

INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN Y LA CONECTIVIDAD SOBRE EL
ENSAMBLAJE DE ROTÍFEROS PLANCTÓNICOS, EN CUATRO LAGOS AMAZONICOS
COLOMBIANOS

ISAAC COHEN MUÑOZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
POPAYAN
2010

INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN Y LA CONECTIVIDAD SOBRE EL
ENSAMBLAJE DE ROTÍFEROS PLANCTÓNICOS, EN CUATRO LAGOS AMAZONICOS
COLOMBIANOS

ISAAC COHEN MUÑOZ

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

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

Asesor
SANTIAGO R. DUQUE M.Sc.
Profesor Asociado Instituto Imani
Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
POPAYAN
2010

Nota de aceptación

M.Sc. Camilo Ernesto Andrade Sossa

M.Sc. Magda X. Chilito Burbano

M.Sc. Gerardo Ignacio Naundorf

Popayán, 25 de Mayo 2010

A mi esposa.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa por estar a mi lado constantemente en las buenas y en las malas y por darme los empujones necesarios para terminar satisfactoriamente mi trabajo.

A mis amigos incondicionales, el Enano, Samir, Daniel, Rosa y Paolin quienes estuvieron durante la mayor parte de mi carrera universitaria a mi lado en los mejores y en los peores momentos con su apoyo constante.

Quisiera expresar además mis más sinceros agradecimientos a el grupo de personas que ayudaron a mi formación Universitaria, que más que profesores, fueron conmigo compañeros y amigos, Hildier, Gerardo, Leonidas, Patricia, Giselle, William, José y en especial Camilo, quien me acompañó durante los últimos semestres de mi carrera y me regaló la oportunidad de encarrilarme en este proyecto tan importante para mi formación educativa.

Por último, quisiera agradecer a las personas que de una u otra forma han aparecido en algún momento de mi vida para darme una mano en los momentos en los que he necesitado, Pino, Federico, Diego y a Oscar por ser el mejor amigo siempre.

Por último, agradezco inmensamente a mi madre por la ayuda constante en mi formación educativa hasta el día de hoy.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	
1. OBJETIVOS.....	10
1.1 Objetivo general.....	10
1.2 Objetivos específicos.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Comunidades zooplanctónicas.....	13
2.2 Rotíferos.....	13
3. ANTECEDENTES.....	16
4. MÉTODOS.....	17
4.1 Área de estudio.....	17
4.2 Fase de campo.....	18
4.3 Ensamblajes zooplanctónicos.....	18
4.4 Variables físicas y químicas del agua.....	19
5. RESULTADOS.....	20
5.1 Características físicas y químicas de los lagos.....	20
5.2 Estructura de la comunidad.....	26
5.2.1 Composición taxonómica.....	26
5.2.2 Variación espaciotemporal de la abundancia y riqueza de rotíferos.....	32
5.2.3 Relación entre variables físico-químicas y abundancia de rotíferos.....	35
6. DISCUSIÓN.....	37
6.1 Variables físicas y químicas	37
6.2 Composición, riqueza y dominancia	38
7. CONCLUSIONES.....	41
8. RECOMENDACIONES.....	42
9. BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	47

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación área de estudio: Lagos Tarapoto, El Correo, Chepetén y Cocha Larga.

Figura 2. Análisis de componentes principales para variables físicas y químicas tomadas en campo.

Figura 3. Análisis de componentes principales para nutrientes

Figura 4. Porcentaje de riqueza según las familias de Rotíferos

Figura 5. Variación de la riqueza (a) y densidad promedio (b) en los puntos de muestreo para cada período hidrológico.

Figura 6. Análisis de correspondencia canónica.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Localización y códigos utilizados para las estaciones de muestreo.

Tabla 2. Valores promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros físicos y químicos registrados.

Tabla 3. Concentraciones de nutrientes ($\mu\text{M}\cdot\text{L}^{-1}$) registradas en cada una de las estaciones durante el estudio.

Tabla 4. Estadístico de Mann-Whitney entre periodos de muestreo y entre los tipos de conectividad con el río Amazonas.

Tabla 5. Clasificación de los ambientes según el tipo de agua

Tabla 6. Nivel trófico de los lagos, teniendo en cuenta a Contreras-Espinosa *et al.*, (1994).

Tabla 7. Lista de rotíferos registrados en los lagos El Correo, Tarapoto, Chepetén y Cocha Larga.

Tabla 8. Densidad promedio (DP: $\text{Ind}\cdot\text{m}^{-3}$), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los rotíferos encontrados en los lagos Tarapoto, El Correo, Chepetén y Cocha Larga durante el estudio.

Tabla 9. Relación del tipo de aparato mandíbular entre muestreos

Tabla 10. Estadístico de Mann-Whitney entre períodos de muestreo (1: Aguas bajas, 2: aguas altas) para cada tipo de conectividad con el río Amazonas.

Tabla 11. Relación entre las variables fisico-químicas y la abundancia de rotíferos en el sistema de lagos.

INTRODUCCION

La cuenca Amazónica se caracteriza por ser la extensión más grande de bosque Neo tropical y una de las fuentes principales de biodiversidad del mundo. La región Amazónica Colombiana está compuesta por bosques húmedos tropicales, selvas pantanosas y sabanas con una alta diversidad biológica. La gran mayoría de los ríos, quebradas y caños que se encuentran en esta región son tributarios del río Amazonas.

La Amazonía en general, se distribuye a lo largo de un amplio territorio comprendido entre Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela, ocupando una vasta región, la cual está distribuida en mayor porcentaje entre Brasil, Perú y Colombia. Para Colombia, la región amazónica comprende un poco mas del 40% de la totalidad del país, otorgándole una importante fuente de recursos.

En la zona Amazónica, se encuentran gran variedad de ecosistemas acuáticos donde se pueden observar numerosos sistemas inundables que albergan una gran diversidad de poblaciones planctónicas, debido a que dicha región sobresale por su gran heterogeneidad paisajística, climática, geológica y ecológica, y como consecuencia nos brinda una gran variedad de suelos, bosques y gran diversidad hidrográfica, que convergen para crear el porcentaje de biodiversidad mas alto del planeta (Jiménez, 1994; Junk, 1997; Duque *et al.*, 1997; Duque y Patiño, 2000; Andrade-Sossa, 2001; Andrade, 2002; Rodríguez, 2003; Pinilla 2004; Galvis, *et al.*, 2006; Torres, 2006).

Estos ecosistemas inundables, se encuentran altamente influenciados por un fenómeno denominado Pulso de Inundación, el cual tiene una gran influencia sobre los ecosistemas acuáticos, generando diversos niveles de conectividad entre los sistemas lóticos y lénticos. Diversos estudios han demostrado que la conectividad y dinámica fluvial crea una gran heterogeneidad espacio-temporal que conduce a una muy alta diversidad en los planos inundables (Ward & Stanford 1995, Bornette *et al.*, 1998, Tockner *et al* 1999), lo que afecta de forma directa la composición de los ensamblajes planctónicos. Estos pueden presentar cambios a nivel de biomasa, abundancia, diversidad, y responder a la variabilidad ambiental por medio de la variedad interespecífica de tamaños y formas (Reynolds 1997).

En términos de especies descritas a nivel taxonómico en Colombia, encontramos que los grupos correspondientes al zooplancton tienen un escaso estudio detallado, por lo que es importante realizar una investigación mas profunda para las especies correspondientes a este grupo.

Los Rotíferos planctónicos, que son el objeto de estudio de este trabajo, constituyen una de las comunidades con mayor tasa de renovación y son importantes en el ciclaje de energía, al consumir detritus, junto con algas microscópicas y bacterias y ser fuente de alimento de microcrustáceos. Los rotíferos y los crustáceos son a su vez consumidos por animales de niveles tróficos superiores y peces en estado de alevinos (Oliver, 1965).

De acuerdo con lo anterior, se pretende realizar un estudio que permita precisar los efectos sobre el ensamblaje de Rotíferos planctónicos en dos periodos hidrológicos

sobre los lagos Tarapoto, Chepetén, Cocha Larga y El Correo, ubicados sobre la rívera del río Amazonas al sur del país en cercanías al municipio de Puerto Nariño en el departamento del Amazonas.

Los estudios realizados en los ecosistemas acuáticos amazónicos colombianos con comunidades biológicas se han limitado a sitios de fácil acceso y/o cercanos a asentamientos humanos, lo que ha permitido explorar la diversidad biológica de los ecosistemas lénticos en algunas fases de la dinámica fluvial de los ríos. Sin embargo, para los sistemas lénticos de Tarapoto, Chepetén, Cocha Larga y El Correo, no existen estudios ecológicos detallados que muestren la influencia del pulso de inundación y la conectividad sobre la composición, riqueza y abundancia proporcional en las comunidades de Rotíferos o del plancton en general.

Es por eso que se pretende finalmente con este estudio, obtener información que complemente el conocimiento sobre el comportamiento de las comunidades zooplactónicas, con el fin de integrar la información obtenida en estudios preliminares y conjuntos en la Amazonía Colombiana, para comprender de una manera integral el funcionamiento de dichos ecosistemas.

De esta forma, se plantea la siguiente pregunta a resolver, considerando el análisis del ensamblaje de Rotíferos en las fases de aguas bajas y aguas altas:

¿Cuál es el efecto del pulso de inundación y el tipo de conectividad sobre la diversidad y densidad de Rotíferos planctónicos en los cuatro lagos de estudio?

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

➤ Analizar la influencia del pulso de inundación sobre el ensamblaje de Rotíferos planctónicos en cuatro sistemas lénticos con diferente grado de conectividad con el río Amazonas en Colombia.

1.2. Objetivos Específicos

➤ Estimar la composición, riqueza y abundancia proporcional de Rotíferos planctónicos en los lagos Tarapoto, Chepetén, Cocha Larga y El Correo; sus canales de acceso y tributarios (ríos Amazonas y Loretoyacu) durante dos períodos hidrológicos.

➤ Comparar la variación espacial y temporal en los ensambles de Rotíferos planctónicos entre los lagos con diferente grado de conexión hidrológica.

➤ Establecer si existe relación entre la diversidad y la densidad de Rotíferos, con las variaciones en las características físicas y químicas del agua a través de los periodos hidrológicos.

2. MARCO TEÓRICO

En la región correspondiente a la Amazonía Colombiana, denominada medio Amazonas, se han realizado muy pocos estudios a nivel hidrobiológico y en cuanto al zooplancton se reduce aun más el número de estudios. Las investigaciones limnológicas que podemos encontrar en la región, han estado principalmente relacionadas con la biología y ecología del fitoplancton, algunos aspectos de la dinámica fluvial y los factores físicos y químicos que afectan los cuerpos de agua (Rodríguez, 2003), además se ha planteado que la composición del plancton puede diferir de forma marcada entre lagos, aún estando estos ubicados uno cerca del otro, especialmente cuando se encuentran físicamente aislados, cuando los niveles tróficos son muy diferentes o se tienen estados sucesionales disímiles. Sin embargo, los diversos niveles de conexión dentro de la cuenca hidrográfica pueden también conducir a distintos niveles de uniformidad (Neves *et al.*, 2003).

El estudio del efecto de la conexión entre sistemas lóticos y lénticos es de vital importancia para el manejo y recuperación de los ecosistemas ribereños, debido a que dicho efecto puede influir sobre el flujo génico entre metapoblaciones, alterando así, la dispersión, movimiento, migración y también influenciando la extensión a la cual los nutrientes, materia orgánica y otras sustancias se mueven entre los diferentes hábitats (Amoros & Roux 1988, Heiler. 1995, Ward et al. 1999). Por lo tanto, es muy relevante incorporar este tipo de estudios, a los procesos de aproximación al funcionamiento de los ecosistemas amazónicos colombianos, pues son claves en el planteamiento de estrategias de gestión de los recursos.

Por lo tanto la importancia de este estudio, es que permite la aproximación al conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas amazónicos colombianos, lo cual es clave en el planteamiento de estrategias para el manejo de los recursos. Así, se pretende obtener información que se complemente con estudios preliminares y conjuntos, en varios ambientes representativos de diversas condiciones de conectividad hidrológica asociados a la ribera colombiana del río Amazonas.

La conectividad hidrológica es usada en un contexto ecológico para referirse a la transferencia de material, energía y/u organismos a través del agua, entre elementos del ciclo hidrológico (Pringle 2001, 2003) y en particular dentro del presente proyecto entre componentes del sistema lótico-léntico y tributarios locales. Amoros & Roux (1988) introdujeron el término conectividad desde la ecología terrestre hacia la limnología con el propósito de describir el nivel de conexión del canal principal con los lagos de la planicie de inundación; estos niveles de conectividad varían desde conexiones permanentes hasta las de corta duración que se dan solo durante inundaciones extremas y además, a medida que disminuye la conectividad, el impacto del río sobre los lagos de la planicie de inundación disminuye y estos sistemas desarrollan su propias características limnológicas (Ward et al. 1999, Junk & Wantzen 2003).

En los planos inundables se encuentra alta riqueza y abundancia de rotíferos que juegan un importante rol en la cadena alimenticia transfiriendo energía desde los productores primarios, también extremadamente diversos, hasta niveles tróficos superiores. La composición del zooplancton 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, 2003).

El estudio del efecto de la conexión entre sistemas lóticos y lénticos de planos inundables, es cada vez más importante al plantear estrategias de manejo y recuperación de ecosistemas ribereños, debido a su influencia sobre el flujo génico entre metapoblaciones, afectando variables ecológicas como la dispersión, movimiento y migración y determinando las distancias hasta las cuales nutrientes y materia orgánica se mueven entre los hábitats (Amoros y Roux 1988, Heiler. 1995, Ward. 1999).

La conectividad y dinámica fluvial crea heterogeneidad espacio-temporal que conduce a una alta diversidad en los planos inundables (Ward y Stanford 1995, Bornette. 1998, Tockner 1999).

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 sistemas lóticos y lénticos asociados, de una forma directa, como el transporte por flujos de agua, y/o indirecta, como vía cambios en propiedades físicas y químicas del agua. Grupos zooplanctónicos como los rotíferos son particularmente importantes en el análisis de estos efectos debido a que presentan altas tasas de crecimiento intrínseco y cortos intervalos de renovación poblacional (Allan, 1976).

Por su parte, la comunidad zooplanctónica, además de fluctuar en su biomasa, abundancia y diversidad, responden a la variabilidad ambiental por medio de la variedad interespecífica de tamaños, formas y organización en estructuras coloniales (Reynolds 1997). La gran variabilidad de aspectos morfológicos debe reflejar la gran diversidad ecológica existente, es decir, la existencia de un gran número de nichos a explotar. En el zooplancton puede haber además variaciones morfológicas para los rotíferos y distintas proporciones de grupos funcionales alimenticios con frecuencia más evidentes dentro de los rotíferos (Andrade, C; Aranguren, N. 2003).

