



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**“ESTRUCTURA E INTERACCIONES EN LAS  
COMUNIDADES ZOOPLANCTONICAS  
LITORALES DEL EMBALSE, LA LAGUNA  
ATEZCA (HIDALGO).”**

**T E S I S   P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I Ó L O G O  
P R E S E N T A :  
X I M E N A   L E A L   R A M I R E Z**

**DIRECTORA DE TESIS:** Dra. Nandini Sarma

**TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO  
NOVIEMBRE 2011**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**"UN GUERRERO DE LA LUZ NUNCA OLVIDA LA GRATITUD. DURANTE LA LUCHA, FUE AYUDADO POR LOS ÁNGELES; LA FUERZA COLOCO CADA COSA EN SU LUGAR, Y PERMITO QUE PUDIERA DAR LO MEJOR DE SÍ. LOS COMPAÑEROS COMENTAN: "¡QUÉ SUERTE TIENE!". Y EL GUERRERO A VECES CONSIGUE MUCHO MÁS DE LO QUE SU CAPACIDAD PERMITE. POR ESO, CUANDO EL SOL SE PONE, AGRADECE A LA FUERZA QUE LO RODEA. SU GRATITUD, NO OBSTANTE, NO SE LIMITA AL MUNDO ESPIRITUAL; JAMÁS OLVIDA A SUS AMIGOS, PORQUE LA SANGRE DE ELLOS SE MEZCLÓ CON LA SUYA EN EL CAMPO DE BATALLA. UN GUERRERO NO NECESITA QUE NADIE LE RECUERDE LA AYUDA DE LOS OTROS; SE ACUERDA SOLO, Y REPARTE CON ELLOS LA RECOMPENSA."**

**-JN. 15, 13-**

### **iii LO LOGRAMOS !!!**

**ANTES QUE A CUALQUIER OTRA PESONA, ME FELICITO Y ME AGRADESCO PORQUE A PESAR DE TENER MOMENTOS DE FASTIDIO Y DE DESILUSIÓN LOGRE CERRAR ESTE CICLO. TODO LLEGA A SU TIEMPO Y EL MIO YA LLEGO.**

**NO PUEDO DEJAR DE RECONOCER A TODAS LAS PERSONAS QUE HAN ESTADO CONMIGO Y QUE ME HAN HECHO LO QUE SOY, YA SEA EN EL CAMPO DE LO PERSONAL O DE LO PROFESIONAL.**

**EN PRIMER LUGAR A MI FAMILIA (LEAL RAMIREZ) QUE SIEMPRE HA ESTADO A MI LADO, MI MA Y MI PAPA, QUE HOY VEN REALIZADO UNO DE SUS PROYECTOS DE VIDA, YO. GRACIAS POR DARME LAS HERRAMIENTAS PARA PODER SER ALGUIEN EN LA VIDA. A MIS HERMANOS (ELI Y NITO) QUE IGUAL NUNCA FALTO UN JALON DE OREJAS PARA APLICARME, O UNA TARDE DE JUEGOS. GRACIAS POR QUERERME COMO LO HACEN. LOS QUIERO MUCHO.**

**POR LOS QUE CREIAN QUE ERA VETERINARIA (MI ABUELA CHABELA FAMILIA RAMIREZ ROMO) =D NO ES CIERTO, MUCHAS GRACIAS POR ESTAR Y POR APOYARME. SABEMOS QUE SOMOS UNA FAMILIA PEQUEÑA PERO UNIDA.**

**Y QUE DECIR DE LA FAMILIA QUE EN ESTOS ULTIMOS MESES LA CONVIVENCIA Y EL APOYO CRECIO; ABUELO ESTEBAN, QUIEN GRACIAS A SU APOYO ME HECHO LA MANO PARA SEGUIR ESTUDIANDO; LA TIA Y MIGUEL, MUCHAS GRACIAS POR TODAS LAS OPORTUNIDADES QUE ME HAN BRINDADO, AHORA SE QUE PUEDO TOMARME SI ME DUELE LA MUELA O SI SE ME CAE EL CABELLO =D DE VERDAD QUE ME HAN DADO MAS DE LO QUE PUEGAN IMAGINAR.**

**A MIS AMIGOS DE TODA LA VIDA, BRITTOCH RECUERDA QUE AUN TENEMOS UNA PROMESA PENDIENTE, NO SE ME HA OLVIDADO. RICARDO, QUIEN ME BRINDO MUCHAS OPORTUNIDADES PARA SACAR LO MEJOR DE MI, Y EN QUIEN ENCONTRE UNA PERSONA MUY VALIOSA. IVAN, MI AMIGO MAS VIEJO Y LONGEVO, AMIGO A DISTANCIA PERO TAN CERCANO COMO CERRAR LOS OJOS.**

**EN EL SILLON CONOCI PERSONAS MUY CHEVERES, QUE HAN PASADO A FORMAR PARTE DE MI VIDA: MI VIEJA (ABY) QUIEN SIEMPRE SABIA COMO CORREGIRME, EL AMIGO DE LA TARDE (LALO) UN GENIO LOCO CON QUIEN SIEMPRE ME GUSTO DESAYUNAR, EL BUEN RICHARD MI MEJOR AMIGA XD QUE LE GIRABA LA PIEDRA COMO A NINGUN OTRO, LA ABUELA (CARO) QUE CUALQUIER NIÑO QUERRIA Y PORQUIEN FUI ACOSADA, LAURITA QUIEN SIEMPRE BRINDABA UNA VERDADERA AMISTAD, ANDREA SIEMPRE TENIA UNA ACTITUD DE SERVICIO Y SIEMPRE PROVOCABA ACCIDENTES Y MARISELA GRACIAS POR LA CONFINAZA.**

