1 Variables físicas

En el periodo de aguas altas se hace evidencié el llenado de los lagos por parte de las aguas del río Amazonas, aumentó la conductividad por el ingreso de partículas disueltas y la resuspensión de sedimentos, esta carga afecta la transparencia que disminuyó por las altas cantidades de partículas en suspensión que entraron al sistema afectando la penetración de luz en el agua. En concordancia con lo reportado por Duque (1997) el río presenta transparencia máxima de 17 cm, esto en concordancia con el tipo de agua, de acuerdo con Sioli (1967) el río cuenta con aguas blancas tipo I, que son de origen andino, barrosas, turbias con alta carga de sólidos suspendidos.

En aguas bajas el valor promedio que se registró de temperatura en el sistema fue de 29.16 °C, y en aguas altas de 26.64°C. Esta disminución de temperatura es explicada por la profundidad promedio del sistema que en aguas bajas es de 1.30 m, contra la profundidad promedio de aguas altas que para el sistema es de 8.10 m, generándose en la columna de agua una zona afótica donde se presenta menores valores en la temperatura, este cambio es corroborado por Salcedo (2011) quien además puntualiza que se genera una termoclina en horas de la tarde y en la noche se homogeniza, y adicionalmente a ese fenómeno en las investigaciones realizadas por este autor recopilando información generada durante 16 años, encontró que la mayor insolación se presentó en la época de aguas bajas.

#### 8.1.2 Nutrientes

En cada estación se estableció el aumento en la conductividad en el periodo de aguas bajas a con relación al periodo de aguas altas, debido a los aportes del río Amazonas y al lavado de la cuenca por parte de las lluvias (Palma 2011). El aumento en la concentración de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  y  $\text{SiO}_2$  al disminuir el nivel de los lagos no es producto de los aportes del Amazonas, sino de la incorporación del material orgánico proveniente de la descomposición de material vegetal aloctono del bosque, plantas acuáticas, zonas de praderas durante el anegamiento, y posterior escorrentía hacia el sistema lenítico a través de las lluvias locales en aguas bajas (Noe & Hupp 2005)

En general los nutrientes ( $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ ) en los ambientes de la llanura aluvial del río Amazonas en aguas en ascenso tienden a disminuir (Esteves & Enrich-Prast 1998, Kern *et al.* 1998). Según Duque (1997) estos niveles de nutrientes

se han evidenciado en diferentes ríos como son el Caquetá, el Putumayo debido a la zona donde se originan estos ríos, la región andina que según Putzer (1984) se levanta en el cenozoico razón por la cual sus ríos depositan sedimentos recientes del pleistoceno, a diferencia de los lechos de aguas amazónicas que provienen de planicies muy antiguas, escudos precámbricos (Junk & Furch 1985) con vegetación de grandes tamaños, de gran complejidad en su estructura y las altas precipitaciones, generan en el medio un ciclo interno que impide la pérdida de cationes, aniones y nutrientes en el agua.

El nitrógeno que llega al sistema puede provenir de la difusión atmosférica, (aunque en menor cantidad) de la fijación por parte de las macrofitas presentes en los lagos, de procesos o descomposición de materia orgánica (Furch & Junk, 1993). El rol que desempeñan los nutrientes en la comunidad zooplanctónica es muy importante, puesto que como consumidores primarios, estas condiciones propician el afloramiento de algas en el sistema y como organismos principalmente filtradores dispondrán de suficiente recurso alimenticio logrando obtener mayor abundancia en sus poblaciones como se evidencia la época de aguas bajas. En trabajos realizados en tratamiento con nitrógeno Alvarado (1998) reporta mayores abundancias cuando se incrementa el nitrógeno en diferentes grupos de algas (Chlorophyceae, Zygothryxaceae y Chrysophyceae), lo que concuerda con lo que ocurre en el sistema Yahuaraca en época de aguas bajas.

En aguas bajas, en el PCA se observó una asociación entre los lagos en aguas bajas y los nutrientes, lo que además concuerda con la mayor abundancia de algas y consecuentemente de zooplanctón. Para la fase de aguas altas los lagos se agrupan en torno a parámetros físicos como la profundidad y la conductividad, en este periodo el sistema se encuentra totalmente conectado y las características físicas son similares debido a la inundación por parte del río.