Los estudios realizados hasta la actualidad en la ribera colombiana del río Amazonas (Duque et al 2007) muestran que la comprensión de alta diversidad en todos los grupos taxonómicos que conforman el plancton, es alimentada por la alta heterogeneidad ecosistémica observada en este sector; desde diversos tipos de aguas como blancas y negras (Duque & Patiño, 2000), diversos grados de conexión representado hasta ahora como cercanías y distancias al río principal (Andrade-Sossa 2001, Rodríguez, 2003) hacen suponer que efectivamente el río Amazonas es el principal motor de cambio regional y que su efecto debe generar cambios significativos en los ensamblajes de rotíferos, así como en condiciones limnológicas, entre ellas la productividad de los

sistemas. En especial este último aspecto ya permite hacer algunos acercamientos al uso y posible manejo de humedales amazónicos (Duque 2007). De ahí la importancia de comprender mejor como la conectividad del río Amazonas genera los cambios y procesos que ocurren en su llanura aluvial.

2.1 Comunidades zooplanctónicas

Las comunidades zooplanctónicas dulceacuícolas están constituidas básicamente por rotíferos y microcrustáceos, que incluyen cladóceros, copépodos y en ocasiones ostrácodos y conchostráceos. Dentro de estas comunidades, los rotíferos juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas, siendo un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios (insectos y alevinos), cabe anotar que además, pueden transferir rápidamente materia y energía desde bacterias y partículas detríticas de pequeño tamaño, que son recursos no utilizables por algunos organismos planctónicos (Nogrady *et al.*, 1993).

2.2 Rotíferos

Los Rotíferos son animales microscópicos, por lo general acuáticos, pertenecientes al phylum Rotífera. Los Rotíferos se encuentran en casi todos los ambientes de aguas frescas y en la mayoría de sustratos que se forman alrededor de las formaciones acuáticas. Los habitats de los rotíferos incluyen desde ambientes lénticos hasta ambientes de corrientes fuertes o incluso hasta ambientes marinos. Además, pueden hallarse especies de rotíferos habitando plantas epífitas en los árboles o en líquenes y musgos.

Debido a su pequeño tamaño, normalmente entre 0.1mm y 0.5mm, y a además a su suave textura, los rotíferos difícilmente favorecen la fosilización, aunque poseen un aparato mandibular que constituye su única parte dura, de la cual se han encontrado registros fósiles de casi 6000 años de antigüedad (Warner *et al.*, 1988).

Los rotíferos son animales pluricelulares con cavidades corporales parcialmente limitadas por un mesodermo. Estos organismos poseen un sistema de órganos especializados y un sistema digestivo completo que incluye una boca y un ano definidos, lo que los ubica dentro de la categoría de animales, aunque sean organismos microscópicos.

La palabra Rotífero, proviene del latín rota, que quiere decir rueda, y de fera, que quiere decir los que llevan, es decir, los que llevan una rueda, debido al movimiento rotatorio de su aparato mandibular.

El cuerpo de los rotíferos está constituido básicamente por 4 regiones: la cabeza, el cuello, el cuerpo y el pié. En la mayoría de las especies, la cabeza carga una corona de cilios que ayudan al transporte de agua hacia la boca del animal, de la cual el rotífero extrae su alimento.

El aparato bucal de los Rotíferos se ubica en la zona ventral de la región cefálica, y puede estar rodeada por bandas ciliadas del aparato rotador que crean pequeñas corrientes que atraen las partículas de alimento del entorno. A continuación encontramos

la faringe, muy muscularizada, a la que se accede directamente a través de la boca o mediante un delgado tubo ciliado situado entre ambas estructuras.

La faringe presenta siete piezas duras y articuladas conocidas como trophi (que actúan a modo de dientes), que a su vez se distribuyen en Incus y Malleus, y forman en conjunto el mástax (que actúa como el aparato masticador).

Incus: son un conjunto de 3 piezas en la posición central de la faringe. Estas piezas reciben el nombre de ramus (2 piezas) y fulcrum (1 pieza).

Malleus: son un conjunto de 4 piezas en posición periférica. Estas piezas reciben el nombre de manubrium (2 piezas) y uncus (2 piezas).

El trophi y el mástax son muy variables, y dependen principalmente de los hábitos alimenticios de cada especie, por lo que es un buen identificador taxonómico.

Los Trophi mas frecuentes en rotíferos planctónicos incluyen los tipos:

- Maleado: Muele partículas orgánicas asociadas al detritus.
- Virgado: Permite realizar agujeros en el sustrato y succionar el alimento.
- Cardado: Aparato succionador pero no asociado a un músculo hipofaríngeo presente en los virgados.
- Forcipado: mandíbula prensil a manera de pinza dentada que puede salir de la boca para el fácil acceso a las presas.
- Ramado: Mandíbula fuerte, moledora.
- Maleorramado: Mandíbula moledora presente en el orden Flosculariacea (Megtlich 1986; Nogrady et al.1993)
- Incudado: Mandíbula prensil, con mallus pequeños. La mandíbula gira 90° antes de envaginarse, luego atrapa la presa y la introduce en su boca. Solamente se encuentra en Asplanchna y en formas próximas.

Situado en la parte posterior de la faringe encontramos glándulas salivares que vierten al mástax diversas enzimas digestivas. Por detrás de la faringe se encuentra un esófago que desemboca a un amplio estómago, situándose entre ambos un par de glándulas gástricas. Después del estómago aparece un intestino que desemboca en una cloaca a la que también vierten el sistema excretor y reproductor.

El cuerpo de los rotíferos esta segmentado externamente pero no internamente. El cuerpo es telescópico, con una cutícula semiflexible y transparente.

Existen rotíferos con una cutícula relativamente gruesa y rígida que dan al animal una apariencia capsular; otros son flexibles y de aspecto y movimiento vermiforme. Aunque la gran mayoría de rotíferos son nadadores, algunos son sésiles y viven en el interior de tubos o cápsulas gelatinosas. En la mayoría de especies los machos son escasos, de forma que la reproducción por partenogénesis es bastante común. Además existe un marcado dimorfismo sexual ya que los machos existentes suelen tener el aparato digestivo atrofiado, y su existencia se reduce a la producción de esperma. La vida de una hembra suele ser de una o dos semanas. Algunas especies son xerobiontes, es

decir, sus huevos fertilizados se enquistan y crean formas de resistencia capaces de sobrevivir a los períodos de sequía y desecación en los que el hábitat acuático desaparece por motivos estacionales. Al ser rehidratados emergen rápidamente (en menos de dos horas) como organismos con capacidad natatoria. Algunas especies producen un derivado del azúcar trihalosa con el que crean una sustancia gelatinosa que ayuda a resistir la falta de agua ambiental.

Los Rotíferos presentan grandes glándulas salivales y estomacales, probablemente liberadoras de enzimas. Tienen también cloaca, en la que desembocan los órganos reproductores y la vejiga colectora de los excretorios (protonefridios); el ano se abre dorsalmente cerca del final del tronco.

El pie, órgano de fijación en las formas sésiles, posee 1-4 dedos terminales y hasta 30 glándulas pedales generadoras de sustancias pegajosas. Los rotíferos libres reptan utilizando el pie o nadan gracias a la corona de cilios facilitando la flotación, en ocasiones, las espinas foliformes de la cutícula.

Las especies conocidas son o bien dioicas (de macho pequeño con órganos reproductores degenerados y vida muy corta), o bien formadas solo por hembras partenogenéticas. Los machos solo tienen un testículo y sus espermatozoides son ciliados; las hembras pueden tener 1 o 2 ovarios, rasgo que divide el filo en dos clases. La copulación se realiza por impregnación hipodérmica o por inserción cloacal.

El sistema nervioso es sencillo, el cerebro está constituido por una masa ganglionar dorsal (sobre el mástax) del que parte un sistema de fibras nerviosas. Puede haber de 1 a 5 ocelos formados por células fotorreceptoras muy simples, poseen cerdas sensoriales; fosetas ciliadas (olfativas); papilas (táctiles) y antenas sensoriales.

Son interesantes los rotíferos por las especies que muestran el fenómeno de ciclomorfosis (cambios estacionales en la morfología externa) o de la anabiosis (generación de formas latentes de resistencia en condiciones extremas de desecación o frío).

3. ANTECEDENTES

La mayoría de los estudios en zooplancton para la cuenca Amazónica ha sido realizados en la Amazonía Central Brasileira, sin embargo, para la Amazonía colombiana, Duque *et al.* (1997) hacen una referencia muy superficial sobre algunos géneros y especies de microcrustáceos planctónicos, especies que cambian rápidamente con el ciclo hidrológico; además Vargas (1996), estudia la estructura y dinámica de la comunidad zooplanctónica de algunos lagos y meandros del río Igará-Paraná, encontrando varias especies de rotíferos y algunas especies de cladóceros. Vargas (1996), analizó los cambios en el zooplancton, incluyendo crustáceos, resaltando algunas relaciones entre la composición y abundancia, a nivel de género y familias, principalmente, con los cambios del nivel del agua.

En los últimos años Andrade (2001) realizó un estudio sobre la fluctuación del nivel del agua sobre la estructura de la comunidad de rotíferos planctónicos en el lago Yahuaraca, debido al pulso de inundación que ocasiona el río Amazonas y el aporte del caudal proveniente de la quebrada Yahuaraca y Rodríguez (2003) caracterizó la comunidad de rotíferos en el mismo y describió el cambio en su estructura con el paso del tiempo durante la fase de llenado, desde aguas bajas hasta el desborde, valorando los cambios de las características físico-químicas del sistema de lagos a medida que el proceso de inundación avanza (Solarte, 2008)

Recientemente se han realizado una serie de estudios en comunidades zooplanctónicas, principalmente enfocados en la zona del lago Yahuaraca y Yavarí. También se realizó un estudio de diversidad alfa y beta de rotíferos limnéticos en las dimensiones longitudinal y temporal de los lagos amazónicos Yahuaraca y Yavarí.

Cabe anotar, que paralelo a este proyecto se vienen realizando una serie de investigaciones en los planos inundables de la Amazonía Colombiana y Peruana, que van a ayudar a complementar esta investigación y serán la base para futuros estudios a nivel de planos inundables en Colombia.

4. METODOLOGÍA

4.1 Área de Estudio

Los lagos Tarapoto, Chepétén, Cocha larga y El Correo, están localizados en el interfluvio de los ríos Amazonas y Loretoyacu en el Trapecio Amazónico Colombiano, departamento del Amazonas y al nororiente del Municipio de Puerto Nariño entre las coordenadas 03° 46' y 03° 49' Latitud Sur y 70° 23' y 70° 28' Longitud Oeste (Duque *et al.*, 2000).

Estos lagos se seleccionaron con base en la clasificación de sistemas amazónicos que considera sus características físicas, químicas y fisiográficas (Sioli 1967) y su grado de conectividad con los ambientes lóticos dentro del plano de inundación. Los ambientes que serán muestreados se incluyen en las siguientes categorías:

- a) **Conexión directa y flujo temporal** - Aguas negras - aguas blancas: Dos lagos Chepétén y Cocha larga.
- b) **Escaso flujo sobre bancos de sedimentos** (Overbank flow) - aguas negras; Los lagos: Tarapoto (Tarapoto largo, Tarapoto largo 2, Tarapoto redondo) y El Correo.

Estos lagos tienen conexiones de diferente magnitud con los dos ríos principales antes comentados, dichas conexiones son a través de canales que se encuentran presentes en algunas épocas del año, según Lopez-Casas (2007) hay un mayor impacto del río Amazonas sobre el lago Chepétén, en menor medida sobre Cocha larga, en tanto que los lagos Tarapoto y El Correo tienen mayor influencia del río Loretoyacu y solo en años de mayor creciente del Amazonas estos dos últimos pueden ser impactados en forma directa.

La temperatura atmosférica media mensual varía entre 23 y 28°C, con máximas de 37°C y mínimas de 16°C, la humedad relativa es muy alta con un promedio anual del 86%. 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.)

El régimen de brillo solar puede interpretarse de forma contraria al de la precipitación presentándose más nubosidad en las épocas de mayor pluviosidad, el total de este régimen anual no sobrepasa las 1700 horas de luz directa (5h diarias; Borja 1997, García 2005)



Figura 1. Ubicación área de estudio: Lagos Tarapoto, El Correo, Chepetén y Cocha Larga. Google Earth.

4.2 Fase de campo

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 mencionados, en cada fase, durante jornadas de campo de aproximadamente diez días cada una. Adicionalmente se tomaron muestras en los canales de acceso a los lagos y en los ríos Amazonas y Loretoyacu. Las fechas de muestreo fueron definidas de acuerdo con el comportamiento del nivel hidrométrico del río Amazonas para el período de estudio, ya que aunque es relativamente predecible se presentan variaciones anuales en intensidad y temporalidad del pulso de inundación. El nivel del río se monitoreó tomando como referencia la información suministrada diariamente por la estación del IDEAM en Leticia y de la cual se obtuvo la información histórica disponible.

4.3 Ensamblajes zooplanctónicos

En cada punto de muestreo, los Rotíferos fueron colectados integrando volúmenes de agua tomados a nivel superficial, DS y 3DS, utilizando una trampa Schindler-Patalas. Un volumen mínimo total de 120 L, fué filtrado a través de una red de plancton con diámetro de poro de 45 μm , concentrado a un volumen de 150 ml y preservado con solución de transeau (Agua, alcohol y formol en proporciones 6:3:1). De igual manera, se realizaron arrastres con una red de plancton de 100 μm , y estas muestras se preservaron en formaldehído al 4%.

De cada especie se tomaron micro-fotografías del espécimen completo y de estructuras de interés taxonómico, a partir de las cuales se elaboraron ilustraciones de algunos de los taxa encontrados.

Para la estimación de la densidad, se midió primero el volumen de la muestra utilizando una probeta graduada y se aplicó un colorante rosa de bengala para lograr una mejor visualización de los organismos y facilitar el conteo.

Posteriormente se homogenizó la muestra mezclándola y burbujeando con una pipeta y se tomaron alícuotas de 10 ml, que fueron dispuestas en una cámara de sedimentación tipo Uthermöhl; el conteo de individuos de cada especie se realizó bajo microscopio invertido NIKON TMS. Las estimaciones fueron realizadas contando la totalidad de los individuos de la muestra según metodologías de José de Paggi (1995). Los datos fueron finalmente expresados en número de individuos por m³ de cada una de las especies de Rotíferos.