**A TODOS MIS AMIGOS DEL BICHARIO (TOÑO, IVANOVICH, CHITO, CHAVA, PEPE TOÑO, ETC) TAMBIEN LOS RECUERDO CON CARIÑO Y GRATITUD, 3 AÑOS SE DICEN FACIL PERO ENCONTRARLOS A USTEDES FUE UNA COINCIDENCIA.**

**YA TE DIJE?... CHAPARRITO (FER) HAS ESTADO A MI LADO DESDE QUE TRABAJABA EN EL LAB, TE ACUERDAS? DURANTE ESTE TIEMPO HAS ESTADO ACOMPAÑÁNDOME Y BRINDÁNDOME TU APOYO. TAMBIEN ME HAS DADO MIS JALONES DE OREJAS, PERO SOBRE TODO HAS SIDO MI COMPLICE EN LA ÑOÑES, EN LA LOCURA, Y EN EL AMOR 8+1.**

**TAMBIEN HE DE RECONOCER A MI ASESORA LA DOCTORA NANDINI, POR LAS FACILIDADES DENTRO DEL LABORATORIO 6, DE MORFO. AL DOCTOR ALFONSO LUGO VAZQUEZ Y A LA DRA. MARIA DEL ROSARIO SANCHEZ RODRIGUEZ POR SU PACIENCIA, INTERES Y DEDICACION EN ESTE ESTUDIO. A LOS DR. SARMA Y DR. JOSE LUIS GAMA, POR SU APOYO BRINDADO DURANTE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO Y A LA DR. CARMEN SERRANIA COMO AL CUASIBIOLOGO RICARDO REYES EN EL APOYO EN LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES ASI COMO POR SU COMPAÑÍA Y LOS CONOCIMIENTOS COMPARTIDOS.**

**QUE LA FUERZA NOS ACOMPAÑE**

# **CONTENIDO**

## **I. RESUMEN**

### **ABSTRACT**

## **II. INTRODUCCIÓN**

## **III. ANTECEDENTES**

## **IV. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

## **V. ÁREA DE ESTUDIO**

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **EN CAMPO**

### **EN LABORATORIO**

## **VII. RESULTADOS**

## **VIII. DISCUSIÓN**

## **IX. CONCLUSIONES**

## **X. LITERATURA CITADA**

## **XI. ANEXO I**

## **XII. ANEXO II**

## I. RESUMEN

El lago "La Laguna Atezca" esta ubicado en el Estado de Hidalgo, es un sistema lacustre abierto con tres tributarias provenientes del Río Moctezuma, siendo la recreación y pesca las principales actividades. El presente trabajo aporta información que puede contribuir en un futuro al aprovechamiento y manejo sustentable de un cuerpo de agua, por medio del análisis sistemático de zooplancton dulceacuícola (rotífero, cladóceros y copépodos) ya que facilita la determinación de la calidad de un cuerpo de agua.

Se analizaron las fluctuaciones en composición específica, abundancia y distribución. Los datos son representativos a un año, con muestreos mensuales (Noviembre08- Noviembre09) obtenidas de 5 zonas litorales en las que se filtro un volumen 120 litros de forma horizontal, con una apertura de malla de 50µm. Los parámetros fisicoquímicos que se analizaron fueron: nitratos, amoníaco, fosfatos, conductividad, oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno, pH, temperatura, profundidad y transparencia con un disco de Secchi.

Se presento un pH neutro (7.3 prom), una transparencia entre 0.21 m a 1.2 m. y una concentración de nutrientes ( $\text{NO}_3$ : 0.01-17 mg/l,  $\text{PO}_4$ : 0.03-20 mg/l). El cuerpo de agua presento una calidad de agua limpia (oligosaprobio), y un estado mesotrófico con tendencia a la eutrofización. En relación con los estudios anteriores se observo un gran cambio tanto en la diversidad como en la abundancia de organismos. Se identificaron 54 especies de rotíferos, Lecanidae con un mayor número de especies (16). Los rotíferos dominaron el zooplancton durante todo el periodo de estudio, asociando sus valores altos de abundancia, así como de riqueza específica a la presencia de macrofitas. Se divisaron frecuentemente florecimientos de cianobacterias particularmente *Aphanizomenon* sp. y *Microcystis* sp. lo cual afecto la calidad del alimento, limitando así la comunidad del zooplancton. Todo esto aunado al efecto de la depredación, mayoritariamente por parte de los peces que por la presencia de *Asplanchna*.

## **ABSTRACT**

El lago "La Laguna Atezca" esta ubicado en el Estado de Hidalgo, es un sistema "La laguna azteca" lake is located in Hidalgo state, it is a new lacustrine opened system with three tributaries from Moctezuma river, being leisure and fishing the main activities. This job provides information that might contribute in the future to make better use and sustainable manage of the body water, by means of the systematic analysis of zooplankton (rotifers, cladocerans and copepod) since makes easier the quality determination of the body water.

Fluctuation, specific composition, abundance and distribution were analyzed. The data are representative from one year, with monthly samples (November08- November09) gotten from five coastal areas where 120 l volume was filtered in an horizontal way, with an mesh opening of 50µm. the physicochemical parameters that were analyzed are: nitrates, ammonia, phosphates, conductivity, dissolved oxygen (OD), % of saturation of oxygen, pH, temperature, deep and transparency with a Secchi disc.

It was in neutral pH (7.3 proms), transparency between 0.21 m a 1.2 m. and nutrients concentration (NO<sub>3</sub>: 0.01-17 mg/l, PO<sub>4</sub>: 0.03-20 ml/g). the body water submitted quality of clear water (oligosaprobic), and a mesotrophic state with a tendency to eutrophic. Relative to previous searches was observed a great change such as diversity and organism abundance. 54 species of rotifers were located, Lecanidae with the biggest number of species (16). The rotifers dominated the zooplankton during all the research period, related to the high abundance measures, as the specific richness macrofits presence. Cyanobactery blooms is often seen especially *Aphanizomenon* sp. y *Microcystis* sp. which affected the food quality, limiting in that way zooplankton community. All that added to the predatory effect, mainly on part of fish for *Asplanchna* presence.