## **8.2 Comunidades Zooplanctónicas.**

Los rotíferos presentaron la mayor riqueza con el 67% entre toda la comunidad zooplanctónica, lo cual es atribuible a que son organismos de estrategia R, oportunistas, de talla pequeña, con cortos periodos de vida y gran tolerancia a ambientes con factores variables (Green 1972, Robertson & Hardy 1984). Se reporta alrededor del 25 % de las especies reportadas para el Amazonas, y en trabajos realizados en el sistema de lagos Yahuaraca, se reporta el 66 % de la diversidad encontrada por Rodríguez (2003), y el 67 % de la hallada por Gonzales (2007); es de resaltar que en estos trabajos la intensidad de muestreos fue más alta y en la metodología de estos autores incluían muestreos en la zona del litoral, y muestreo en macrofitas, Gonzales (2007), desarrolla su investigación en el microecosistema que conforma la planta sumergida *Utricularia foliosa*, para este trabajo todos los grupos presentaron mayores densidades en ambos periodos en la zona litoral donde las plantas acuáticas generan diferentes tipos de hábitats.

La especie más abundante en las dos fases hidrológicas, fue *Brachionus mirus*, que aparece como endémica de las regiones tropicales Paggi & Paggi (2007).

En términos de abundancia, encontramos que el periodo de aguas bajas contó con mayor número de individuos, Andrade-Sossa (2011) reporta en este periodo la mayor densidad promedio para este sistema, aunque se presentara mayor riqueza en el periodo de aguas altas, que debe suponerse al lavado de las plantas presentes en la zona litoral del sistema de lagos o en cuerpos de agua adyacentes al sistema Yahuaraca, y presentes en esta llanura de inundación, como también a la resuspensión de los sedimentos. El primer hecho se ve sustentado en lo planteado por Nogrady *et al.* (1993) que asocia las mayores poblaciones de rotíferos con macrofitas esencialmente, de igual forma, Pennak (1989), define que cerca del 75% se encuentran a lo largo de la zona litoral. Aoyagui & Bonecker (2004) determinaron que el 71% de las especies de rotíferos reportadas en su trabajo fueron no planctónicas, algunas de estas especies son reportadas en el actual trabajo, por ejemplo *Lecane curvicornis*, *Lecane leontina*, *Lecane papuana*, y algunas especies planctónicas como; *Asplanchna sieboldi*, *Brachionus falcatus*. El segundo hecho es acorde a lo planteado por Nogrady *et al.* (1993), Pennak (1989) Steves (1988), los cuales; en el filum Rotífera reconocen a los bdellodeos como típicamente bentónicos, y este último autor advierte que a pesar que en diferentes trabajos relacionados con comunidades zooplanctónicas se encuentran integrantes de la familia Macrothricidae esta no cuenta con representantes en el plancton, del mismo modo que algunos representantes de la familia Iliocryptidae.

En cuanto a riqueza de cladóceros, el presente trabajo se ubica entre el rango esperado planteado por Dumont, (1994) para sistemas acuáticos tropicales se encuentra entre 30 y 50 taxones y en trabajos para el sistema Yaharcaca, se reporta el 84 % de la diversidad reportada por Gonzales (2007) y el 97% por Solarte (2008). El género con mayor diversidad del grupo de los cladóceros fue *Alona* (13%) seguido por *Chydorus* (8%) Paggi & paggi (2007) plantea que la presencia de cladóceros de la familia Chydoridae se debe a que han sido desplazados de algún tipo de sustrato.

En el grupo de los Cladóceros las especies más abundantes son *Moina minuta* (29%) y *Diaphanosoma breviereme* (17%) *D. espinulosum* (17%) y *B. deitersi* (16%), endémicos de las zonas neo tropicales (Paggi & paggi 2007, Goulden 1968, Korovchinsky 1992, Elmoor-Loureiro 1998, Orlova Bienkowskaja 2001) y reportados como especies de gran abundancia en ecosistemas leníticos amazónicos por Duque (1997) Chimboraso & Gonzales (2010) Henao (2010) Pantoja (2010). Se reconoce a estas especies como filtradoras de fitoplancton de diferente tamaños; a excepción de *B. deitersi* por su talla pequeña, y a esto se debe el éxito de estas especies en condiciones adversas Paggi & paggi (2007). Además, *M. minuta* fue más abundante en el periodo de aguas bajas, lo cual tiene concordancia con lo expuesto por Twmbly & Lewis (1989) quienes encontraron en época de aguas bajas esta especie con menor talla y en mayores densidades de población, ellos explican este efecto, a que a mayor transparencia mayores posibilidades de captura por parte de sus depredadores (*Chaoborus* y larvas de peces) y agregan que los nutrientes no son limitantes en este periodo. Con respecto a *D. breviereme* se presenta mayor densidad (Ind/m<sup>3</sup>) en aguas altas, estos autores atribuyen este hecho a que la turbidez afecta a esta población.