Tabla 1. Localización y códigos utilizados para las estaciones de muestreo

ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADAS	NOMENCLATURA	CODIGO
Tarapoto Largo limnético	3° 47' 23,0" S 70° 27' 08,7" W	TLP1	I
Tarapoto Largo litoral	3° 47' 25,4" S 70° 27' 03,3" W	TLP2	II
Tarapoto Largo II limnético	3° 47' 37,1" S 70° 25' 35,1" W	TL2P1	III
Tarapoto Largo II litoral	3° 47' 31,8" S 70° 25' 30,2" W	TL2P2	IV
Tarapoto Redondo limnético	3° 48' 12,9" S 70° 25' 39,4" W	TRP1	V
Tarapoto Redondo Litoral	3° 48' 24,7" S 70° 25' 36,3" W	TRP2	VI
Canal Tarapoto	03°47.680' S 070°24.380' W	C-T	VII
El Correo limnético	03°46.3727' S 070°23.582' W	CRP1	VIII
El Correo litoral	03°46.582' S 070°23.667' W	CRP2	IX
Chepetén limnético	3° 49' 31,6" S 70° 28' 26,9" W	CHP1	X
Chepetén litoral	3° 49' 27,3" S 70° 28' 22,8" W	CHP2	XI
Cocha Larga limnético	3° 49' 9" S 70° 28' 35,1" W	CHLP1	XII
Cocha Larga litoral	3° 49' 05" S 70° 28' 37,4" W	CHLP2	XIII
Canal Chepetén		C-CH	XIV
Canal Cocha Larga		C-CHL	XV
Canal Chepetén Cocha Larga	03°49.162' S 070°28.438' W	C-CH-CHL	XVI
Loretoyacu aguas abajo	3° 48' 45" S 70° 28' 19,7" W	LYP1	XVII
Loretoyacu aguas arriba	03°46.369' S 070°22.895' W	LYP2	XVIII

4.4 Variables físicas y químicas del agua

Se realizaron dos fases de muestreo, una en aguas bajas y otra en aguas altas, tomando dos muestras cuantitativas y una cualitativa por cada punto de muestreo en cada estación, teniendo en cuenta que cada lago cuenta con un determinado número de estaciones de acuerdo con su área y que cada estación cuenta con una zona litoral y una zona limnética. Además se tomaron muestras de los diferentes canales y tributarios para un total de 18 puntos de muestreo.

En cada estación, tanto en la superficie como a la profundidad determinada por el disco Secchi (DS) y tres veces la distancia Secchi, se determinaron parámetros hidrológicos y físico-químicos del agua, que definen las características limnológicas del hábitat: profundidad, velocidad de la corriente, transparencia, temperatura (°C), conductividad, oxígeno disuelto y su % de saturación y pH.

Para el análisis de los nutrientes: amonio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), silicato (SiO) y fosfato (PO_3-4), se colectaron muestras integradas de las tres profundidades consideradas en la columna de agua. Se tomaron 50 ml de agua con ayuda de la botella Van Dorn para el filtrado (con filtros de fibra de vidrio de $0.45 \mu\text{m}$) y se llenaron 7 tubos Eppendorf de capacidad de 1.5 ml cada uno. Se realizó un doble filtrado, es decir, de los 50 ml depositados en la bomba, pasan 25 por cada filtro. Estos filtros se envasaron en tubos Eppendorf y se cubrieron con papel aluminio para evitar la degradación de los pigmentos.

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

5. RESULTADOS

5.1 Características físicas y químicas de los Lagos Tarapoto, El Correo, Chepetén y Cocha Larga

Se registraron los valores promedio de las variables físicas y químicas de los lagos, canales y ríos tributarios en estudio para los dos períodos de muestreo de aguas bajas y aguas altas (**Tablas 1 y 2**).

Tabla 1. Valores promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros físicos y químicos tomados en campo. AB: Aguas bajas; AA: Aguas altas; Río Loretoyacu; 1 Aguas arriba; 2, Aguas abajo

Estación	DS (cm)			pH			CONDUCTIVIDAD			TEMPERATURA		
	X	σ	%CV	X	Σ	%CV	X	σ	%CV	X	σ	%CV
Canal Tarapoto AB	70,0	1,6	2,3	5,2	1,1	21,0	243,8	2,3	1,0	29,2	0,7	2,3
Tarapoto largo AB	59,0	8,4	14,2	4,2	1,3	31,1	198,7	1,9	1,0	30,3	1,2	4,1
Tarapoto largo 2 AB	67,6	1,6	2,3	6,1	0,7	10,9	197,9	0,8	0,4	30,6	0,4	1,5
Tarapoto Redondo AB	67,2	1,2	1,8	6,2	0,5	7,6	197,5	0,2	0,1	30,8	0,1	0,4
Canal Tarapoto AA	71,9	2,6	3,6	6,2	0,1	1,5	98,5	1,8	1,9	25,8	0,5	1,9
Tarapoto Largo AA	84,1	10,6	12,6	6,2	0,4	6,3	128,1	3,1	2,4	26,5	0,5	1,8
Tarapoto largo 2 AA	76,1	2,2	2,9	6,5	0,2	3,7	109,7	6,2	5,6	25,7	2,7	10,5
Tarapoto redondo AA	69,7	4,6	6,6	6,6	0,1	2,3	141,0	2,3	1,6	20,9	10,5	50,2
Loretoyacu 1 AB	25,0	0,6	2,4	4,6	0,4	7,8	27,0	4,2	15,6	27,1	0,0	0,0
Loretoyacu 2 AB	30,0	1,3	4,3	4,0	0,5	12,0	23,7	4,6	19,5	27,1	0,2	0,9
Correo AB	44,1	6,4	14,5	6,2	0,7	11,7	116,1	4,1	3,6	30,0	0,7	2,3
Loretoyacu 1 AA	37,0	1,5	4,2	6,3	0,20	3,1	15,5	0,9	5,5	25,4	0,4	1,7
Loretoyacu 2 AA	41,4	2,0	4,8	6,7	0,2	2,8	57,9	5,7	9,8	26,4	0,1	0,3
Correo AA	58,3	5,9	10,2	7,4	0,3	4,4	71,7	17,6	24,5	26,1	0,2	0,9
Canal Chepeten Cocha Larga AB	28,0	1,4	5,0	4,9	0,5	10,6	252,8	0,7	0,3	28,4	0,4	1,3
Canal Cocha Larga AB	28,0	1,0	3,4	5,1	1,0	20,2	253,6	0,5	0,2	28,8	0,8	2,9
Cocha Larga AB	61,5	2,7	4,4	7,0	0,8	11,0	225,0	5,4	2,4	31,7	0,7	2,3
Canal Chepetén Cocha larga AA	53,3	3,0	5,7	6,4	0,4	5,9	115,0	2,5	2,2	25,9	0,5	2,1
Canal Cocha larga AA	61,5	2,1	3,4	7,7	0,2	2,2	142,9	1,5	1,0	26,3	0,3	1,0
Canal Chepetén AA	72,5	3,0	4,2	6,7	0,2	2,9	136,4	1,5	1,1	26,2	0,5	1,8
Chepetén AA	79,3	11,7	14,7	6,9	0,2	2,5	136,6	7,8	5,7	26,2	0,8	3,0
Cocha larga AA	65,6	1,4	2,1	7,0	0,2	2,6	142,9	4,8	3,4	26,9	1,0	3,8

Tabla 2. Concentraciones de nutrientes ($\mu\text{M.L}^{-1}$) registradas en cada una de las estaciones durante el estudio. AB: Aguas bajas; AA: Aguas altas; Río Loretoyacu: 1 Aguas arriba; 2, Aguas abajo.

Estación	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	SiO ₂
Canal Tarapoto AB	0,818	1,144	24,527	630,723	11,676
Tarapoto largo AB	1,071	1,655	21,175	570,782	15,300
Tarapoto redondo AB	3,416	2,223	42,856	702,020	15,356
Canal Tarapoto AA	3,238	0,044	17,530	128,457	11,362
Tarapoto largo AA	3,190	0,051	1,255	133,517	9,217
Tarapoto largo 2 AA	2,466	0,075	3,524	145,775	10,154
Tarapoto redondo AA	2,045	0,075	8,611	155,716	9,610
Loretoyacu 1 AB	11,728	0,257	15,706	120,443	12,157
Loretoyacu 2 AB	12,077	1,324	14,956	144,673	14,970
Correo AB	6,436	1,489	34,797	339,781	13,347
Loretoyacu 1 AA	3,343	0,035	20,937	11,327	13,006
Loretoyacu 2 AA	0,849	0,037	7,090	85,597	11,420
Correo AA	2,543	0,058	19,078	105,658	12,639
Canal Chepetén Cocha larga AB	10,013	2,399	28,044	519,858	15,964
Chepetén AB	1,019	1,599	18,093	502,237	13,736
Cocha larga AB	0,305	0,876	5,772	729,095	13,459
Canal Chepetén Cocha larga AA	0,000	0,071	1,284	143,871	10,038
Canal Cocha larga AA	2,736	0,059	8,828	152,275	8,000
Canal Chepetén AA	1,917	0,062	1,291	142,926	7,485
Cocha larga AA	4,026	0,080	9,511	153,148	10,655
Chepetén AA	1,960	0,065	15,917	147,212	9,180
Río Amazonas AB	17,706	0,687	18,910	240,957	11,897
Río Amazonas AA	8,051	0,050	1,067	145,220	6,829

Entre los dos periodos de muestreo estudiados, se encontraron diferencias significativas para todas las variables. Se observa un aumento significativo en la transparencia y en el pH durante el segundo muestreo, correspondiente al periodo de aguas altas, además de una disminución en la conectividad y en la temperatura. Se observa también una disminución significativa en la concentración de nutrientes, exceptuando el NO₂.

Durante el periodo correspondiente a la época de aguas bajas, se encontraron diferencias significativas en la conductividad, al comparar entre los tipos de conductividad en los dos muestreos. Además, se observa un mayor promedio de esta variable en los sistemas más próximos al río Amazonas en ambos periodos de muestreo (**Tabla 3**)

Tabla 3. Estadístico de Mann-Whitney entre periodos de muestreo y entre los tipos de conectividad con el río Amazonas. (1: Conexión directa y flujo temporal; 2 Escajo flujo sobre banco de sedimentos).

	DS (cm)	pH	COND µcm/cm	TEMP °C	NO2 µM.L⁻¹	NO3 µM.L⁻¹	PO4 µM.L⁻¹	NH4 µM.L⁻¹	SiO2 µM.L⁻¹
Diferencias entre periodos									
U de Mann-Whitney	29,5	11,5	28,0	0,0	43,0	0,0	18,0	14,0	4,0
Z	-2,01	-3,21	-2,11	-3,96	-0,78	-3,84	-2,56	-2,84	-3,55
Sig. asintót. (bilateral)	0,04	0,00	0,03	0,00	0,43	0,00	0,01	0,00	0,00
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0,04	0,00	0,04	0,00	0,46	0,00	0,01	0,00	0,00
Aguas bajas									
Promedio	48,0	5,4	173,6	29,4	5,209	1,441	22,881	473,29	13,996
CV	39,3	18,4	50,5	5,3	94,9	45,4	48,9	47,6	10,7
Aguas altas									
Promedio	64,2	6,7	108,0	25,7	2,359	0,059	9,571	125,46	10,231
CV	22,7	7,0	37,5	6,1	47,3	25,4	75,5	33,1	16,5
Diferencias entre conectividades en aguas bajas									
U de Mann-Whitney	6,0	8,0	1,0	10,0	5,0	7,0	6,0	6,0	6,0
Z	-1,03	-0,57	-2,17	-0,11	-1,03	-0,52	-0,77	-0,77	-0,77
Sig. asintót. (bilateral)	0,30	0,57	0,03	0,91	0,30	0,61	0,44	0,44	0,44
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0,38	0,67	0,03	1,00	0,38	0,71	0,55	0,55	0,55
Conectividad 1									
Promedio	39,2	5,7	243,8	29,6	3,779	1,625	17,303	583,73	14,386
CV	49,4	20,5	6,7	6,1	143,2	46,9	64,5	21,6	9,5
Conectividad 2									
Promedio	51,8	5,2	143,5	29,3	5,924	1,349	25,670	418,07	13,801
CV	36,3	18,5	62,1	5,4	85,3	48,2	43,2	60,4	11,9
Diferencias entre conectividades en aguas altas									
Conectividad 1									
Promedio	66,4	6,9	134,8	26,3	2,128	0,067	7,366	147,89	9,072
CV	15,0	7,0	8,5	1,4	68,8	12,4	84,2	3,2	14,7
Conectividad 2									
Promedio	55,7	6,6	76,9	24,9	2,525	0,054	11,146	109,44	11,058
CV	28,7	7,1	60,7	9,1	34,9	31,0	71,2	45,1	13,2

Con todos los datos obtenidos en los dos periodos de muestreo y lo reportado en estudios previos, los ambientes se clasificaron según el tipo de agua en: Aguas Negras (tipo I y II) y Aguas Blancas (tipo I y II; Duque *et al.*, 1997 (**Tabla 4**).

Tabla 4. Clasificación de los ambientes según el tipo de agua.

Tipo de agua	Ambiente	Descripción	Variables diagnosticas
Aguas Blancas Tipo I	Río Amazonas	Aguas de origen andinenses, barrosas, turbias, con alta carga de sólidos en suspensión, turbidez, conductividad, cationes y aniones, Baja transparencia. pH neutro.	pH: 7,5 Cond: 160,0 Transp: 17,0 Turbidez: 96-142 Cationes: 1,37-1,48 Aniones: 1,41-1,58 Sol. Sus.: 116 - 156
Aguas blancas tipo II	Tarapoto II Tarapoto Redondo Canal Tarapoto El correo Chepetén Cocha Larga	En los lagos similares condiciones al río; tienen alta transparencia y baja turbidez y de sólidos disueltos. Tienen altos valores de biomasa fitoplanctónica.	pH: 5,2 - 7,1 Cond: 135 - 220 Transp: 20 - 110 Turbidez: 3,2 - 59,6 Cationes: 1,1 - 2,12 Aniones: 1,41 - 2,20 Sol. Susp.: 3,1- 20,1 Clo-a: 2,3 - 23,6
Aguas Negras Tipo I	Loretoyacu Aguas Abajo	Aguas de origen Amazónico, con grados de mineralización de las aguas moderado. Los valores más altos de esta variable están relacionados con actividad humana. El pH es ligeramente ácido a neutro. Transparencia media.	pH: 6,0 - 7,1 Cond: 20,0 - 45,0 Transp: 25 -70 Turbidez: 9,3 - 40,6 Cationes: 1,17 - 0,82
Aguas Negras Tipo II	Loretoyacu Aguas Arriba	Aguas de origen Amazónico, con baja mineralización de las aguas, baja transparencia pH ácido a medianamente ácido, alta turbiedad, y mediana cantidad de sólidos en suspensión	pH: 5,1 Cond: 40,0 Transp: 67,0 Turbidez: 6,3 Cationes: 0,44 Aniones: 0,55 Sol. Sus.: 2,7 Clo-a: 4,7

De acuerdo con los análisis estadísticos, el Análisis de Componentes Principales (PCA) con las variables medidas en campo, tiene una tendencia a agrupar los puntos del período de aguas bajas, relacionándolos con los registros mas altos de conductividad y temperatura y con los datos de menor profundidad. El río Loretoyacu, tanto en aguas altas como en bajas presenta los menores valores de conductividad. Los demás puntos de aguas altas se reúnen cerca del eje central, algo asociados con algunos valores superiores de pH y transparencia, o a una mayor profundidad especialmente en los lagos Tarapoto y El Correo (**Figura 2**).