## **II. INTRODUCCION**

En México el conocimiento de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos es limitado, por lo que existe una preocupación creciente sobre el mantenimiento de estos ecosistemas y los riesgos que enfrentan muchas especies en relación con la pérdida de hábitat. El estudio de la riqueza de especies que componen la biota acuática epicontinental ha sido insuficiente y quienes han recibido la menor parte de la atención son los invertebrados, entre ellos los que integran el zooplancton (Arriaga et al., 2000).

En el zooplancton dulceacuícola encontramos los siguientes grupos; ciliados, rotíferos y crustáceos, particularmente copépodos y cladóceros (Iannacone, 2007). Generalmente, los rotíferos y los micro-crustáceos son los más dominantes en cuerpos dulceacuícolas (Williamson et al., 1986), siendo el conocimiento en México de la fauna de rotíferos, relativamente nuevo (Sarma, 1999).

Los rotíferos son metazoos pequeños (<2 mm), caracterizados por poseer una corona ciliar, una faringe muscular (mastax) y un trofi (placas articuladas) (Thorp & Covich, 1991). Tienen la capacidad de colonizar ambientes con distinto grado de salinidad, pH y temperatura, toleran muchos de ellos concentraciones bajas de oxígeno. Estos microorganismos juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas ya que son un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios (Paggi, 2004).

Los copépodos son microcrustáceos (<2 cm), la mayoría de vida libre; el orden de los Calanoideos agrupa especies principalmente planctónicas, mientras que los Ciclopoideos se asocian al bentos o al litoral. Juegan un papel importante en la cadena trófica constituyendo alrededor del 50% de la biomasa del zooplancton, ya sea como consumidores primarios o secundarios, y constituyen una importante fuente de alimento para una variedad de invertebrados y vertebrados. Su distribución está en relación con la temperatura, pH y con la presencia de peces o macrofitas (Thorp & Covich, 1991).

Los cladóceros (0.2- 5mm) generalmente son más abundantes en lagos, presas y en corrientes de poco movimiento. La temperatura es esencial en el metabolismo de estos manteniendo una correlación positiva con el crecimiento; por el contrario, se observa un declive en la población con la presencia de cianobacterias. La zona litoral de los lagos, esta compuesta en su mayoría por los organismos meiobentónicos (Thorp & Covich, 1991).

La importancia del zooplancton radica en su participación en la transferencia de energía y nutrientes, en las comunidades acuáticas, aunado a su capacidad de ser usados como indicadores biológicos, lo cual quiere decir que son especies que con su presencia pueden caracterizar biológicamente la calidad del estado del sistema (Gutiérrez et al., 2008).

Dos conceptos importantes en el estimación de la calidad del agua dentro de un sistema son la saprobiedad que es la cantidad e intensidad de descomposición de la materia orgánica putrescible, tanto de origen autóctono como aloctono (Sladeczek, 1973); y la eutrofización que hace referencia al enriquecimiento de nutrientes en las aguas (OCDE, 1982), los cuales provocan la estimulación de una serie de cambios sintomáticos, entre ellos el deterioro de la calidad del agua. La afectación del zooplancton por los efectos de la saprobiedad o de la eutrofización se puede ver reflejada en sus relaciones con el fitoplancton y en la modificación de la estructura de la comunidad (Conde-Porcuna, 2004).

Una meta central de la ecología, es entender las fluctuaciones temporales de las poblaciones que forman una comunidad (Krebs, 2002). La composición y abundancia de las comunidades zooplanctónicas puede ser influenciada por numerosos factores físicos, químicos y biológicos, como el tamaño del cuerpo de agua, la disponibilidad de alimento, el estado sucesional y el estado trófico (Iannacone, 2007); la temperatura, pH y oxígeno disuelto son los principales factores reguladores (Berzins & Pejler; 1987, 1989), los cuales, al estar continuamente variando a lo largo del año, provocan cambios estacionales en la estructura de las comunidades del zooplancton.

El litoral de los lagos o lagunas es importante, ya que a comparación de la zona pelágica los rotíferos mantienen una alta diversidad y abundancia; cabe señalar que la mayoría de las especies conocidas están presentes en esta zona. La presencia de macrófitas en el litoral contribuye a la importancia de la misma, ya que esta vegetación funciona como trampa o cedazo para compuestos orgánicos disueltos, así como para nutrientes inorgánicos, además de actuar como refugio para los organismos (Duggan, 2001).

Como consecuencia de un aumento en nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo, ocurren floraciones de las cianobacterias, las cuales pueden ser tóxicas o poco comestibles (Pérez et al., 2008). Esto puede tener efectos en la dinámica y estructura de las comunidades zooplanctónicas, aunando a efectos secundarios en organismos de niveles tróficos superiores o inferiores (Gilbert, 1996).

Así mismo, varios factores biológicos determinan la dinámica de la comunidad, por ejemplo el caso del uso de algún recurso por un organismo lo que conlleva a la disminución del mismo así como la posibilidad de que el consumidor se convierta en alimento. Las relaciones entre los organismos que consumen los mismos recursos (competencia), así como las interacciones donde una especie sirve de alimento para otra (depredación), afectan tanto la composición como la densidad poblacional del zooplancton y son factores que actúan simultáneamente en los ambientes naturales (Fussman et al., 2005).

Entre los rotíferos existen especies carnívoras muy importantes como los integrantes de la familia Asplanchnidae, la cual es común y se alimenta de diversos organismos ya sean ciliados, pequeños crustáceos u otros rotíferos (Nogrady et al., 2003). Una de sus funciones principales es regular la densidad de población de sus presas, la cual es definida por dos variables: la selectividad y la vulnerabilidad (Iyer y Rao, 1996).