Por otro lado según Brandorff (1977) se presenta mayor densidad de cladóceros, principalmente *Moina minuta* y *Bosminopsis deitersi* en período de lluvias, gracias al aumento de nutrientes por parte del lavado a los ecosistemas lenticos y como consecuencias de esto se aumenta la productividad primaria, aumentando la disponibilidad de nutrientes, pero el sistema Yahuaraca las condiciones que generadas por la inundación pasada y el efecto de aire que permiten la resuspensión de fosfatos inmersos en los sedimentos del lago Grobbelaar (1983), hacen que en el periodo de aguas bajas los niveles de nutrientes sean más altos, y que en aguas altas la dilución reduzca estos valores.

En la comunidad de copépodos dominaron los estados inmaduros siendo más abundantes en aguas bajas, ajustándose a lo planteado por Carvalho (1983) y según Edmondson (1959); la alta proporción de formas inmaduras de copépodos son generalmente el resultado de la reproducción continua de estos organismos con solapamiento de cohortes en regiones tropicales y a los hábitos alimenticios que estos organismos tienen en esta fase de desarrollo. Según Neves et al., (2003) en Cyclopoida durante el estado inmaduro son filtradores y herbívoros en cambio en estado adulto son mayormente carnívoros, por otro lado en Calanoida en estado adulto no cambian de hábito alimenticio. Otros estudios que presentan dominancia de estados larvales de copépodos son los de Corrales & Frutos, (1985) en Argentina, Paggi & Paggi, (1990) Vasquez & Rey (1992), en el Paraná medio, Lima, (1996) en lagunas de inundación del río Orinoco, Bonecker *et al.* (1998) y Morini-Lopes, (1999), en algunos sistemas del Pantanal Mato Grosso. El tiempo de residencia de aguas altas puede influir en el predominio de los copépodos, debido a su carácter de estrategia K (Paggi & Paggi, 2007), por lo que quizá en el sistema Yahuaraca, a pesar de cambios en nivel del agua este grupo logra una densidad considerable, pero probablemente muchos no alcancen el estado de adulto.

Con respecto a los resultados arrojados mediante los métodos de análisis de coeficiente de similitud de Jaccard el sistema Yahuaraca en aguas bajas es más heterogéneo (similitud de 30%), debido a las particularidades que se presentan en cada uno de los lagos (Andrade-Sossa 2011). En esta fase hidrológica la profundidad promedio es de alrededor de 2 metros y los lagos 2 al 4 se encuentran desconectados del lago 1, que es el único aún conectado con el canal hacia donde están drenando sus aguas, además en este periodo las aguas del río han descendido y no está entrando al sistema. En el periodo de aguas altas los lagos presentan una mayor similitud (60%) puesto que en este momento el aumento en el nivel de las aguas ha provocado la conexión de todo el sistema; la quebrada a pesar de haber sido inundada cuenta con sus propias características por la mayor mezcla con aguas negras amazónicas.

El coeficiente de similitud de Bray-Curtis muestra de igual forma mayor similitud en aguas altas ya que el periodo de aguas bajas los lagos tienden a desconectarse y cada uno presenta características propias. En este periodo los lagos tienen altos niveles de nutrientes y transparencia; relacionando los promedios entre profundidad y transparencia, se observa que la columna de

agua está cerca de un 24% iluminada, y la productividad primaria podría ser mayor, la abundancia fitoplancton y perifiton garantiza el alimento de las comunidades zooplanctónicas. La penetración lumínica también podría estar relacionada con la predación de grupos de mayor talla por parte de organismos más grandes (larvas de peces) como los copépodos, que en esta fase, se presenta en mayor abundancia en estados inmaduros. En aguas altas los lagos presentan mayor similitud (50%) debido a la homogenización de características ambientales por la inundación.