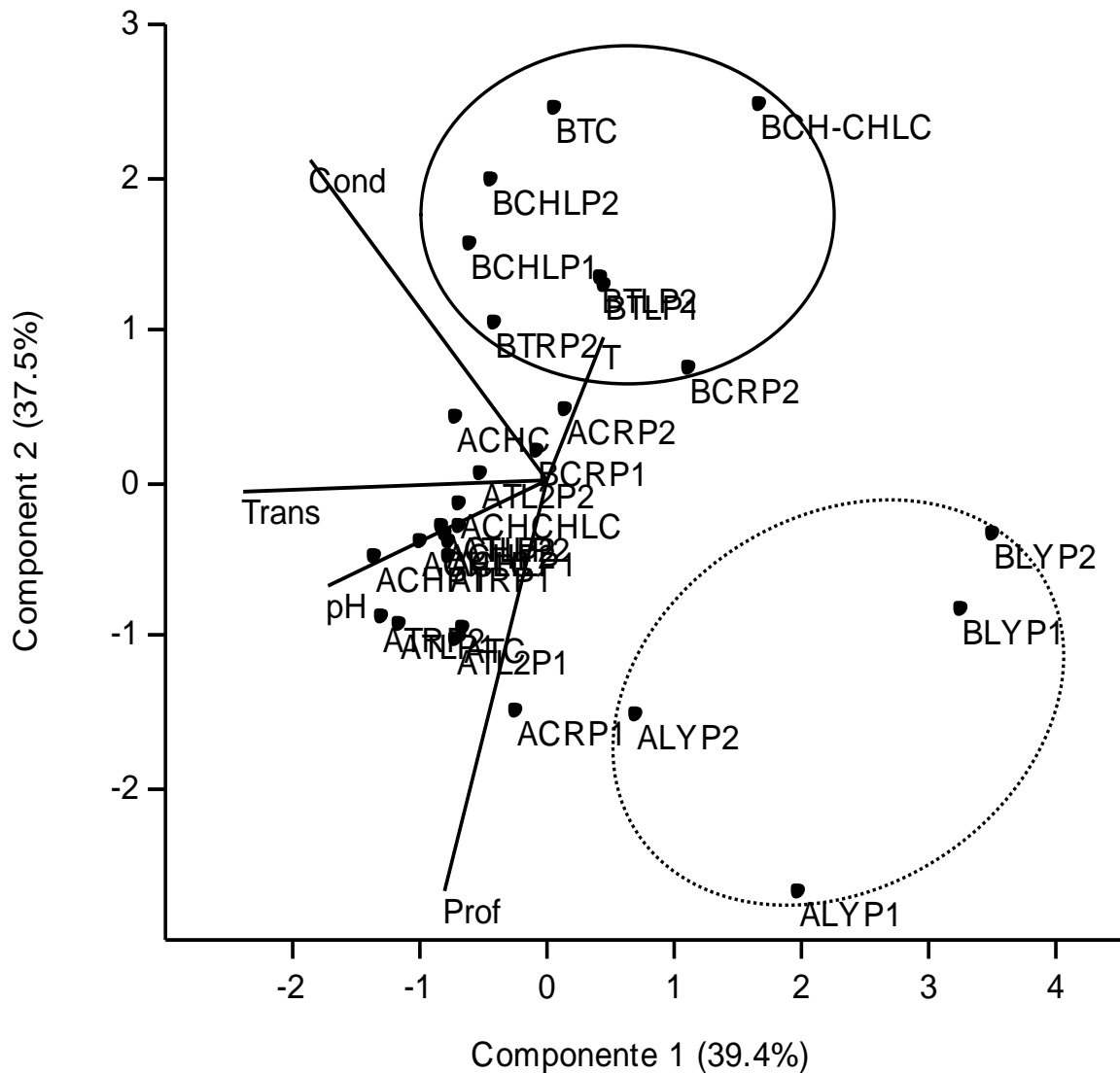


Figura 2. Análisis de componentes principales para variables físicas y químicas tomadas en campo. Códigos relacionados en la Tabla 1.

En el análisis de componentes principales para los nutrientes, se observa de igual manera una evidente separación de los dos períodos de muestreo siendo el de aguas bajas en donde se presentan los mayores valores de todas las variables, en particular el río Loretoyacu solo muestra valores superiores de nitritos para el mismo período (Figura 3).

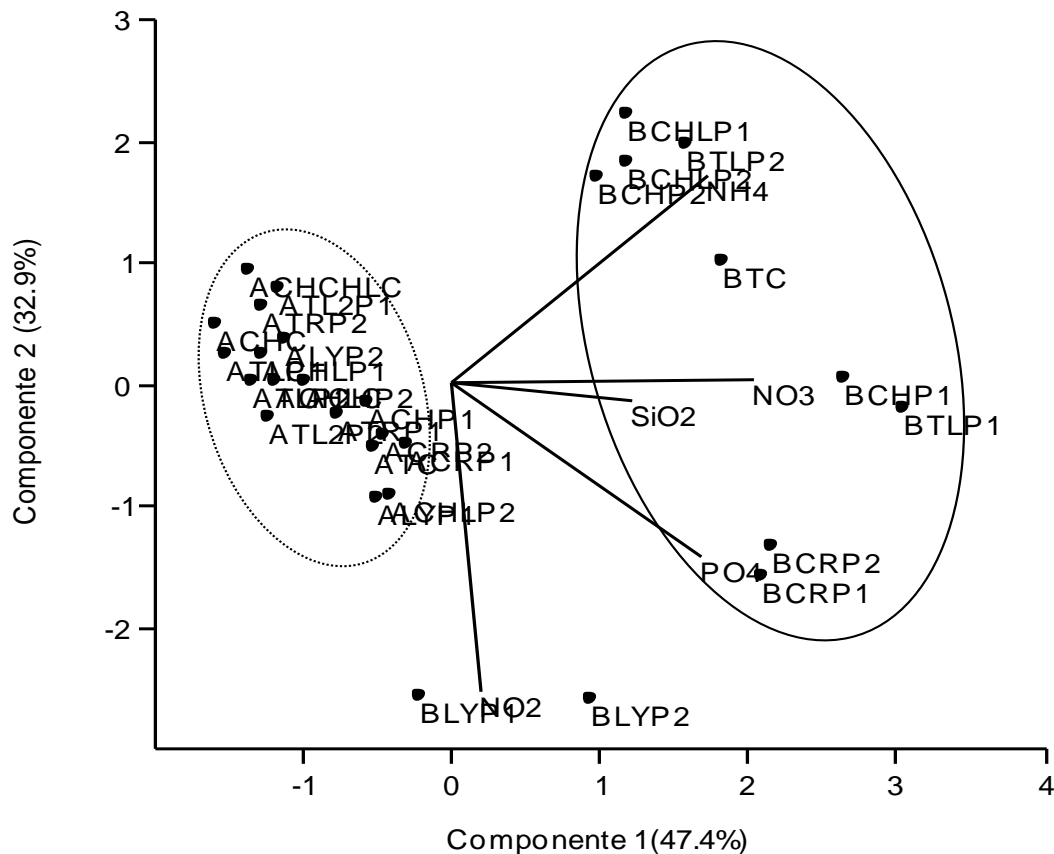


Figura 3. Análisis de componentes principales para nutrientes

Clorofila-a

Se obtuvieron datos de clorofila-a a través de lectura con espectrofotómetro, mediante el cual se realizó una clasificación del nivel trófico de los lagos: observamos una tendencia a disminuir su nivel trófico en el período de inundación o aguas altas lo que puede atribuirse al ingreso de agua a los sistemas que provoca una dilución en los nutrientes (**Tabla 5**).

Tabla 5. Nivel trófico de los lagos, teniendo en cuenta a Contreras-Espinosa *et al.*, (1994). Los datos corresponden al valor medio obtenido para cada sistema ($\mu\text{g.L}^{-1}$). γ Oligotrófico: 0,95 - 2,6; β Oligotrófico: 0,35 - 0,94; α Mesotrófico: 2,7 - 7,2; β Mesotrófico: 7,3 a 20,0.

Lago	Aguas bajas		Aguas altas	
	Cl-a	Categoría	Cl-a	Categoría
Tarapoto largo	7,96	β Mesotrófico	1,24	γ Oligotrófico
Tarapoto largo II	7,68	β Mesotrófico	7,96	β Mesotrófico
Tarapoto redondo	12,44	β Mesotrófico	0,41	β Oligotrófico
El Correo	5,17	α Mesotrófico	1,58	γ Oligotrófico
Chepetén	6,32	α Mesotrófico	2,42	γ Oligotrófico
Cocha Larga	6,47	α Mesotrófico	4,95	α Mesotrófico

5.2 Estructura de la comunidad

5.2.1 Composición Taxonómica

En las **Tablas 8 y 9** se presenta la lista de especies de Rotíferos encontrados en el sistema de lagos El Correo, Tarapoto, Chepetén y Cocha Larga, las estaciones de muestreo en las que se encontraron, su distribución geográfica de acuerdo con Segers (2007) y los registros previos realizados en Colombia.

Se reportan para el sistema 16 familias de rotíferos para la clase Monogononta, 12 familias para el orden Ploima y 4 para el orden Flosculariacea, además de siete morfoespecies de Bdelloidea. Se destacan por su riqueza las familias Brachionidae con 17 especies, correspondientes al 29% del total y Lecanidae con 15 especies correspondientes al 25% del total (**Figura 4**).

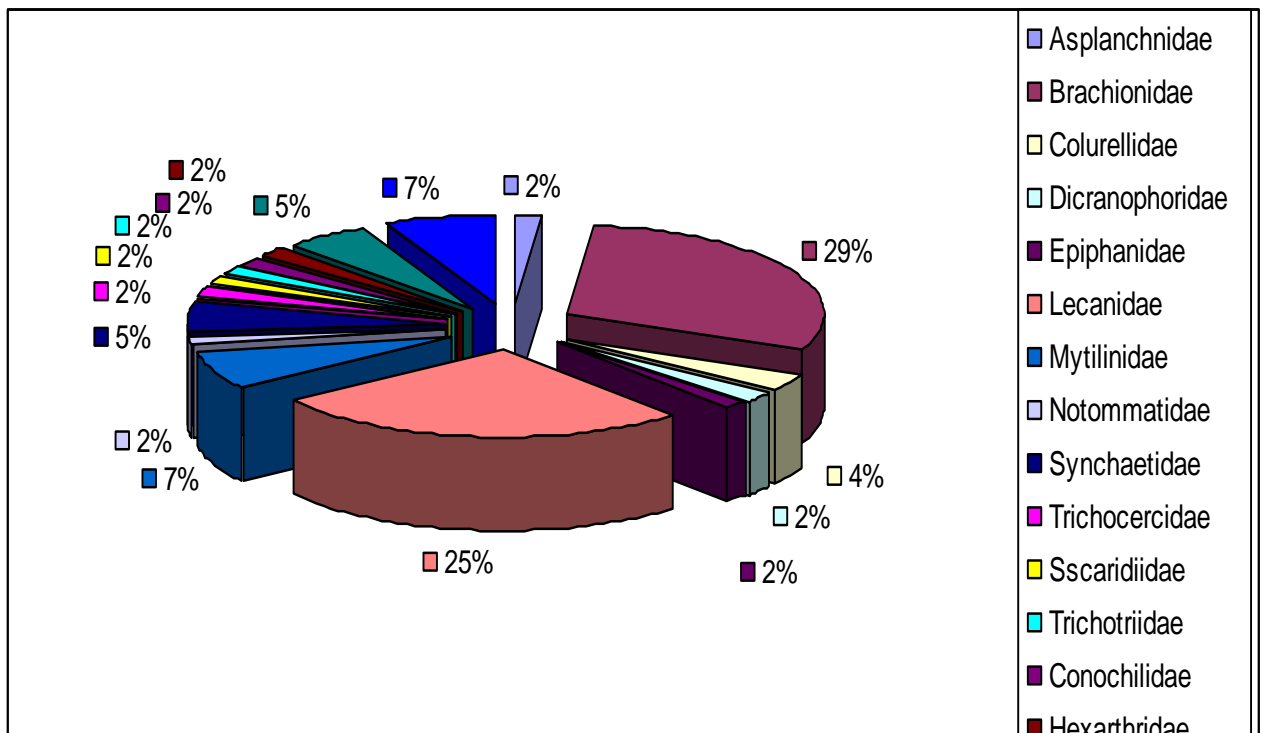


Figura 4. Porcentaje de riqueza según las familias de Rotíferos

Tabla 7. Lista de Rotíferos registrados en los lagos El Correo, Tarapoto, Chepetén y Cocha Larga. Distribución geográfica según zonas Segers (2007) (DG): AFR: Región Afrotropical; ANT: Región Antártica; AUS: Región Australiana; NEA: Región Neártica; NEO: Región Neotropical; ORI: Región Oriental; PAC: Región Pacífica; PAL: Región Paleártica. Elmoor-Loureiro, L 1998; 2000 Gutiérrez, M. 2000; López *et al* 2008. Códigos ver tabla 1. Reportes para Colombia (RC): C1: Hauer (1956); C3: Becerra (1999); C7: Gutiérrez-Moreno *et al.* (2005); C8: Gallo-Sánchez *et al.* (2009); C10: Guevara *et al.* (2009). Reportes para la Amazonía Colombiana: C2: Vargas (1996); C4: Andrade-Sossa (2001); C5: Rodríguez (2003); C6: González-Bermúdez (2007); C9: Vélez Alegría (2008); C11: Pinilla *et al* (2007).