Otros invertebrados son también depredadores de los rotíferos. En lo que respecta a los copépodos, un mayor número de especies de ciclopoideos son depredadores, la mayoría de los calanoideos son herbívoros y los harpacticoideos son detritívoros (Williamson et al., 1986).

Dadas todas estas características los organismos del zooplancton integran una asociación importante para el mantenimiento de los ambientes acuáticos y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a escala local sino regional, nacional y global. Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad zooplanctónica y su valor en las cuencas hidrológicas (Arriaga et al., 2000).

**Este es el caso de “La Laguna Atezca”, ubicada en el Estado de Hidalgo** perteneciente a la región hidrológica prioritaria reconocida por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO): “75 Confluencias de las Huastecas”. La region se considera como de alta biodiversidad y al mismo tiempo como una región amenazada. Esta presenta un único registro de indicadores de calidad de agua: la cianobacteria *Nostoc mucorum* (indicadora de altas concentraciones de manganeso) (INEGI, 2009).

Atendiendo así a las recomendaciones de la CONABIO sobre la necesidad del conocimiento limnológico básico, se realizó el presente estudio que aporta información que puede contribuir a lograr en el futuro el aprovechamiento y manejo sustentable de este cuerpo de agua. El estudio también permitió incrementar el escaso conocimiento que existe sobre este cuerpo acuático a través de la comparación del estado actual del embalse con el registrado hace 24 años (Díaz-Pardo y Guerra-Magaña, 1986).

### III. ANTECEDENTES

Los rotíferos son buenos indicadores de saprobiedad. Se han enlistado 620 sp de rotíferos de acuerdo a la calidad de agua en la que se presentan. Situando así en oligosaprobios a *Kellicotia longispina*, *Conochillus unicornus*, *Ascomorpha ecaudis*, entre otros. Dentro de beta-mesosaprobicos: *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Hexarthra mira*, *Keratella cochlearis*, *Polyartha vulgaris* y *Synchaeta pectinata*. En lo que respecta a alpha-mesosaprobicos y polisaprobicos a *Filinia longiseta*, *Cephalodella gibba* y *Colurella adriactica* (Sladeczek, 1983).

La comunidad zooplanctónica en el lago "la laguna Atezca" tiene variaciones estacionales que son mas evidentes en el caso de los rotíferos, pues en Marzo alcanzó su máxima riqueza específica (10 sp), mientras que en el periodo de estancamiento de las aguas solo persiste *Kellicotia longispina*; el copépodo *Diaptomus* sp. y el cladócero *Bosmina* sp. únicamente aparecen durante la época de estratificación. La densidad absoluta sobrepasó los 100 individuos por litro (Díaz-Pardo y Guerra-Magaña, 1986).

La estructura de la comunidad zooplanctonica tiene que ver con el efecto de la competencia en relación al tamaño de los organismos. Sobre esto se realizo una revisión en la que se presenta la funcion de *Daphnia*, como un limitante en las densidades de rotíferos ya sea por competencia o por mecanismos de interferencia, y por el contrario logran co-habitar con cladóceros pequeños ante la falta de interferencia mecánica o por su susceptibilidad ante depredadores invertebrados (Gilbert, 1988).

Se han analizado 204 sp de rotíferos de diversos cuerpos de agua, con el fin de relacionar la concentración de oxígeno y el ambiente, concluyendo que en invierno la concentración de oxígeno en los lagos será mayor y se presentaran rotíferos como *Polyartha longiremis*, *Synchaeta lakowitziana*, *Keratella cochlearis*. Algunas especies están presentes en lagos eutroficados y son caracterizados por soportar un intervalo amplio: *Polyartha vulgaris*, *P. major*, *Asplanchna priodonta*, *Kellicotia longispina* y *Keratella priodonta* (Berzins & Pejler, 1989).

Los efectos del incremento en la eutrofización en los cursos estacionales, se han estudiado en el lago de Pampulha (Brasil), basando este estudio en los datos de cuatro ciclos estacionales completos comparándolos con algunas variables ambientales usadas comúnmente en la valoración del progreso de eutrofización. Resultando en una correlación positiva con el fósforo total de el organismo dominante; *Daphnia*, la cual es afectada por cambios tróficos, siendo *Moina* y *Bosmina* un caso contrario al no tener un patrón recurrente, concluyendo que el incremento de la eutrofización a tenido grandes cambios en los patrones estacionales de estas comunidades en el cuerpo de agua (Pinto-Coelho, 1998).

En el lago Windsborn (Alemania) se trabajo con la dinámica poblacional de *A. priodonta* y se evaluó su potencial de la relación presa-depredador con las especies mas abundantes *K. cochlearis* y *Bosmina longirostris*. Con el análisis del contenido estomacal de 50-200 individuos se concluyó que su máxima abundancia se limitaba al verano, mostrando relación con la temperatura. Además de presentarse como oportunista, ya que consumía colonias de algas así como cianobacterias en áreas en donde el recurso de zooplancton no era abundante, atribuyendo que el comportamiento alimentario dependería de la estructura de la comunidad (Sinsch, 2000).

En la laguna Parque del Norte, Colombia, se realizaron muestreos quincenales en una sola estación al límite de la zona fótica. Obteniendo valores altos de clorofila y transparencia, cuando el fitoplancton estaba dominado por colonias de *Anabaena* y *Aphanizomenon*, las cuales no limitaban la penetración de luz como se esperaba. Durante los florecimientos algales se incrementó la fotorespiración, reduciendo consecuentemente la producción, efecto común en los lagos eutróficos. Esta alta actividad se demostró en las bajas concentraciones de CO<sub>2</sub> libres y en los valores alcalinos y poco variables de pH (Ramírez & Alcaraz, 2002).