Los dos dendogramas de similitud presentan agrupación entre periodos y entre lagos, mostrando en el sistema mayor heterogeneidad en las aguas altas, debido al grado de conexión que presentan los lagos, Andrade-Sossa (2011) sugiere en periodo de aguas bajas, la desconexión genera mayor heterogeneidad y menor similitud en la composición de rotíferos entre ambientes dentro del sistema de lagos, sustentado en la extensiva conexión entre ambientes, ajustándose a lo planteado para otros planos de inundación (Aoyagui & Bonecker 2004a; Lansac-Tôha *et al.* 2004 y 2009; José de Paggi & Paggi 2008).

En general, el nivel de estabilidad de las fases en términos de variabilidad hidrométrica, puede ser importante para el zooplancton, la determinación de las condiciones favorables para re-organización de la comunidad y la amplitud de las fases podría influir en la estructura de la comunidad de fitoplancton, de esta forma se favorecen las comunidades zoo plantónicas filtradoras, que son la gran mayoría de Rotíferos y cladóceros Gutiérrez (1999), como se presenta en trabajos realizados por Matsumura -Tundisi & Tjndisi (1976) quienes encontraron dominancia de rotíferos (78%) de la comunidad zooplanctónica, siendo superior en riqueza y abundancia como lo expone Agostinho & Bonecker (2008) quien atribuye este hecho a sus estrategias reproductivas y a sus preferencias alimenticias por ejemplo en algas y bacterias. Aoyagui & Bonecker (2004) también registró mayor abundancia en los periodos de estiaje (sequias) en las comunidades de rotíferos al mismo tiempo que se presentaba alta abundancia en las comunidades fitoplanctónicas especialmente en densidades de Cyanophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, como también se encontraban relacionadas con las concentraciones de clorofila-a. Pinilla (2004) quien trabajó en un lago Amazónico llamado Boa, encontró relación intensa entre las comunidades zooplanctónicas, y las algas, durante el periodo de aguas bajas. Sumándose otros estudios en planicies de inundación donde se han encontrado las máximas densidades de fitoplancton y zooplancton durante el periodo de aguas bajas cuando estas tienen poco o ningún intercambio con el río (Holden & Green 1960, Egborge 1974, Brandorff & Andrade 1978, Corrales 1979, Rodríguez 1980, Matsumura-Tundisi & Ocano 1983, Vasquez & Sánchez 1984, Twombly & Lewis 1987 y Vasquez & Rey 1992).

## 9. CONCLUSIONES

El pulso de inundación trae consigo cambio de las condiciones, y variaciones en las características físicas, químicas y biológicas en cada fase hidrológica, lo cual se observó gracias a las distancias entre muestreos que permitió analizar la variación entre las fases, donde el aumento en profundidad promedio de los lagos es la mayor evidencia en el cambio de estos ecosistemas.

El grupo que dominó en la comunidad zooplanctónica, para los dos periodos fueron los rotíferos, seguidos por cladóceros, por lo cual se asume que la influencia de río en los lagos no afecta la densidad ni la estructura de estas comunidades, debido a que la preferencia alimenticia alga favorece la estabilidad de las poblaciones.

Las características de los tributarios; río Amazonas y quebrada presentan particularidades que se evidenciaron en el análisis de similitudes, siendo los más dispersos, en el periodo hidrológico que el río entra a los lagos.

En cuanto a la comunidad zooplanctónica se observó la influencia del río, por medio del canal al lago 1, debido al grado de conexión, estas estaciones presentaron grandes similitudes en cuanto a composición y estructura de organismos.

En aguas bajas los lagos presentan mayores concentraciones de nutrientes y penetración lumínica como también una gran relación con las densidades de los grupos de zooplancton, generados por la disponibilidad de recursos alimenticios que se ocasionan debido a los afloramientos de diversas comunidades de fitoplancton, que se ven beneficiadas por estos dos parámetros físicos.

La inundación genera transporte de organismos de una zona a otra, por esta razón en la fase de aguas altas se observó mayor diversidad de organismos, aunque la dilución que se genera por el aumento de la cantidad de agua ocasiona bajas densidades de estas poblaciones.