	DG	RC	PUNTO DONDE SE ENCONTRÓ
CLASE DIGONONTA			
ORDEN BDELLOIDEA			
CLASE MONOGONONTA			
ORDEN PLOIMA			
Familia Asplanchnidae			
<i>Asplanchna sieboldi</i> , Brightwellii, 1850	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL	C3, C4, C5, C8, C9	I, II, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII, XVII
Familia Brachionidae			
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C2, C4, C5, C6, C9, C11	II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XV, XVI
<i>Brachionus</i> sp.1			II, VIII, XI
<i>Br. angularis</i> Gosse, 1851		C1, C10	I, II, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVII
<i>Br. ahlstromi</i> Lindemann, 1939	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI	C3, C4, C5, C6, C8, C9	I, II, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII
<i>Br. caudatus austrogenitus</i>	NEO		XIII
<i>Br. falcatus</i> Zacharias, 1898	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10	II, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVII, XVIII
<i>Br. Urceolaris</i> Müller, 1773	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C7, C8, C9	VII
<i>Br. leydigii</i> Cohn, 1862			IV, V, VI, VIII, IX, XI, XIII
<i>Br. quadridentatus</i> Hermann, 1783	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C3, C4, C7, C9	I
<i>Br. quadridentatus mirabilis</i> Daday, 1897	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI	C9	II, XIV, XV
<i>Plationus patulus</i> Müller, 1786	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9	I, V, XI, XII, XIII, XV
<i>Pl. patulus macracanthus</i> Daday, 1905	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C9	I, II, VI, VII, VIII, IX, XV, XVIII
<i>Keratella tropica</i> Apstein, 1907	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C7, C9, C10	VI, VII, XII, XVI
<i>K. americana</i> Carlin, 1943	ANT, NEA, NEO	C4, C5, C6, C7, C9, C10	XI, XII, XIII, XV, XVI
<i>K. lenzi</i> Hauer, 1953	AFR, NEA, NEO, ORI	C5, C9	I, IV, XVIII
<i>Platyias leloupi</i> Gillard, 1967		C5, C9	VII, VIII, IX, XI, XIII, XVI
<i>P. quadricornis</i> Ehrenberg, 1832	AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C1, C4, C5, C6, C9	I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
Familia Colurellidae			
<i>Lepadella quadricarinata</i> Stenroos, 1898	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL		II, III, IV, V, VII, XI, XIII, XIV, XV
<i>Lep. elliptica</i> Wulfert, 1939	ANT, AUS, NEO, ORI, PAL	C9	I, IV, VI, VII, XI, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XVIII
Familia Dicranophoridae			
<i>Dicranophorus epicharis</i> Haring & Myers, 1928	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C5, C9	XII
Familia Epiphanidae			
<i>Epiphanes clavulata</i> Ehrenberg, 1832	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C5, C6, C9	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XII, XVII
Familia Lecanidae			
<i>Lecane luna</i> Müller, 1776	AFR, AUS, NEA, NEO,	C1, C4, C5, C6, C7	I, II, IV, X, XVI

	ORI, PAL, PAC		
<i>L. signifera</i> Jennings, 1896	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C4, C5, C6, C9	I, IV, XI, XII, XIII
<i>L. cornuta</i> Müller, 1786	NEA, NEO, PAL	C1, C4, C5, C6, C9	I, VII, XI, XII, XIII, XV, XVI
<i>L. leontina</i> Turner, 1892	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C3, C4, C5, C6, C9	I, II, VIII, IX, XV
<i>L. curvicornis</i> Murray, 1913	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C4, C5, C6, C9	I, II, III, IV, VI, VII, VIII, IX, XI, XIII, XIV, XV, XVI, XVIII
<i>L. ludwigii</i> Eckstein, 1883	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C5, C6, C9	VII, XVIII
<i>L. bulla</i> Gosse, 1851	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C3, C4, C5, C6, C9	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVIII
<i>L. rhytida</i> Haring & Myers, 1926	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C4, C5, C6	IV, X
<i>L. eutarsa</i> Haring & Myers, 1926	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C4, C5, C6, C9	XVIII
<i>L. closteroerca</i> Schmarda, 1859	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C5, C6, C9	I, II, X, XI, XIV
<i>L. hamata</i> Stokes, 1896	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C5, C6, C9	I, XI, XIII
<i>L. papuana</i> Murray, 1913	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C4, C5, C6, C9	IX, XII, XIII
<i>L. lunares</i> Ehreberg, 1832	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C5, C6, C9	I, IV, XVIII
<i>L. quadridentata</i> Ehrenberh, 1830	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C1, C4, C5, C6, C9	II
<i>L. ungulata</i> Gosse, 1887	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL, PAC	C4, C5, C6, C9	XV
Familia Mytilinidae			
<i>Mytilina macrocera</i> Jennings, 1894	AFR, NEA, NEO	C9	I, II, III, IV, VII, XVII
<i>My. sp.1</i>			III, IV, VII, XI, XIII
<i>My. sp2</i>			I, III, V, XV
<i>My. sp3</i>			I, II, IV, X, XV, XVII
Familia Notommatidae			
<i>Cephalodella Gibba</i> Ehreberg, 1830	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C9	I, II, IV, XI, XII, XIII, XV, XVI, XVII
Familia Synchaetidae			
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1952	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL		II, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
<i>P. major</i> Burckhardt, 1900	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C7	II, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
<i>P. remata</i> Skorikov, 1896	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C7	II, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
Familia Trichocercidae			
<i>Trichocerca cylindrica</i> Imhof, 1891	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C9	I, II, III, IV, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVII
Familia Scaridiidae			
<i>Scaridium longicaudum</i> Müller, 1786	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C9	III, IV, VII, X, XI, XIII, XV, XVII
Familia trichotriidae			
<i>Trichotria tetractis</i> Ehreberg, 1830	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C6, C9	II, XIII
ORDEN FLOSCULARIACEA			
Familia conochilidae			
<i>Conochilus dossuarius</i> Hudson, 1885	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C6	XVII
Familia Hexarthridae			
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i> Hauer, 1953	AFR, NEO	C3, C4, C5, C6, C9, C11	VIII, XI, XII, XIII
Family Trochosphaeridae			
<i>Filinia longiseta</i> Ehreberg, 1834	AFR, AUS, NEA, NEO,	C2, C3, C4, C5,	I, II, V, VI, VIII, IX, X, XI, XIII,

	ORI, PAL	C6, C7, C9	XV, XVI, XVII
<i>F. Saltator</i> Gosse, 1886	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C1, C4, C5, C6, C9	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
<i>Trocospaera aequatorialis</i> Semper, 1872	AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C6, C9	I, IV, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVI, XVII
Familia testudinellidae			
<i>Testudinella mucronata</i> Gosse, 1886	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C6, C9	II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII
<i>T. patina</i> Hermann, 1783	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9	I, IV, VII, VIII, IX, XI, XII, XIII
<i>T. greeni</i> Koste, 1981	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C5	XVIII
<i>T. dendradena</i> de Beauchamp, 1955	AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL	C4, C5, C9	I, II, IV, V, VI, VIII, IX, XII, XV, XVII, XVIII

Según el índice de constancia (IC), que corresponde al porcentaje de muestras en donde está presente la especie (Vasquez & Rey, 1992), se hallaron 12 especies constantes, 12 accesorias y 33 especies accidentales y se destacan por su densidad promedio *Lecane bulla*, *Polyarthra dolichoptera* y *Filinia saltator* (Tabla 10).

Tabla 8. Densidad promedio (DP: Indm⁻³), Abundancia relativa (AR) e índice de constancia (IC) de los Rotíferos encontrados en los lagos Tarapoto, El Correo, Chepetén y Cocha Larga durante el estudio. Especies constantes IC>50%; especies accesorias, 25%<IC>50%; y especies accidentales, IC<25% (Vasquez & Rey, 1992).

TAXA	DP (m ³)	AR (%)	IC
Orden Bdelloidea	662.4	3.8	100.0
<i>Lecane bulla</i>	314.7	1.8	67.7
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	461.3	2.6	64.5
<i>Filinia saltator</i>	460.0	2.6	64.5
<i>Asplanchna sieboldi</i>	287.7	1.6	61.3
<i>Polyarthra major</i>	415.4	2.4	61.3
<i>Polyarthra remata</i>	331.6	1.9	61.3
<i>Platyias quadricornis</i>	415.3	2.4	58.1
<i>Filinia longiseta</i>	542.6	3.1	54.8
<i>Testudinella mucronata</i>	246.6	1.4	54.8
<i>Anuraeopsis fissa</i>	192.2	1.1	51.6
<i>Lecane curvicornis</i>	256.8	1.5	51.6
<i>Trichocerca cilíndrica</i>	257.3	1.5	51.6
<i>Trocospaera aequatorialis</i>	264.9	1.5	45.2
<i>Brachionus angulares</i>	475.6	2.7	41.9
<i>Lepadella elliptica</i>	291.0	1.7	41.9
<i>Epiphanes clavulata</i>	244.9	1.4	41.9
<i>Brachionus ahlstromi</i>	1050.0	6.0	38.7
<i>Brachionus falcatus</i>	803.0	4.6	35.5
<i>Testudinella dendradena</i>	240.9	1.4	35.5
<i>Cephalodella gibba</i>	247.5	1.4	32.3
<i>Lepadella quadricarinata</i>	304.6	1.7	29.0
<i>Scaridium longicaudum</i>	247.2	1.4	29.0
<i>Plationus macracanthus</i>	210.4	1.2	25.8
<i>Testudinella patina</i>	508.3	2.9	25.8
<i>Brachionus leydigii</i>	113.1	0.6	22.6

<i>Plationus patulus</i>	200.0	1.1	22.6
<i>Lecane corneta</i>	151.2	0.9	22.6
<i>Platyias leloupi</i>	213.9	1.2	19.4
<i>Mytilina macrocera</i>	195.8	1.1	19.4
<i>Mytilina sp.3</i>	261.1	1.5	19.4
<i>Keratella americana</i>	158.3	0.9	16.1
<i>Lecane luna</i>	375.0	2.1	16.1
<i>Lecane signífera</i>	185.0	1.0	16.1
<i>Lecane leontina</i>	166.7	0.9	16.1
<i>Lecane closteroerca</i>	313.3	1.8	16.1
<i>Mytilina sp.1</i>	88.3	0.5	16.1
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i>	240.0	1.4	16.1
<i>Keratella tropica</i>	256.3	1.5	12.9
<i>Lecane paduana</i>	520.8	3.0	12.9
<i>Mytilina sp.2</i>	164.6	0.9	12.9
<i>Brachionus sp.1</i>	344.4	2.0	9.7
<i>Brachionus quadridentatus miriabilis</i>	94.4	0.5	9.7
<i>Keratella lenzi</i>	144.4	0.8	9.7
<i>Lecane hamaca</i>	330.6	1.9	9.7
<i>Lecane lunares</i>	172.2	1.0	9.7
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i>	591.7	3.4	6.5
<i>Lecane ludwigii</i>	175.0	1.0	6.5
<i>Lecane rhytida</i>	495.8	2.8	6.5
<i>Lecane eutarsa</i>	466.7	2.6	6.5
<i>Trichotria tetractis</i>	75.0	0.4	6.5
<i>Brachionus urceolaris</i>	125.0	0.7	3.2
<i>Brachionus quadridentatus</i>	133.3	0.8	3.2
<i>Dicranophorus epicharis</i>	316.7	1.8	3.2
<i>Lecane quadridentata</i>	133.3	0.8	3.2
<i>Lecane ungulata</i>	116.7	0.7	3.2
<i>Conochilus dossuarius</i>	116.7	0.7	3.2
<i>Testudinella greeni</i>	466.7	2.6	3.2

De acuerdo con el tipo de trofi que poseen las especies encontradas durante los periodos de muestreo, se puede observar que existe una gran densidad de trituradores, el 80% de los individuos encontrados poseen aparatos mandibulares de los tipos ramado, maleoramado y maleado, especialistas en triturar las partículas suspendidas. Además, estos organismos trituradores fueron encontrados en su mayoría predominando sobre las aguas bajas, como el caso de la familia Brachionidae.

Además, entre las especies con mayor índice de constancia, se encuentran los organismos con aparato mandibular de tipo virgado, como es el caso de *Polyarthra*, cuya especialidad es la de succionar fluidos y cuyo habito más usual es el de consumir algas y fracciones vegetales.

Por el contrario, se pudo encontrar que la población de organismos depredadores, con aparato mandibular de tipo forcipado o incudado, no se encuentran en altas densidades durante los muestreos, ubicándose con tan solo el 3% del total de individuos hallados.

Tabla 9. Relación del tipo de aparato mandibular entre los diferentes tipos de conectividad y periodo hidrológico. Conectividad tipo 1 y 2: C1-C2, AB: Aguas Bajas, AA: Aguas Altas.

TIPO DE CONECTIVIDAD	TRITURADORES Ind/m ³	DEPREDAADORES Ind/m ³	SUCCIONADORES Ind/m ³
C1 AB	1968.75	80.21	2643.75
C2 AB	1234.03	139.06	773.96
C1 AA	1244.44	97.92	633.33
C2 AA	1344.17	71.25	397.50

5.2.2 Variación espacio-temporal de la abundancia y riqueza de Rotíferos

Para el periodo de aguas bajas hubo una tendencia a una mayor densidad y riqueza en los sistemas con mayor conectividad (C1). En aguas altas, la riqueza aumentó en ambos tipos de ambientes y fue muy similar, mientras la densidad disminuyó y fue superior en los de menor conectividad. Sin embargo, el análisis de Mann-Whitney no evidenció diferencias significativas entre tipos de conectividad para ninguna de las dos variables ($p > 0.05$), mientras que si hay diferencias significativas entre periodos de muestreo para densidad ($U_{(42,1)} = 101.5$; $p < 0.01$; $\bar{x}_{bajas} = 860$; $\bar{x}_{altas} = 555$) y para la riqueza ($U_{(42,1)} = 48$; $p < 0.001$; $\bar{x}_{bajas} = 11$; $\bar{x}_{altas} = 19$). Si se analizan los datos en forma independiente por el tipo de conectividad el patrón de cambio es el mismo, pero solo se observan diferencias significativas para la densidad en la conectividad 1 y para la riqueza en la conectividad 2 (**Tabla 10**).

Tabla 10. Estadístico de Mann-Whitney entre períodos de muestreo para cada tipo de conectividad con el río Amazonas. (1: Conexión directa y flujo temporal; 2 Escajo flujo sobre banco de sedimentos).