Durante 2002, se realizó un estudio en el reservorio Azibo (Portugal), quienes trabajaron en la zona litoral para saber el efecto de las macrofitas en el cual se estudio la diferencia en la distribución en la zona pelágica con el litoral (macrofitas emergidos), encontrando *Alona rectangularis*, *A. costata*, *A. quadrangularis* y *Chydorus sphaericus* únicamente en los muestreos obtenidos en el litoral. *Daphnia longispina*, *D. pulex*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Copidodiaptomus numidicus* y *Acanthocyclops robustus* se han encontrado en ambas estaciones, no obstante las densidades de *Daphnia* y *Bosmina* no presentan diferencias estadísticamente significativas entre la zona pelágica y la litoral. Las densidades de *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma* y *C. numidicus* fueran significativamente más elevadas en la zona pelágica. Concluyendo que la presencia de macrofitas no parece tener importancia como refugio o zona de alimentación en Azibo debido a la distribución horizontal, impacto de los peces juveniles tanto alimenticio como de refugio en zonas de macrofitas (Geraldés & Boavida, 2004).

Durante un año en Ecuador se realizaron muestreos mensuales al Embalse Chongón, siendo los rotíferos la taxa más abundante y con mayor variedad de especies. Las especies más representativas fueron: *Keratella americana*, *Brachionus havanaensis*, *Hexarthra mira* y *Polyarthra* sp.; le siguieron en densidad los copépodos con *Mesocyclops leuckarti* como organismo más representativo. Los valores de diversidad promedio encontrados fueron inferiores a 2.5 bits, valor considerado indicativo de aguas medianamente contaminadas para ecosistemas de aguas dulce; lo anterior, unido a la alta productividad en términos de biomasa fitoplanctónica. La dominancia de cianobacterias y rotíferos son claro indicativo de un proceso de eutrofización en desarrollo en este embalse (Coello & Cajas, 2004).

Una de las revisiones sobre la dinámica entre rotíferos, cladóceros y copépodos respecto a su alimentación la realizó Brandl en el 2005, presentando tablas de presa-depredador y cuatro conclusiones: **1)** los ciclopoideos y calanoideos son eficientes depredadores de rotíferos, existiendo una relación entre los mecanismos de defensa y la depredación. **2)** La depredación de los copépodos puede tener un impacto significativo en los rotíferos causando un declive estacional, así como un reemplazo de especies por aquellas que sean menos susceptibles. **3)** El impacto de la depredación es especie-específica. Debido a que los rotíferos de cuerpo blando son más vulnerables, cuentan con estrategias como su tamaño y diversas habilidades de escape. **4)** El comportamiento y las adaptaciones morfológicas, son mecanismos importantes de los rotíferos contra la depredación.

Uno de los reportes sobre los diversos efectos adversos sobre el recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos, respecto a las cianobacterias, es el de Pérez y col (2008), en el se menciona que producen compuestos volátiles como geosmina y el metilsoberneol los cuales suelen otorgar importantes cambios en las características organolépticas del agua, incluso de los organismos acuáticos. Así mismo, menciona la importancia de las microcistinas desde el punto de vista



biológico y médico, consecuencia de la producción de toxinas y fundamentalmente, la hepatotoxicidad.

En Valle de Bravo (México) se estudio durante un año la densidad y diversidad de rotíferos, siendo los valores de  $400 \pm 293$  ind/L y el índice de Shannon-Wiener de entre 1.00 y 4.09). Las especies más abundantes resultaron ser *Keratella cochlearis*, *Polyartha vulgaris* y *Trichocerca similis*, *Bosminia longirostris*, *Chydorus sphaericus* y *Daphnia laevis* como los cladóceros dominantes a lo largo del año. No se observó una relación inversa de las densidades rotíferos/crustáceos, atribuidas a que el tamaño de la comunidad era demasiado pequeña como para interferir con los rotíferos. La depredación por parte de los peces se reflejó en una menor dominancia del zooplancton (Nandini et al., 2008).

Otro de los estudios sobre la estacionalidad del zooplancton en México fue llevado a cabo en un lago eutrofico-hipertrofico, Huetzalin (Xohimilco) durante dos años, con valores de nitratos ( $90-95 \mu\text{g l}^{-1}$ ) y fosfatos ( $0.2-0.5 \text{ mg l}^{-1}$ ) en los cuales se reporta que la diversidad fue mayor en Oct-Ene que de Abril-Junio, siendo la mayor diversidad en las macrofitas, así como una relación significativa entre microcrustáceos y rotíferos en estas condiciones. Las bajas densidades de cladóceros se atribuyen a la alta densidad de peces. Así mismo presentan florecimientos de *Microcystis* sp. en primavera (Enríquez-García et al., 2009).

## **IV.OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer la variación en la riqueza biológica temporal de las comunidades zoo planctónicas, así como la relación rotíferos-microcrustáceos; rotíferos-parametros ambientales y el efecto potencial de un depredador en la comunidad de las zonas litorales, así como determinar el estado trófico y sabrobio del embalse "La Laguna Atezca", Hidalgo.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- § Determinar taxonómicamente la riqueza específica de grupos zooplanctónicos (rotíferos y microcrustáceos), para proporcionar una lista preliminar durante un ciclo anual, en el sistema.
- § Determinar la riqueza específica del fitoplancton para evaluar cualitativamente el alimento disponible.
- § Estimar la abundancia de la comunidad de rotíferos y microcrustáceos presente en el área de estudio.
- § Analizar la diversidad de rotíferos, según el sitio y el tiempo.
- § Correlacionar la diversidad de rotíferos y los parámetros fisicoquímicos.
- § Establecer la relación entre las abundancias de rotíferos y microcrustáceos entre los sitios y en el tiempo.
- § Referir el estado trófico y saprobico mediante el uso de las especies de rotíferos que pueden ser usadas como bioindicadoras.
- § Analizar el efecto de un rotífero depredador (*Asplanchna sp.*) sobre la estructura de la comunidad de rotíferos.