Se registró al igual que en trabajos anteriores una gran diversidad en este sistema de lagos, gracias a las particularidades que presentan cada uno de los lagos, las diferencias en las propiedades de las aguas de los principales tributarios y la diversidad de macrófitas emergentes, sumergidas y flotantes con las que cuenta el sistema.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Allan, JD. 1976. Life history patterns in zooplankton. *American Naturalist* 110: 165–180.
- Aoyagui, AS.M. & CC. Bonecker. 2004a. Rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): richness, abundance and the relationship with connectivity *Hydrobiologia* 522: 281-290.
- Agostinho A., CC. Bonecker & L.C. Gomes. Effects of water quantity on connectivity: the case of the upper Paraná River floodplain. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 10: 1-15.
- Alvarado, L. 1998. Respuesta de la comunidad fitoplanctónica del lago Yahuaraca (Amazonía Colombiana) al enriquecimiento con nitrógeno y fósforo en incubaciones in vitro. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- 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.
- Bahamón, N. 1994. Estudio limnológico, con énfasis en la comunidad de fitoplancton en algunos lagos de inundación del río Amazonas (Colombia). Tesis universidad Nacional, Santafé de Bogotá.
- Becerra, X.C. 1999. Estudio de la abundancia y distribución de los rotíferos planctónicos de la Ciénaga de Guarinocito. Departamento de Caldas (Colombia). Tesis de Maestría. Depto. de Biología Universidad de los Andes. Bogotá.
- Brandorff, G. 1977. Untersuchungen zur populations dymanik des crustaceenplanktoons im tropischen Lago Castanho (Amazonas, Brasilien). Tesis de doctorado. Univ. De Kiel.
- Brandorff GO, Andrade ER. 1978. The relationship between the water level of the Amazon River and the fate of the zooplankton population in Lago Jacaretinga, a vazea lake in the Central Amazon. *Stud. Neotrop. Fauna Env.*, 13: 63–70.
- Bonecker CC, Lansac-Toha FA, Bini LM. 1998. Composition of zooplankton in different environments of the Mato Grosso Pantanal, Mato Grosso, Brazil. In: Seminario Regional de Sao Carlos. PPG-ERN-UFSCar,; 1123-1135.

- Brusca, R. C. & Brusca, G. J., 2003. Invertebrates. Second Edition. Sinauer associates, INC. publishers U.S.A. 936 p.
- Carvalho, M. L. 1983. Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidad e composição do zooplankton em um Lago de Várzea da Amazonia, Brasil. *Acta Amazonica* 13(5-6): 715-724.
- Chimborazo, S., Jimenez, A. 2010. Influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre el ensamblaje zooplanctónico en tres lagos amazonicos Colombianos. Tesis pregrado. Universidad del Cauca. Popayán
- Cohen, I. 2010. Influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre el ensamblaje de rotíferos planctónicos en cuatro lagos amazonicos Colombianos. Tesis pregrado. Universidad del Cauca. Popayán
- Corrales, MA. 1979. Contribuciones al conocimiento del zooplankton del Alto Parana. *Ecosur*, 6(12):185-205
- Corrales, MA. Frutos SM. 1985. Estudio preliminar del zooplankton de la Laguna Sirena (Corrientes Argentina). *Phycis (Buenos Aires), Sec. B*, 43(104): 43-48.
- Donner, J. 1965. Ordnung Bdelloidea (Rotifera, Rädertiere). Akademie Verlag, (in German) Berlin. Pp 297.
- Drago, EC. 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, EC. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología (Argentina)* 6:27–33
- Dumont, HJ. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. *Hydrobiologia*, 272: 29-38.
- Duque, SR. 1993. Inventario, caracterización y lineamientos para la conservación de los humedales en el Departamento del Amazonas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Duque, SR., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología. En: IGAC (Ed.). Zonificación para el plan modelo Colombo-Brasileño (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Bogotá. Editorial Linotipia 69-134
- Duque, SR & 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.1: 70