	Conectividad 1		Conectividad 2	
	Densidad	Riqueza	Densidad	Riqueza
U de Mann-Whitney	7	16	52	0.000
Z	-2.63	-1.69	-0.73	-3.95
Sig. asintót. (bilateral)	0.009	0.091	0.46	0.000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0.007	0.10	0.49	0.000
N	16	16	24	24
Aguas bajas \bar{x}	929.25	13.5	645.75	9.0
CV	27.43	21.33	60.09	55.66
Aguas altas \bar{x}	497.75	19.5	583.5	18.8
CV	48.61	44.31	44.22	20.79

Al explorar los lagos de forma independiente, se observa que solo dos puntos de muestreo disminuyen su riqueza al pasar de aguas bajas a altas (Chepeten en zona limnética y El río Loretoyacu punto 2), en los demás casos esta variable aumenta. Para la densidad, se presenta una disminución en la mayoría de los sitios de muestreo (**Figura 5**). La diversidad de Shannon y la equitatividad presentaron un promedio de 2.5 y 0.87, respectivamente, lo que indica que la diversidad de Shannon tiene un valor medio a bajo, pero debido a un reducido número de especies más no a la ausencia de equitatividad. Cabe recordar que en los calculos de diversidad no se incluyeron los Bdelloidea por no haber podido distinguirlos a nivel de especie.

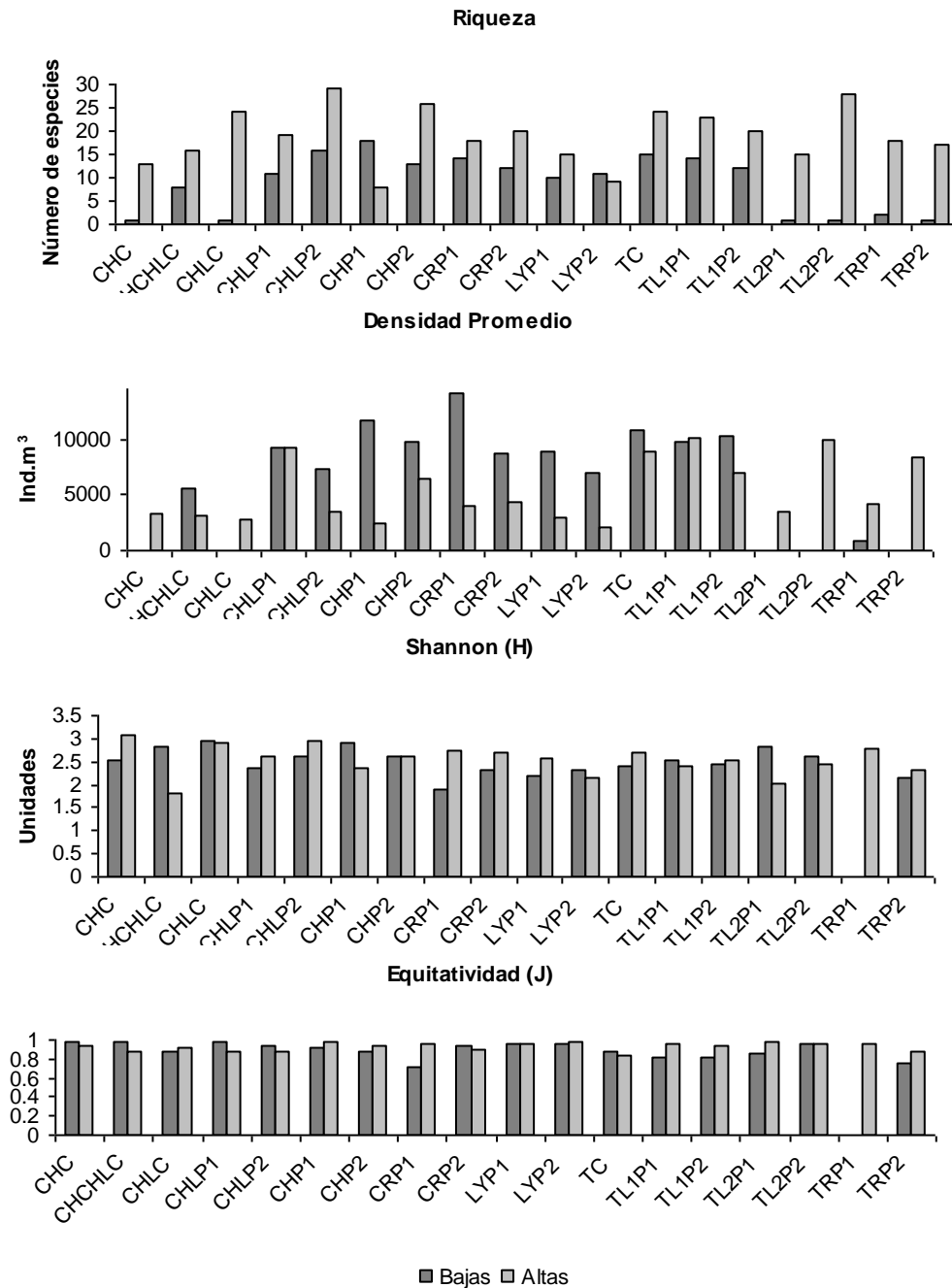


Figura 5. Variación de la riqueza (a) y densidad promedio (b) en los puntos de muestreo para cada período hidrológico.

El análisis de Correspondencia refleja la importancia de la dimensión temporal reuniendo a la derecha los muestreos del periodo de aguas bajas y a la izquierda los de aguas altas, pero sin ser discriminados por el tipo de conectividad (**Figura 5**). Esto indica que el efecto de dilución en la época de aguas altas en ascenso, que reduce la densidad, es superior a las posibles diferencias debidas a distintos niveles de conectividad hidrológica. Una observación importante que arroja el análisis de correspondencia, es la presencia de varias especies de la familia Brachionidae, de naturaleza detritívora, durante el periodo de aguas bajas, relacionadas con los diferentes puntos de muestreo y un mayor número de especies asociados a los muestreos del periodo de aguas altas.

5.2.3 Relación entre variables físico-químicas y abundancia de rotíferos.

Únicamente siete especies de Monogononta y el conjunto de Bdelloidea, presentaron relación lineal significativa con alguna variable físico-química del agua. Los que se relacionaron con el pH, tuvieron una pendiente negativa y corresponden a organismos trituradores de material en suspensión, que mostraron mayor abundancia en el periodo de aguas bajas, cuando la profundidad es menor y existe una mayor posibilidad de mezcla y resuspensión de partículas desde el sedimento; y disminuyeron en la época de aguas altas cuando el pH aumentó.

Las especies que presentaron relación con la temperatura hídrica aumentaron su densidad a medida que esta variable física disminuyó. La especie *Trocospaera aequatorialis* mostró una relación positiva con la conductividad y los Bdelloidea inversa con la transparencia. A pesar de ser significativas las correlaciones en todos los casos, la magnitud es muy baja, indicando que existen muchas otras variables que pueden estar influyendo en la densidad de estas especies, o que la relación puede ser indirecta.

Tabla 11. Relación entre las variables físico-químicas y la abundancia de rotíferos en el sistema de lagos.

Taxa	pH	Temperatura	Conductividad	Transparencia
Bdelloidea	R=0.52; R ² =0.27; F=7.51; P=0.013			R=0.49; R ² =0.24; F=6.22; P=0.021
<i>Br.leydigii</i>		R=0.52; R ² =0.27; F=7.31; P=0.014		
<i>Pl.patulus</i>		R=0.61; R ² =0.37; F=12.0; P=0.002		
<i>Lep.quadricarinata</i>		R=0.53; R ² =0.28; F=7.89; P=0.011		
<i>L.eutarsa</i>	R=0.46; R ² =0.22; F=5.50; P=0.029			
<i>F.longiseta</i>	R=0.47; R ² =0.22; F=5.80; P=0.026			
<i>Tr.aequatorialis</i>			R=0.44; R ² =0.19; F=4.74; P=0.042	
<i>T.mucronata</i>	R=0.52; R ² =0.27; F=7.31; P=0.014	R=0.48; R ² =0.23; F=6.13; P=0.022		

6. DISCUSIÓN

6.1 Variables físicas y químicas

Durante el estudio, se puede evidenciar, según el comportamiento de las variables físicas y químicas del agua, que hubo cambios notables en las características de los cuatro lagos, como el efecto del incremento en el nivel del agua. Varios autores han indicado que en los planos inundables las características de los lagos y ríos están demarcadas por el ciclo hidrológico (Junk *et al.*, 1989; Ward *et al.*, 1999).

La disminución en la conductividad, sumado con la disminución de los nutrientes en el periodo de aguas altas, y el aumento de la transparencia, permite inferir que la entrada de agua al sistema no es de las aguas blancas del río Amazonas principalmente, si no de otras fuentes locales de aguas negras, como lo son los pequeños caños Igarapehuassú y Soledad, que vierten sus aguas hacia el lago Tarapoto, o el río Loretoyacu que se conecta en forma directa con el lago El Correo y luego con los demás lagos a través del canal de acceso al Tarapoto.

Si bien el aumento en el nivel del agua de los lagos se presenta en forma paralela al incremento en el nivel del agua del río Amazonas, también corresponde con el periodo de mayor precipitación en el área. Como consecuencia de ello, el agua de los lagos es en buena parte de origen local y los drenajes locales hacia el río Amazonas, como el río Loretoyacu, están siendo embalsados por el ascenso del Amazonas y por lo tanto, están a su vez inundando y embalsando las aguas en los lagos. En estudios previos se ha encontrado que cuando la profundidad aumenta, también la transparencia se incrementa debido a la mezcla de aguas de afluentes locales (Espíndola *et al.*, 1996, Keppeler, 1999).

Se ha encontrado que para ambos periodos hidrológicos, aunque con mayor intensidad en aguas bajas, los pequeños lagos Chepetén y Cochallarga, que tienen una conexión directa con el río Amazonas, presentan valores de conductividad más altos debido a las características de las aguas blancas aportadas por el río Amazonas, en comparación con los lagos Tarapoto y El Correo, de mayor tamaño y que se encuentran más influenciados por el río Loretoyacu. Además, la menor profundidad y tamaño hace que los lagos Chepetén y Cochallarga tengan una mayor susceptibilidad a la mezcla. En estudios previos, Pinilla (2004) indica que en la temporada de aguas bajas el sedimento tiene mayor influencia en algunas variables químicas (iones, nutrientes), devolviendo por resuspensión parte de las sustancias almacenadas desde la época de inundación, por lo cual, se podría explicar de forma clara el incremento en la conductividad y concentración de iones durante este mismo periodo para los lagos mencionados.

Teniendo en cuenta los valores arrojados para la conductividad, nutrientes y el leve aumento en el pH en la temporada de aguas altas, se estima que en este momento se origina una homogenización de las características de los ambientes, que además aumentan su conectividad entre ellos, y que el sistema de lagos estaría recibiendo una mezcla de aguas provenientes del río, precipitaciones y afluentes locales, pero

aún no se ha logrado un fuerte ingreso del río hacia la mayoría de los lagos, lo que además ocurre con poca frecuencia al menos para el Tarapoto (Duque *et al*, 1997).

6.2 Composición, riqueza y dominancia

En comparación con trabajos previos realizados en ecosistemas asociados a los planos inundables por Ruttner-Kolisko (1974), Paggi (1981), Twombly & Lewis (1987), Paggi & Paggi (1990), Arcifa *et al.* (1992), Andrade-Sossa (2001) y González-Bermúdez (2007), se registra para los cuatro lagos una diversidad relativamente baja de Rotíferos, probablemente debido a que los muestreos no se hicieron directamente dentro de la vegetación acuática, sino en zonas próximas y en sectores limnéticos. Las familias con mayor riqueza fueron Brachionidae, con 17 taxones correspondientes al 29% del total de las especies, Lecanidae con 15 taxones (25%) y Testudinellidae y Mytilinidae con 4 taxones cada una (14%).

De las 57 especies de Rotíferos encontrados en el sistema de lagos para los dos periodos hidrológicos, 51, correspondientes al 89% del total, ya presentan reporte para Colombia. Por el contrario *Polyarthra dolichoptera*, *Lepadella quadricarinata* y *Brachionus leydigii*, no habían sido reportadas para Colombia y *Brachionus angularis*, *P. major* y *P. remata*, no presentan reporte para la Amazonía Colombiana. Esto se debe a que aún existen diversos sitios de Colombia que no han sido explorados en su totalidad y se desconoce la distribución de muchas especies; en particular para el Amazonas aunque se han realizado seis estudios con este grupo taxonómico, estos se han centrado en unos pocos ecosistemas, desconociéndose aún gran parte de la riqueza de rotíferos presente en esta amplia región del país.

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre la riqueza y el índice de constancia, se observa que la zona próxima al litoral de los lagos y los canales de acceso, son los puntos con mayor índice de especies constantes y a su vez, una mayor diversidad de taxones. De acuerdo con lo planteado por Koste (1978) y José de Paggi (1993) el gran aporte de la vegetación litoral es de vital importancia para la ecología de los lagos, ya que esta zona presenta una mayor oferta de nichos para los organismos y permite la coexistencia de muchas especies y la disminución en la exclusión competitiva entre las mismas (Solarte, 2008). Los canales de acceso, al ser los sitios por medio de los cuales los tributarios, caños y en este caso el río Amazonas, tienen contacto con los lagos del plano inundable, hacen que haya un intercambio de organismos del plancton ocasionando que las comunidades bióticas, especialmente el zooplancton sea bastante diverso (Saunders & Lewis, 1988).

Por el contrario, las estaciones limnéticas parecen mostrar condiciones menos óptimas para la riqueza del zooplancton, ya que están situadas en lugares donde en algunos períodos las corrientes tienen un efecto negativo, puesto que generan inestabilidad en el ambiente reduciendo el establecimiento y desarrollo de algunas especies del zooplancton (Andrade 2001).

El sistema de lagos se ve influenciado por fuerzas locales; tales como la entrada de aguas de tributarios de origen amazónico, vientos y lluvias locales, provocando una inestabilidad determinante en los ambientes, sumado a un cierto grado de oligotrofia, razón por la cual se tiene una riqueza relativamente escasa. La asociación de

especies de los *Brachionus* a los muestreos de aguas bajas, en el DCA, puede atribuirse a que siendo menor profundidad de los sistemas durante el periodo de aguas bajas, el material suspendido puede encontrarse en mayores cantidades, factor que influiría en la presencia de especies detritívoras, como es el caso de la familia Brachionidae, cuyo aparato mandibular es del tipo maleorramado. La mayor diversidad en especies asociadas a los muestreos en aguas altas, está relacionado con que durante el proceso de inundación se genera un importante arrastre de material biológico y un constante intercambio con los tributarios y con el río, factor que influiría en la presencia de diversas especies en un lago.