## V. AREA DE ESTUDIO

El lago "La laguna Atezca" se encuentra localizado en la provincia de la Sierra Madre Oriental, en las estribaciones hacia el Golfo de México, forma parte del municipio de Molango de Escamilla, en el estado de Hidalgo.

Se ubica aproximadamente en Latitud Norte 20° 47´ 10", Latitud Oeste 98° 44´ 31", con un altitud media sobre el nivel del mar de 1, 280 metros.

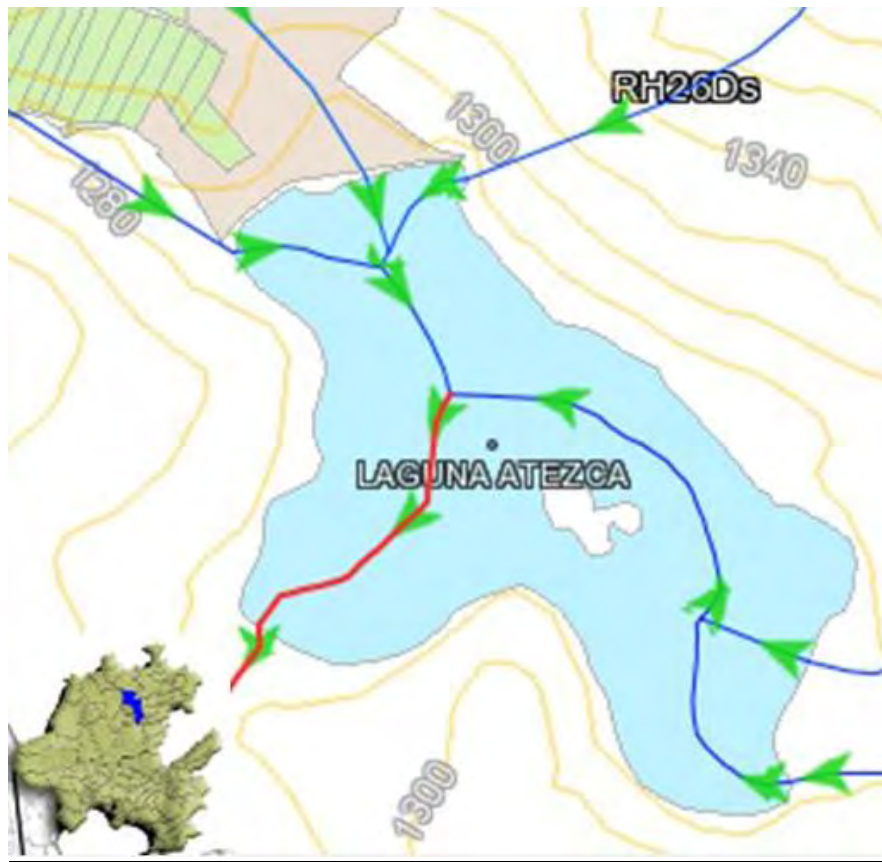
El sistema lacustre ocupa una superficie de 268,000 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de tres millones de m<sup>3</sup>. La profundidad máxima es de 16 m, la media de 6.4m.

Este puede considerarse como un sistema lacustre abierto, pues presenta tres pequeñas corrientes tributarias, provenientes del río Moctezuma, que aportan agua en forma permanente y algunos escurrimientos no puntuales. En el borde sur del lago existe un afluente casi constante regulado por compuertas (Fig. 1).

El intervalo de temperatura es de 12-22°C, con un promedio anual de precipitación que va desde 900 a 1,600 mm, el clima se define como semicálido húmedo con lluvias todo el año (INEGI, 2009).

La laguna se creó con el objetivo de conservar su bello paisaje. El uso principal de la laguna se centra principalmente en actividades; a) Recreativas: pesca, alpinismo, campismo, montar a caballo y lanchas; b) Económicas: agricultura, ganadería y pesca.

En lo que respecta a la comunidad íctica, esta integrada por la Mojarra Nativa (*Cichlasoma labriden*) el cual es considerado eurífago estacional: en invierno/primavera consume animales y en verano/otoño, algas. Además de esto, las hembras son herbívoras todo el año y los machos carnívoros en época fría y fitófagos en meses calientes. La Mojarra africana (*Tilapia rendalli*) es eurífago y después se convierte en herbívoro, caso contrario a la Lobina (*Micropterus salmoides*) siendo carnívoro: juvenil zooplanctofago y adulto piscívoro (Díaz-Pardo & Guerra-Magaña, 1986).



**Fig. 1.** Mapa de la ubicación del cuerpo de agua en el estado de Hidalgo, denotando el simulador del flujo de agua obtenido del SIATL (INEGI 2009)

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

Para conocer la diversidad y distribución del zooplancton, se llevaron a cabo muestreos mensuales, durante un ciclo anual (Noviembre 08 a Noviembre 09) en un horario matutino (10-12hrs). Se establecieron 5 sitios en la zona litoral, distribuidos en el área total del cuerpo de agua (Fig. 2). Las características de cada sitio de muestreo son:

1. Zona con abundante vegetación libre flotadora (*Eichhornia crassipes*); notable cercanía a una de las tributarias.
2. Empleado a una alta actividad recreativa; nado, campismo, renta de lanchas, ganadería ocasional.
3. Ubicado en un claro, con actividad recreativa y ganadera.
4. Situado en la parte Sur, zona de pesca.
5. Dispuesto a los márgenes de las compuertas de la salida de agua, con abundante vegetación (*E. crassipes*).

En el mes de abril del 2009 no se obtuvieron muestras, debido una contingencia de salud (AH1N1).

### **EN CAMPO**

En cada sitio se recolectaron los organismos a partir de un volumen de 120 L con una red para plancton de 50 $\mu$ m de forma horizontal, concentrándose en 100ml, fijandola con formol al 4%.

La muestra viva se obtuvo filtrando entre 60-80 L de agua, con la finalidad de observar a los organismos vivos de algunas especies ya que por poseer una lorica blanda no son fáciles de identificar cuando la muestra se fija con formol, pues se contraen y esto hace que su identificación sea más complicada.