- Dusart, BH. 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia*, 113: 25-67.
- Edmondson, WT. 1959. *Freshwater Biology*. 2a ed. John Wiley.:1248.
- Egborge, ABM. 1974. The seasonal variation and distribution of phytoplankton in the river Oshun, Nigeria, *Freshwater Biology*, 4:177-191.
- Elmoor-Loureiro, L. 1997. Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil. Universa. Brasilia. 156 p.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. 1998. Branchiopoda Freshwater Cladocera. In: *Catalogue of Crustacea of Brazil*. P. S.. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Young (ed.): 15-41
- Esteves, F., 1988. *Fundamentos de Limnología*. Editora Interciencia Ltda. Río de Janeiro.
- Esteves, F. de A. & Enrich-Prast 1998. Nitrogen fixation and denitrification rates of sediments in some Amazonian aquatic ecosystems during the filling 73 period. *Verh. Internat. Verein. Limnol. Stuttgart (Alemania)*. 26: 907- 910.
- Furch, K. & Junk, W.J. 1993. Nutrient dynamics of submersed decomposing Amazonian herbaceous plant species *Echinochloa polystachya*. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* 25, 75–85.
- Gallo-Sánchez, L., Palacio-Baena, J. & Ramírez-Restrepo, J. 2009. Zooplankton (Rotífera y Microcrustácea) y su relación con los cambios del nivel del agua en la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Caldasia* 31(2):339-353.
- 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 & 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. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 548 pp.
- Gaviria, S. 1994. Los Copépodos (Arthropoda, Crustacea) de vida libre de las aguas continentales de Colombia. *Rev. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 19 (73): 361-385.
- Gaviria, S. & 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).

- Gilbert, JJ. 1983. Rotifera. In Adiyodi K.G. and Adiyodi R.G. (Eds) Reproductive biology of invertebrates. oogenesis, oviposition and oosorption. Wiley and Sons. 1:181–209.
- Gónzales, A. 2007. Influencia de *Utricularia foliosa* sobre la diversidad zooplanctónica en las dimensiones longitudinal y temporal de la quebrada Yahuaraca (Amazonía Colombiana). Trabajo de grado (Lic. Biología). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 115p.
- Goulden, CE. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. *Trans. Am. Phil. Soc.*, 58: 1-101.
- Green, J. 1972. Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil III. Associations of Rotifera in meander lakes of the rio Suia Missu. *J. Nat. Hist.* 229-241.
- Grobbelaar, Johan V. 1983. "Availability to algae of N and P adsorbed on suspended solids in turbid waters of the Amazon River". *Arch. Hydrobiol.* 96:302-316.
- Gonzalez-Bermudez, A., 2007. Influencia de la *Utricularia foliosa* sobre la diversidad zooplanctonica en las dimensiones longitudinal y temporal de la quebrada Yahuaraca (Amazonía Colombiana). Tesis de pregrado. Departamento de biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Pag: 40-94.
- Gutiérrez, M. E & S. S. S. Sarma. 1999. Zooplankton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H112. México D. F.
- Hardy ER, Robertson B, Koste W. 1984. About the relationship between the zooplankton and fluctuating water levels of Lago Camelao, a Central Amazonian varzea lake. *Amazoniana*, 9:43-52.
- Hauer, J. 1956. Rotatorien aus Venezuela und Kolumbien. *Ergebn. Dt. Limnol. Venezuela Exp.* 1952. 1: 277-312
- Henao, E. 2010. Influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre el ensamblaje de microcrustáceos, en cuatro lagos Amazónicos Colombianos. Tesis de pregrado. Universidad del Cauca. 67 pp
- Holden MJ, Green J. 1960. The hydrology and plankton of the river Sokoro. *J. Anim. Ecol.*, 29:65-84.

- IDEAM. 1974- 2004. Promedio histórico mensual de precipitaciones (mm) en la zona de Leticia.
- Jiménez, LF. 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.
- José de Paggi, SJ. & JC. Paggi. 2007. Zooplankton. In: Iriondo, M.H., J.C. Paggi, & M.J. Parma (Eds.). *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical Wetland*. New York: Springer. p. 229-245.
- Junk, W. & Furch, K, 1985. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. En: Key environments: Amazonia (Prance & Lovejoy, eds.) Dordrecht, The Netherlands: Dr. Junk Publisher. 269-294.
- Junk, WJ & Wantzen, KM. 2003. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications – an update. En: RL. Welcomme & 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: 117-14.
- Junk, WJ., P. B. Bayley & R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106: 110–127.
- Kern, D.E., Thomas, P.A., Howard, D.M. & Bass, E.B. 1998. Curriculum Development for Medical Education. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Korovchinsky, N. M. 1992. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World N° 3. Sididae & Holopodidae. (Crustacea: Daphniiformes)*. SPB Academic Publishing, The Netherlands. 86 pp
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Die radartiere. Mitteleuropas. Gebr. Borntraeger. Berlin. Stuttgart: 1, 673. 234 platten.
- Koste, W. & José de Paggi S. 1982. Rotifera of the superorder Monogononta recorded from Neotropics. *Gewass. Abwass., Berlin* 68/69:71-102.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. New York: Harper & Row, 652p.