Brandorff *et al.* (1977) y Carvalho (1983), han relacionado la alta densidad con el aumento de recursos alimenticios provenientes de las sustancias nutritivas aportadas a los lagos en el período previo de aguas altas. Además, la escasa profundidad ocasiona resuspensión de las partículas orgánicas desde el fondo y el mantenimiento de las mismas en la columna de agua, garantizando condiciones propicias para tales organismos. Según Gonzales-Bermudez (2007), la densidad zooplanctónica disminuye de forma notable durante el ascenso, debido al efecto de dilución y el aumento de la velocidad de corriente, hecho que genera turbulencia e impide el mantenimiento del zooplancton. Brandorff *et al.* (1977), señala, para algunos sistemas amazónicos, que las grandes cantidades de partículas suspendidas presentes en aguas en ascenso también pueden influenciar negativamente la densidad del zooplancton, por la reducción de la zona eufótica y el incremento de la fracción no digerible del material suspendido. Sin embargo, durante el periodo de inundación los lagos estudiados presentaron un incremento en la transparencia por no ser aun afectados en gran forma por el río Amazonas.

Se observa también, que en el periodo de aguas en ascenso, la estación limnética es la que presenta una mayor riqueza, lo cual puede explicarse debido a el transporte de especies asociadas a las macrófitas desde el litoral hacia la zona de aguas abiertas de los lagos en parte debido al aumento en la velocidad de corriente que se ejerce con el ingreso de los tributarios (Green; 1972).

Los Rotíferos, según Andrew & Fitzsimons (1992), Thouvenot *et al.*, (2000), son organismos que alcanzan tasas de crecimiento extremadamente rápidas y cortos tiempos de desarrollo, además, son eficaces colonizadores de nuevos hábitats y se alimentan de detritus y bacterias (Goncalves *et al.*, 2005). Estos organismos, al poseer la capacidad de asimilar una amplia variedad de recursos alimenticios; se hacen menos dependientes de la producción autotrófica pudiendo colonizar hasta los ambientes más inestables. Los lagos bajo estudio están sujetos a sucesivos cambios que ocurren en áreas inundables, lo cual trae como resultado que las comunidades acuáticas de dichos ambientes presenten especies de estrategia r, las cuales se reproducen rápidamente bajo condiciones aun limitantes (Keppeler, 1999).

Según Green (1972), Dussart, *et al.* (1984) la presencia de un número alto de especies para los géneros *Brachionus* y *Lecane*, parece ser un aspecto común en aguas tropicales y subtropicales, especialmente para los planos inundables de la región amazónica. Además, han sido catalogados como géneros característicos de la zona tropical que contribuyen en mayor grado en términos de riqueza y abundancia

zooplanctónica en hábitats asociados a macrófitas y en ambientes con mayor disponibilidad de detritus (Goncalves et al., 2005).

En aguas en ascenso, aumenta el volumen y la profundidad del lago; presentándose un efecto de dilución por la mezcla de aguas blancas y negras, la transparencia aumenta, lo que indica que la abundancia de materia orgánica suspendida es menor que en aguas bajas; situación que esta relacionada con la disminución de la densidad de los rotíferos y el cambio en las especies que dominan.

Se observa además, que la especie *Polyarthra dolichoptera*, además de ser un nuevo reporte para Colombia es la especie dominante en ambos períodos hidrológicos; lo cual permite inferir que tiene bastante habilidad para tolerar la inestabilidad de este tipo de ambientes. Por otro lado, la escasez de especies del género *Lecane* en aguas bajas se debe a que estos organismos son típicos de la zona litoral cubierta por macrófitas, situación que se presenta en aguas en ascenso y razón por la cual encontramos a la especie *Lecane bulla* como una de las especies dominantes de esta fase. Al ser los litorales, ambientes ricos en material en descomposición sedimentado o adherido a las partes sumergidas de la vegetación, otorgan una amplia variedad de hábitats y oferta de alimento para especies detritívoras de los géneros *Brachionus*, *Lecane* y *Testudinella*, que pueden ser hallados también abundantes en los ecotonos, en sitios próximos al litoral.

Se encontraron en los canales de acceso a los lagos, especies que no tienen presencia en otros sitios del sistema, como es el caso de *Testudinella greeni* cuya presencia es exclusiva del canal de acceso al lago el Correo, en el río Loretoyacu, en el periodo de aguas bajas, lo cual puede explicarse debido a que los canales de acceso presentan amplias diferencias en la composición de nutrientes y en la composición florística, además de el efecto que producen las corrientes en el transporte de partículas y nutrientes provenientes de los puntos lejanos del río.

En cuanto al hábito alimenticio, tanto en aguas bajas como en aguas en ascenso, la comunidad de Rotíferos se ve dominada por organismos trituradores en su mayoría, los cuales poseen trofi maleado y maleorramado, adaptados para agarrar partículas, especialmente detritus y algas muy pequeñas, y molerlas antes de enviarlas al esófago (Nogrady et al., 1993; en Rodríguez, 2003). De otro modo, la entrada del río Amazonas propicia una disminución en las concentraciones de oxígeno debido a los procesos de descomposición de materia orgánica que se desencadenan (Rodríguez, 2003) siendo esta la causa de que en aguas en ascenso se presente un incremento súbito de organismos trituradores y un decline en las poblaciones fitófagas.

Se pudo observar que, en lo que a la relación con los parámetros físico-químicos y la abundancia de las especies respecta, no se presenta una relación significativa en casi el 85% de las especies encontradas, lo que indica que dichos parámetros no afectan directamente la composición de la comunidad de rotíferos en el sistema de lagos estudiado, sugiriendo la posibilidad de la existencia de parámetros diferentes que influyen el comportamiento de estas comunidades.

7. CONCLUSIONES

Se encontró, que el pulso de inundación y la conectividad, definen la dinámica de los ecosistemas estudiados, produciendo cambios en las características físico-químicas del agua, influenciados por el aumento en el nivel del río Amazonas y los tributarios locales.

Las variables como el pH, la conductividad, y los nutrientes, están determinadas por la proporción de aportes desde el río Amazonas y los tributarios locales y dependientes de la época de lluvias y en algunos casos del tipo de conectividad, indicando su importancia para el seguimiento del proceso de inundación al cual se encuentran sometidos este tipo de cuerpos de agua.

Los cambios en la riqueza y abundancia de las especies de Rotíferos, están influenciados por el nivel y origen del agua que inunda y del desarrollo y abundancia de vegetación acuática, que representa una gran variedad de recursos para los rotíferos planctónicos que migran o son transportados hacia la zona pelágica, especialmente evidente en el periodo de aguas altas.

Aunque hay diferencias entre los tipos de conectividad, estas no fueron significativas para la densidad y la riqueza y dentro del DCA no definieron grupos, lo que indica que por lo menos para los periodos estudiados, cuando el Amazonas aun no ingresa de forma drástica en ninguno de los lagos, las diferencias de conectividad no son tan determinantes sobre la estructura del ensamblaje de rotíferos, como si lo son los cambios temporales en el nivel del agua que se dan entre periodos de muestreo.

La fase de inundación favorece el transporte de especies entre lagos y desde la zona litoral hacia la zona pelágica, lo que genera el aumento en la riqueza y determina cambios en la estructura del ensamblaje de los Rotíferos, pero además genera una fuerte dilución y por lo tanto reducción en la densidad.

Se pudo evidenciar que muy pocas especies mostraron cierta tendencia a verse favorecidas por el incremento o disminución de algunos factores físicos y químicos de los lagos en los períodos estudiados, siendo el caso de el grupo de Bdelloideas para el pH y la transparencia; las especies *Brachionus leydigii*, *Plationus patulus* y *Lepadella quadricarinata* para temperatura; *Lecane eutarsa* y *Filinia longiseta* para el pH; *Trocospaera aequatorialis* para la conductividad; y *Testudinella mucronata* para el pH y la temperatura; pero estas relaciones son de escasa magnitud y probablemente de tipo indirecto, por lo que puede inferirse que en estos sistemas inundables se presenta mayor complejidad en la dinámica ecológica de la que pudo ser analizada durante este estudio.

Las especies con aparato mandibular especializado en triturar alimento, fueron las especies que dominaron el sistema de lagos en la fase de aguas bajas, como es el caso de la familia Brachionidae.

La especie que presenta mayor dominancia en el sistema de lagos es *Polyarthra dolichoptera*, de hábitos fitófagos, lo que nos indica que se trata de una especie bastante tolerante a los cambios ocurridos en el sistema durante los periodos de estudio.

El reporte de las especies *Polyarthra dolichoptera*, *Lepadella quadricarinata* y *Brachionus leydigii*, que no presentan registro para Colombia; y de las especies *Brachionus angularis*, *Polyarthra major* y *Polyarthra remata*, que no presentan reporte para la Amazonía Colombiana, da nuevas razones para continuar generando proyectos de investigación y profundización sobre las características ecológicas de los ecosistemas Amazónicos Colombianos.

8. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios que profundicen en el papel trófico y la respuesta a variables físicas y químicas de las especies encontradas, a través de diseños experimentales en laboratorio o en mesocosmos, para comprender en mejor forma las causas de la dinámica de las poblaciones de Rotíferos y su relevancia ecológica dentro de las comunidades en los ecosistemas amazónicos.

9. BIBLIOGRAFIA

- Allan, J. D. 1976. Life history patterns in zooplankton. *American Naturalist*.
- Amoros, C., A.L. Roux. 1988. Interaction between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. *Munstersche Geogr. Arbeiten*.
- Andrade, 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.
- Andrade, C., Aranguren, N. 2003. Estructura de la comunidad zooplanctónica (Copépodos y Cladóceros) en tres lagunas Colombianas de alta montaña. En: *Ciencia en desarrollo*.
- Andrew, T. E. & A. G. Fitzsimons, 1992. Seasonality, population dynamics and production of planktonic rotifers in Lough Neagh, Northern Ireland. *Hydrobiología*.
- Arcifa, M. Gómez, E. & Meschitti, A., 1992. Composition and fluctuations of the zooplankton of a tropical Brazilian reservoir. *Arch. Hydrobiologia*. Stuttgart.
- Borja, M. F. 1997. Diagnóstico de la situación actual del municipio de Puerto Nariño – Amazonas 1995-1996. Proyecto de Grado. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Bornette, G., C. Amoros, N. Lamouroux. 1998. Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. *Freshwater Biology*.
- Brandorff, G. O. 1977. Untersuchungen zur Populationsdynamik des crustaceenplanktons im Tropischen Lago Castanho (Amazonas, Brasilien) Tesis de Doctorado. Univ. De Kiel.
- Carvalho, M. L., 1983. Efeitos da flutuação do nível de agua sobre a densidade e a composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Manaus, Brasil. *Acta Amazonica*.
- Contreras-Espinosa, F. O., Castañeda-López & García A. 1994. La clorofila-a como base para un índice trófico en lagunas costeras mexicanas. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*
- Drago, E. C. 1980. Aspectos limnológicos en ambientes próximos a la ciudad de Santa Fe (Paraná Medio): Comportamiento hidrológico y sólidos suspendidos. *Ecología (Argentina)*.
- Drago E. C. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología (Argentina)*.

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

Duque, S. R., 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.

Duque, S.R & 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.

Duque, S. R., Núñez-Avellaneda, M., López-Casas, S. & Marin, Z. 2007. Ecosistemas acuáticos en Ruiz S. L. et al (Eds.). Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana - diagnóstico. Páginas 85- 97. Plan de Acción en biodiversidad – Programa de Investigación en política y legislación. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. Bogotá.

Dusart, B. H. 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia*.

Espíndola. E. G, Matsumura-Tundisi. T & Moreno, I, H. 1996. Efeitos da dinâmica hidrobiológica do sistema Pantanal matogrossense sobre a estrutura da comunidade de zooplâncton da Lagoa Albuquerque. *Acta Limnol. Brasil*.

García, N. 2005. Biología reproductiva y conservación de las tortugas Charapa *Podocnemis expansa*, Cupiso *Podocnemis sextuberculata* y Taricaya *Podocnemis unifilis* en las playas aledañas al municipio de Puerto Nariño (Amazonas). Proyecto de Grado. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Departamento de Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Goncalves, F., Antunes, S. C. & Castro, B. B., 2005. Rotifer community structure in three shallow lakes: seasonal fluctuations and explanatory factors. *Hidrobiología*.

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*.

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

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

Junk, W.J & Wantzen, K.M. 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.

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

Keppeler, E. C. 1999. Estado das populações zooplanctônicas em un lago de meandro abandonado da planície de inundação do rio Acre (Lago Amapá, Rio Branco-AC. Brasil)> Dissertação de Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Universidade Federal do Acre. Rio Branco.

Koste, W. 1978. Rotatoria. Die radartiere. Mitteleuropas. Gebr. Borntraeger. Berlin.

Lopez-Casas, S. 2007. El Pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) En los lagos del sistema de Tarapoto, aspectos demográficos y culturales. Tesis, maestría en estudios amazónicos, Universidad Nacional de Colombia.

Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. Interciencia.

Neves, I. F., O. Rocha, K. F. Roche & A.A. Pinto 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuibá (Mato Grosso, Brazil) With analysis of Rotifera and Cladocera diversity. Braz. J. Biol.

Nogrady, T., Wallace, R. L., & 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.

Paggi, J. C. 1995. Crustácea Cladóceras. En: Lopretto, C. & G. Tell. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Tomo I. Ediciones Sur, La Plata – Argentina

Paggi, J. C. & Paggi S. J. 1974. Primeros estudios sobre el zooplancton de aguas loticas del Paraná Medio.

Pinilla, G. A. 2004. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá Medio). Tesis de grado para optar el título de Doctor en Ciencias – Biología. Universidad del Valle. Santiago de Cali. 168 p.

Pringle, C. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecological Applications*.

Pringle, C. 2003. What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important. Hydrological processes invited. Hydrol. Process.

Reynolds, C. S. 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory Excellence in Ecology. Ecology Institute.

Rodríguez, C. 2003. Cambios en la estructura de la comunidad de rotíferos en el lago Yahuaraca. Planície de inundación del Río Amazonas Trabajo de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogota D.C.

Ruttner-Kolisko, A., Plankton rotifers. Biology and taxonomy. Die Binnengewasser. Stuttgart.

Saunders, J. F. & Lewis, W. M., 1988. Zooplankton abundance and transport in a tropical white-water river. *Hidrobiologia*.

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.

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.

Thouvenot, A., D. Debroas, M. Richardot, L. B. Jugnia & J. De´vaux, 2000. A study of changes between years in the structure of plankton community in a newly-flooded reservoir.