Para el estudio del fitoplancton se filtraron 50 L de agua con una malla de 20 $\mu$ m a los cuales se les agrego 5mL de lugol, para concentrarlas en 100ml.



**Fig. 2.** Mapa de La Laguna Atezca con la designación de los sitios de muestreo (Google maps, 2011)

Las variables fisicoquímicas *in situ* fueron:

- Oxígeno disuelto (OD): Oxímetro con termistor; YSI modelo 55.
- Temperatura (C°), pH, **conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )**: Conductronic.
- Profundidad y transparencia del sitio con un disco de Secchi (cm).

## **EN LABORATORIO**

Respecto a la composición cuantitativa ( $\text{ind m}^{-3}$ ) se utilizaron las muestras fijadas. Los rotíferos se analizaron realizando 3 repeticiones por medio de la cámara de Sedgewick-Rafter (1ml) en un microscopio invertido (Nikon Eclipse TS100), utilizando literatura especializada para su identificación (Koste, 1978), y en caso necesario la obtención del trofi se realizó disolviendo algunos organismos con cloro diluido al 7%. Para los microcrustáceos, se revisaron 5ml de la muestra en un microscopio estereoscópico (Nikon), los cuales eran determinados a nivel de género (Cladóceras) y orden (Copépoda), registrando tanto machos, hembras y copepoditos (Gutiérrez et al., 2008). Se tomó 1ml para la identificación hasta género del fitoplancton bajo un microscopio óptico (Nikon) con las claves de Wehr-Sheath, 2003; Ortega, 1984. Se consideraron los volúmenes originales para estimar la abundancia, del zooplancton.

Las variables fisicoquímicas *ex situ* fueron determinadas con el Fotómetro YSI9100:

- Nitratos ( $\text{mg/l NO}_3$ ): reducción de nitratos a nitritos, para determinar por una reacción de diazonium.
- Fosfatos ( $\text{mg/l}$ ): método de vanadomolibdato.
- Amonio ( $\text{mg/l NH}_4$ ): método de indofenol.

En lo que corresponde a los estadísticos:

- La diversidad de especies ( $H'$ ) se realizó por el índice de Shannon-Wiener, que toma en cuenta dos aspectos, la cantidad de especies presentes en el área de estudio (la riqueza de las especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).
- La relación de rotíferos-microcrustáceos se analizó con una correlación lineal, la cual es usada para predecir/conocer la relación entre dos variables.
- El diagrama de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1985), para analizar la dominancia, graficando la abundancia promedio de cada especie en función del porcentaje de su frecuencia de aparición. Las especies dominantes son aquellas con abundancias y frecuencias mayores respecto a la media aritmética de ambas variables.
- Correlación de Pearson entre los rotíferos y los parámetros fisicoquímicos, el cual es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente (Castañeda, 1990)
- La caracterización del estado saprobico se realizó con el índice de Pantle & Buck (ISPB, 1955; citado en García, 2010), que hace uso del índice saprobio (tablas) y la abundancia. Considerando los siguientes intervalos:
  - 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
  - 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
  - 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
  - **3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.**



- El estado trófico con ayuda del coeficiente propuesto por Sladeczek en 1983 (QB/T) el cual usa el género de *Brachionus* (conectado con aguas eutróficas) y el género *Trichocerca* (cercano a ser puramente oligotrófico) el mismo que indica que a valores que sean menores de 1.0: oligotróficos; 1.0-2.0 mesotrófico; >2.0 eutrófico.
- La preferencia alimenticia de *Asplanchna sp.*, se aplicó para los organismos encontrados en 10ml de cada muestra fijada, se les aisló en un portaobjetos para obtener el contenido estomacal y su trofi en un microscopio óptico, para su cuantificación y posterior análisis con el índice de Alfa de Manly, que evidencia el grado de selectividad hacia las presas consumidas mediante el valor de  $a_i$ , ya que cuando es igual 1/m no hay selección,  $>1/m$  hay preferencia y  $<1/m$  evita especies (Krebs, 1999).

## VII. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del análisis taxonómico de rotíferos de la laguna de Atezca. En total se reportan 54 taxa de los cuales 22 se encontraron en todos los sitios. Estos se encuentran representados en dos órdenes: a) Flosculariacea, con 2 familias, b) Plomida, con 13 familias. Las familias con mayor número de especies son: Leacanidae (16 especies), Brachionidae (7), Colurellidae (7) y Trichocercidae (4) (Fig.3). De las mismas, dos muestran una mayor presencia en relación a los 5 sitios estudiados; Brachionidae y Colurellidae (tabla 1).

Los resultados del análisis taxonómico en la tabla 2 reportan la presencia de dos infraórdenes con una familia en *Cladocera* y dos órdenes en *Copepoda*, mostrando quince géneros de once familias distintas en lo que respecta al fitoplancton.

En lo que concierne a los parámetros físicoquímicos, tanto los Fosfatos, Nitratos y Nitritos presentan una tendencia a la estabilidad hasta el mes de Septiembre en el cual hay un pico con una disminución en Octubre. El promedio de los fosfatos desde Noviembre hasta el mes de Agosto es de 4.84 mg/l, incrementando hasta un promedio de 88.04 mg/l, para volver a un valor de 33.14 mg/l parecido a los nitratos donde los valores promedio se incrementan de 0.15 mg/l de  $\text{NO}_3$  a 11.92 mg/l  $\text{NO}_3$ , denotando el comportamiento totalmente distinto del sitio 4 respecto de los demás. En cuanto al amonio, no se observa una tendencia entre los sitios y se muestran picos de hasta 2.47mg/l  $\text{NH}_4$  (Fig. 4).