- Lagos, LF. 1997. Productividad primaria y biomasa fitoplanctónica en el lago Yahuaraca. Trabajo de grado, Univ. Nacional de Colombia. Depto. De Biología. Bogotá.
- Lagos, LF. 1997. Productividad primaria y biomasa fitoplanctónica en el lago Yahuaraca. Trabajo de grado, Univ. Nacional de Colombia. Depto. De Biología. Bogotá.
- Lansac-Tôha, F. A.; Bonecker, C.C.; Machado, L.; Fonseca, A. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. En: Vazzoler, A.E.; Agosthino, A. A. & Hahn, N. S. A planície de inundação do alto Río Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioecon micos. Ed. Universidade Estadual de Maring . Maring . pp. 117-155.
- Lansac-T ha, F.A., C.C. Bonecker, L.F.M. Velho, E.M. Takahashi & MY.Nagae. 2004. Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: composition, richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In Agostinho, AA., L. Rodrigues, L.C. Gomes, S.M. Thomaz & L.E. Miranda (Eds.). *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maring : Eduem. p. 75-84.
- Lansac-T ha F.A., C.C. Bonecker, L.F.M. Velho, N.R. Sim es, J.D. Dias, G.M. Alves & E.M. Takahashi. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Braz. J. Biol.* 69(2, Suppl.): 539-549
- Lima D. 1996. Community structure of the zooplankton and phytoplankton of Lake Recreio-Barao de Melgaco Pantanal, Mato Grosso. Masters Thesis, Federal University of Sao Carlos, Sao Carlos:206.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona, España. 1009 pp.
- Mark-Welch D. & Meselson M. 2000. Evidence for the evolution of bdelloid rotifers without sexual reproduction or genetic exchange. *Science* 288: 1211–1215.
- Magurran, A. 2004. *Measuring the Biological Diversity*. Blackwell Publishing Company. Carleton Australia. 256p.
- Maas, S. 1993. Introduction to the Copepoda. International Training Course. Universiteit Gent Int Publ: 204 pp
- Matsumura-Tundisi T, Tundisi JG. 1976. Plankton studies in a lacustrine environment. I. preliminary data on zooplankton ecology of Broa reservoir. *Oecologia*, 25:525-270.

- Matsumura-Tundisi T, Ocano WY. 1983. Seasonal fluctuation of the copepod population in Lake D. Helvecio (Parque Fore stall do Rio Doce, Minas Gerais-Brazil). *Revista Hydrobiología Tropical*, 16:35-40.
- Montreuil - Frías, VH., 1995. Limnología de la cuenca amazónica. Programa Ecosistemas Acuáticos, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos.
- Moreno, 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, ORCYT/UNESCO y ZEA, Zaragoza, 83 p.
- Morini-Lopes, AAET. 1999. Limnological conditions and zooplankton composition of Lake Sinha-Mariana, Barao de Melgaco – Mato-grossan Pantanal. Masters thesis, Institute of Biosciences, Federal University of Mato Grosso, Cuiaba, pp.98.
- Neiff, JJ. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6):424-440.
- Neves, I. F., O. Rocha, K. F. Roche & A.A. Pinto. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) With analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Braz. J. Biol.* 63(2): 329-343.
- Nogrady, T., Wallace, RL., & Snell, T.W. 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.
- Noe, GB. & C. R Hupp 2005. Carbon, Nitrogen, and Phosphorus Accumulation in Floodplains of Atlantic Coastal Plain Rivers, USA. *Ecological Applications*.15(4):1178 1190.
- Nuñez-Avellaneda M. y S. R. Duque. 2001. Estudio del fitoplancton en ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. En: Franky, C. y C. Zarate (eds.). IMANI MUNDO, estudios en la Amazonia colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones IMANI. Editorial Unibiblos. Bogotá D. C: 305-328.
- Orlova-Bienkowskaja, M. Y. 2001. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World N° 17. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus Simocephalus*. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands. 128 pp
- Paggi, J. C. 1995. Crustácea Cladóceras. En: Lopretto, C. & G. Tell. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales*. Tomo I. Ediciones Sur, La Plata – Argentina. 3: 909-951