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

Twombly. S. & Lewis W. 1987. Zooplankton abundance and species composition in laguna La Orsinera, a Venezuelan floodplain lake. *Arch. Hydrobiol.*

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

Vasquez, E. & J. Rey, 1989. A longitudinal study of zooplankton along the Lower Orinoco River and its Delta (Venezuela). *Annls Limnol.*

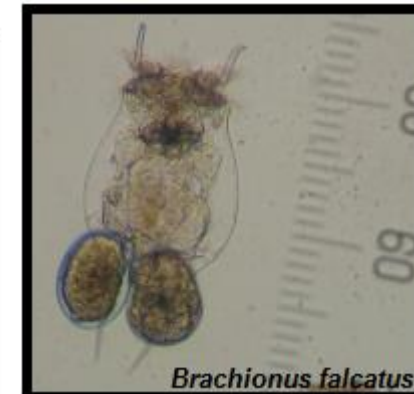
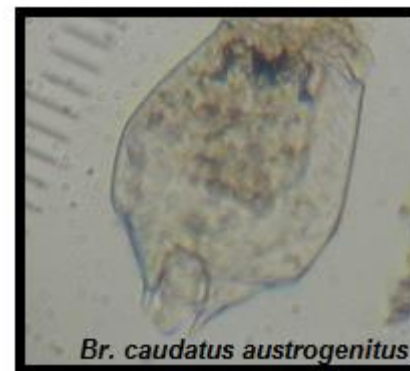
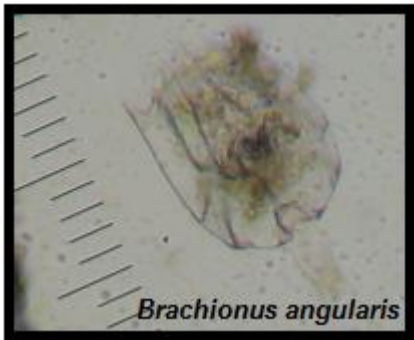
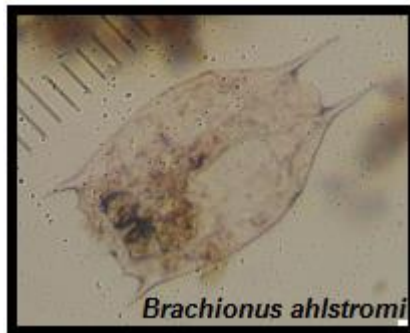
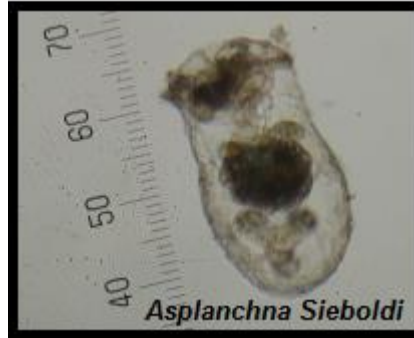
Ward, J. V. & J. A. Stanford. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*.

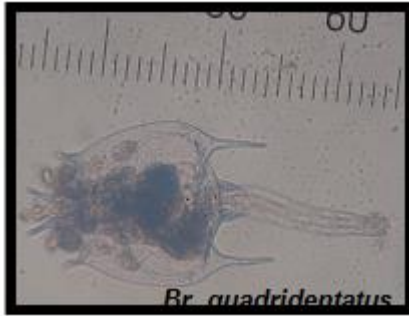
Ward, J.V., K. Tockner & F. Schiemer. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management*.

Warner, B.G. 1988. Holocene fossil *Habrotrocha angusticollis* (Bdelloidea: Rotifera) in North America. *Journal of Paleolimnology*.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de las especies de rotíferos encontradas en el sistema de lagos.

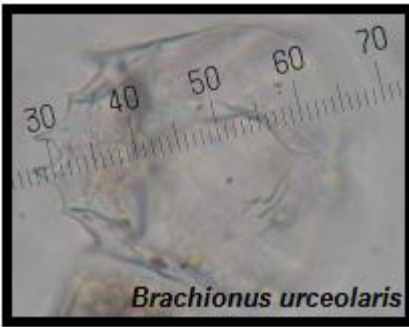




Br. quadridentatus



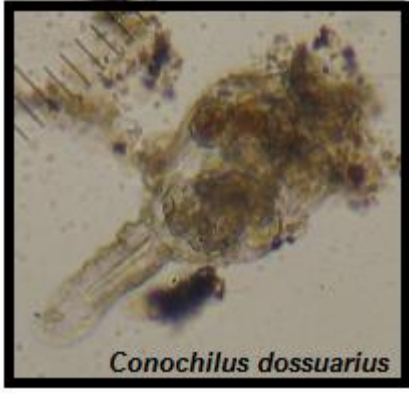
Brachionus sp.1



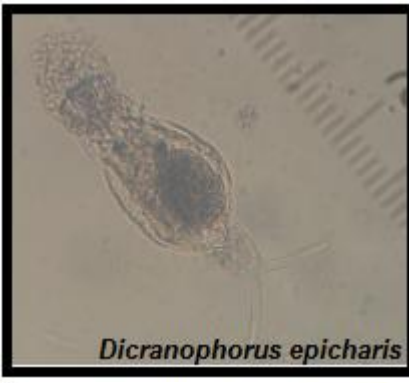
Brachionus urceolaris



Cephalodella gibba



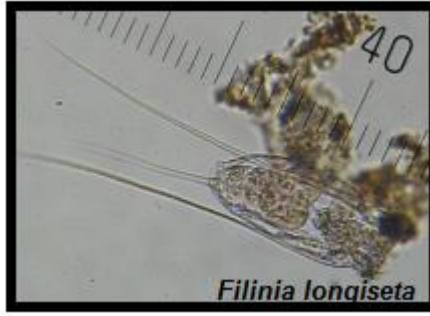
Conochilus dossuarius



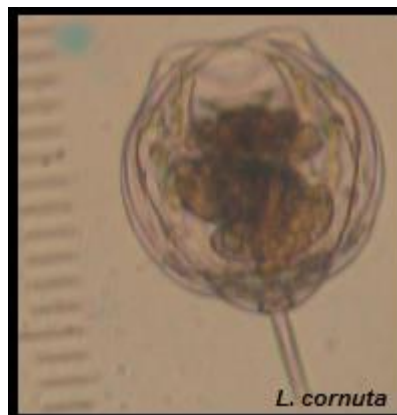
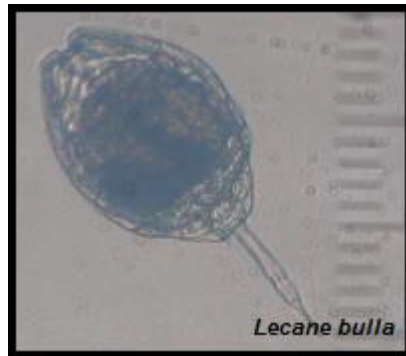
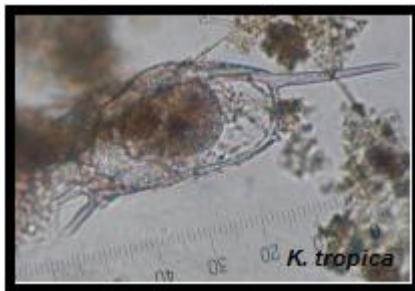
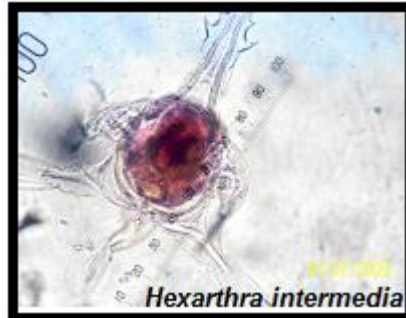
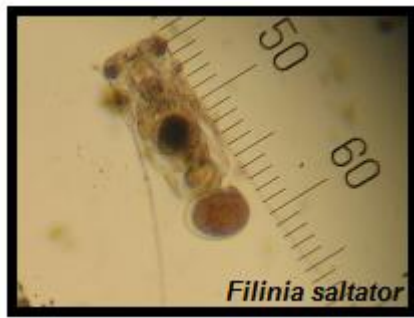
Dicranophorus epicharis

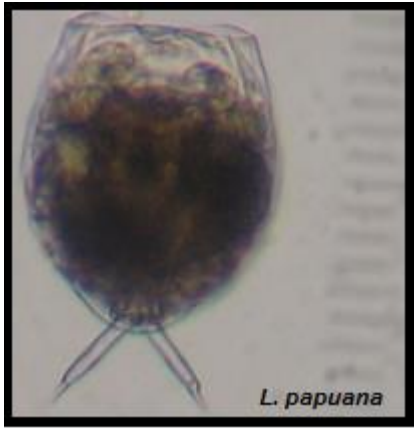
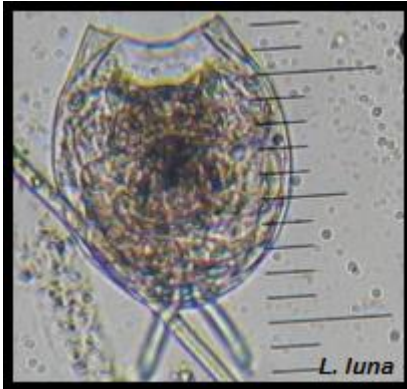
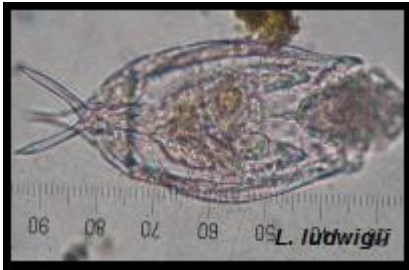


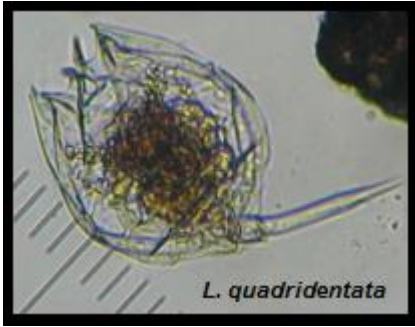
Epiphanes clavulata



Filinia longisetata



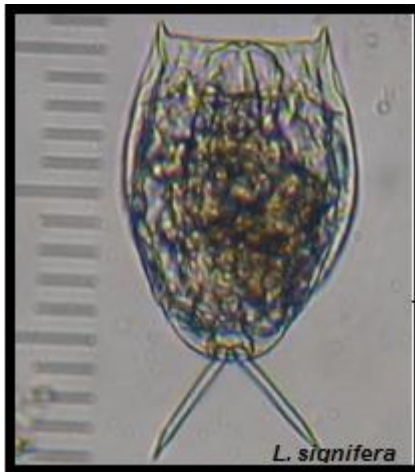




L. quadridentata



L. rhytida



L. signifera



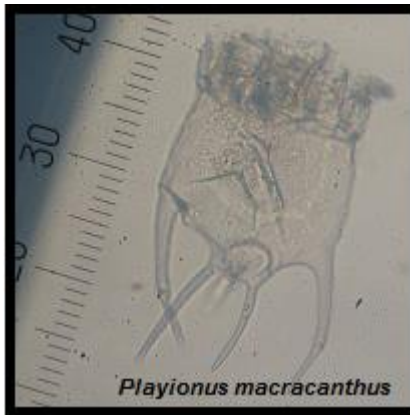
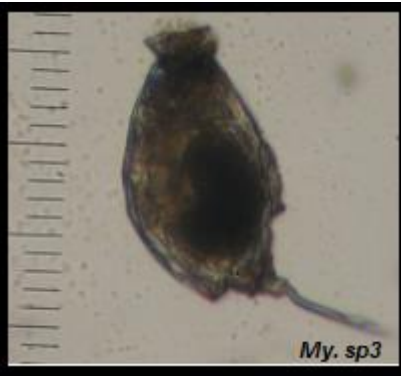
L. unguolata



Lepadella elliptica

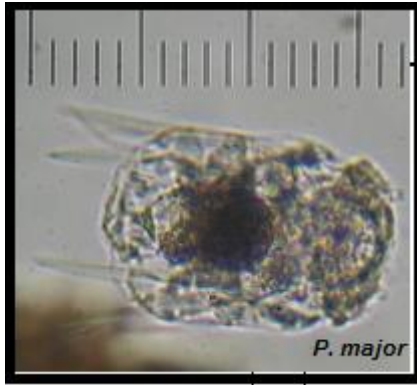


Lep. quadricarinata





Polyarthra dolychoptera



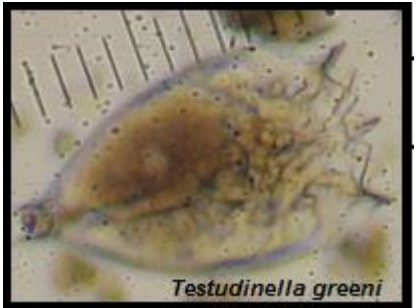
P. major



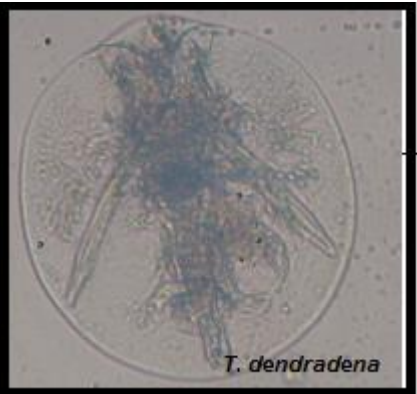
P. remata



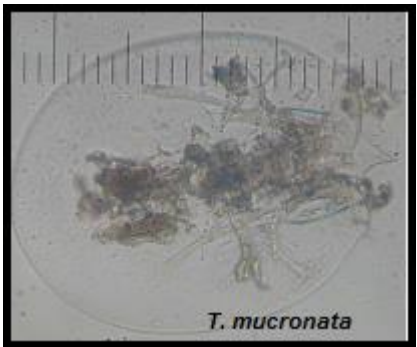
Scardium longicaudum



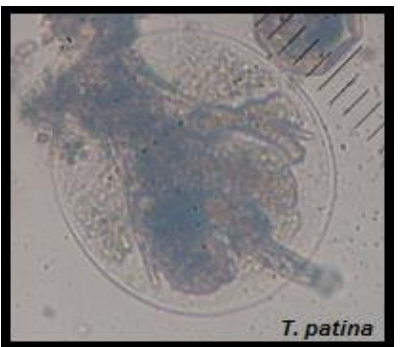
Testudinella greeni



T. dendradena



T. mucronata



T. patina