- Paggi, J. & Koste, W. Additions checklist of Rotifers of the superorder monogononta recorded from neotropis. *Int. Revue. Ges. Hydrobiol.* 80(1):133-140.
- Paggi, JC, de Paggi J. 1990. Zooplankton de ambientes loticos e lenticos do rio Parana medio. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3:685-789.
- Paggi, SJ & Paggi. JC, 2008. Hydrological connectivity as a shaping force in the zooplankton community of two lakes in the Paraná River floodplain. *International Review Hydrobiology* 93(6): 659-678.
- Palma, L. 2011. Efecto de la conectividad del río Amazonas en la ecología del fitoplancton en lagos amazónicos. Tesis de Maestria. Universidad del Nacional sede Leticia.
- Pantoja, A. 2010. Influencia del pulso de inundación sobre las comunidades planctónicas de los lagos peruanos Caballococha y Cushillococha (cuenca río amazonas). Tesis de Pregrado. Universidad del Cauca.
- Pennak, RW. 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. 3d. ed. John Wiley & Sons. USA:628 pp.
- Pinilla, G. 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. 2005. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá medio). Bogotá, Editorial Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Pringle, C. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecological Applications* 11: 981-998.
- Putzer, H. 1984. The geological evolutions of the Amazon basin and its mineral resources. En: *The amazon-limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin* (Sioli ed.). Dordrecht, The Netherland: Dr. Junk Publishers. 15-46.
- Reid, J.W. 1985. Chave de Identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da orden Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool., Univ. S. Paulo.* 9: 17-143.
- Ricci, C. 1992. Rotifers: parthenogenesis and heterogony. In Dallai R. (Ed.) *Sex origin and evolution. Selected Symposia and Monographs U.Z.I., Mucchi, Modena* 6: 329–341.



- Robertson, BA. & E.R. Hardy (1984). Zooplankton of Amazonian Lakes and Rivers. En :Sioli, H. ed. The amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publishers. Monographiae Biologicae. 56: 337-352.
- Rocha, O. & Tundisi, TM. 1976. Atlas do zooplankton (Represa do Broa, São Carlos). Centro de Ciencias e Tecnologia, Departamento de Ciencias Biológicas. 1:1-67.
- Rodríguez, EH. 1980. Composicao do zooplankton em cinco lagos da Amazonia Central. *Acta Amazónica* 10(3): 577-609.
- 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
- Salcedo-Hernández M.J., S.R. Duque, L. Palma, A. Torres-Bejarano, D. Montenegro, N. Bahamón, L. Lagos, L.F. Alvarado, M. Gómez & A.P. Alba. 2011. Evaluación histórica de la dinámica hidrológica y ecología del fitoplancton del Sistema Lagunar de Yahuaraca, Amazonas, Colombia. Mundo Amazónico, en imprenta.
- Segers, H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Zootaxa 1564. Magnolia Press.
- Sioli, H. 1967. Studies in Amazonian waters. Atlas do simposio a biota Amazónica. 3: 9-50.
- Sládecek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100: 169-201
- 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.
- Torres-Bejarano, MA. 2006. Ecología funcional de fitoplancton Durante dos Periodos Hidrológicos en el sistema lagunar de Yahuaraca (Amazonia Colombiana). Tesis Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Twombly S, Lewis Jr. WM. 1987. Zooplankton abundance and species composition, laguna La Osinera, a Venezuela floodplain lake. *Arch. Hydrobiol.* (suppl 79) 1: 87-107.
- Twombly S, & Lewis Jr. WM. 1989. Factors regulating cladoceran dynamics in a venezuelan floodplain lake *Journals of plankton research*. Vol 11 No. 2 pp 317-333

- Vargas, A. 1996. Estructura y dinámica de la comunidad planctónica de algunos lagos y meandros del río Igará-Paraná (La Chorrera, Amazonas). Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Vásquez E, Rey J. 1992. Composition, abundance and biomass of zooplankton in Orinoco floodplain lakes, Venezuela. *Annls Limnol.* 28(1): 3-18.
- Vásquez E, Sánchez L. 1984. Variación estacional del plancton en dos sectores del río Orinoco y una laguna de inundación adyacente. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 44 (1121): 11-31.