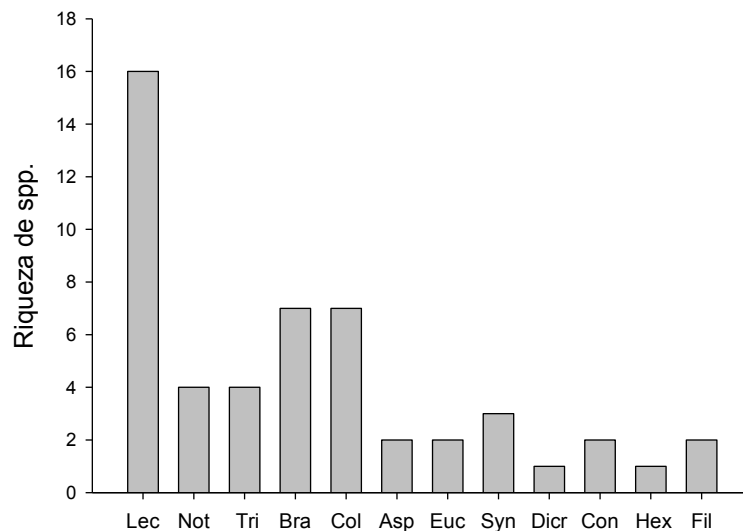
El pH del embalse presenta un valor promedio de 7.3, el intervalo de la conductividad específica va desde 72 a 125  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , así como un promedio de 93  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en los 5 microambientes. La profundidad máxima está presente en el sitio 5 (137 cm) y así como la mínima en el sitio 1 (39 cm), incrementando en el mes de Mayo tanto en profundidad (47 cm) y turbidez (50 cm) a un valor promedio de 210 cm (Fig.5).

| Laguna Atezca, Hidalgo RESULTADOS TAXONOMICOS de rotíferos.              |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| Phylum: Rotifera   | SITIOS   |          |          |          |          |
| Clase: Monogononta   | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| <b>Orden: Ploimida</b>   | <b>M</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>M</b> |
| <b>Familia: Lecanidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)  | X        | X        |          | X        | X        |
| <i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)                             | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)  | X        |          |          | X        |          |
| <i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)                                    | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)                                      | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)                                     | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane inermis</i> (Bryce, 1892)                                      | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)                                     |          |          |          | X        |          |
| <i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914                                    | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)                                   | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane decipiens</i> (Murray, 1913)                                   | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane latissima</i> Yamamoto, 1955                                   |          |          |          |          | X        |
| <i>Lecane hornemanni</i> (Ehrenberg, 1834)                               |          |          | X        | X        | X        |
| <i>Lecane lauterborni</i> (Murray, 1913)                                 |          |          |          |          | X        |
| <i>Lecane inopinata</i> Harring & Myers, 1926                            | X        |          |          |          |          |
| <i>Lecane aculeata</i> (Jakubski, 1912)                                  | X        | X        |          |          | X        |
| <b>Familia: Notommatidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)                             |          |          |          | X        |          |
| <i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)                              | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1830)                          | X        |          |          |          |          |
| <i>Cephalodella microdactyla</i> Koch-Althaus, 1963                      | X        | X        |          | X        |          |
| <b>Familia: Trichocercidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Ascomorphella volvocicola</i> (Plate, 1886)                           | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)                            | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Trichocerca similis grandis</i> Hauer, 1965                           | X        |          |          |          |          |
| <i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)                                |          | X        |          |          |          |
| <b>Familia: Brachionidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Squatinella mutica</i> (Ehrenberg, 1832)                              | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)                                | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Keratella americana</i> Carlin, 1943                                  |          | X        | X        | X        | X        |
| <i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)                        | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)                          | X        | X        |          |          |          |
| <i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898:                              | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)                            |          | X        |          |          |          |
| <b>Familia: Colurellidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)                                    | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Colurella uncinata</i> (Müller, 1773)                                 | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831:                              | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lepadella</i> ( <i>Lepadella</i> ) <i>apsida</i> Harring, 1916        | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lepadella</i> ( <i>Lepadella</i> ) <i>acuminata</i> (Ehrenberg, 1834) | X        | X        |          | X        | X        |
| <i>Lepadella</i> ( <i>Lepadella</i> ) <i>ovalis</i> (Müller, 1786)       | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Lepadella</i> ( <i>Lepadella</i> ) <i>patella</i> (Müller, 1773)      | X        | X        |          | X        | X        |
| <b>Familia: Asplanchnidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Asplanchna tropica</i> Koste & Tobias, 1988                           | X        |          |          | X        | X        |
| <i>Asplanchna silvestri</i> Daday 1902                                   | X        |          | X        |          |          |
| <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850                                  | X        | X        | X        | X        | X        |
| <b>Familia: Euchlanidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832                                | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886                                       | X        | X        | X        | X        |          |
| <b>Familia: Synchaetidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943                                  | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925                             | X        | X        | X        |          |          |
| <i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832                               | X        | X        | X        | X        | X        |
| <b>Familia: Dicranophoridae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Dicranophorus epicharis</i> Harring & Myers, 1928                     | X        |          |          |          |          |
| <b>Familia: Conochilidae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Conochilus</i> ( <i>Conochilus</i> ) <i>unicornis</i> Rousselet, 1892 | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Conochilus</i> ( <i>Conochiloides</i> ) <i>natans</i> (Seligo, 1900)  | X        | X        | X        | X        | X        |
| <b>Familia: Gastropidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870                                  | X        | X        |          |          |          |
| <b>Familia: Mitylinidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912):                                 | X        |          |          |          |          |
| <b>Orden: Flosculariaceae</b>  |          |          |          |          |          |
| <b>Familia: Hexarthridae</b>   |          |          |          |          |          |
| <i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)                          | X        | X        | X        | X        | X        |
| <b>Familia: Filinidae</b>  |          |          |          |          |          |
| <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)                               | X        | X        | X        | X        | X        |
| <i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)                                  |          | X        |          |          | X        |

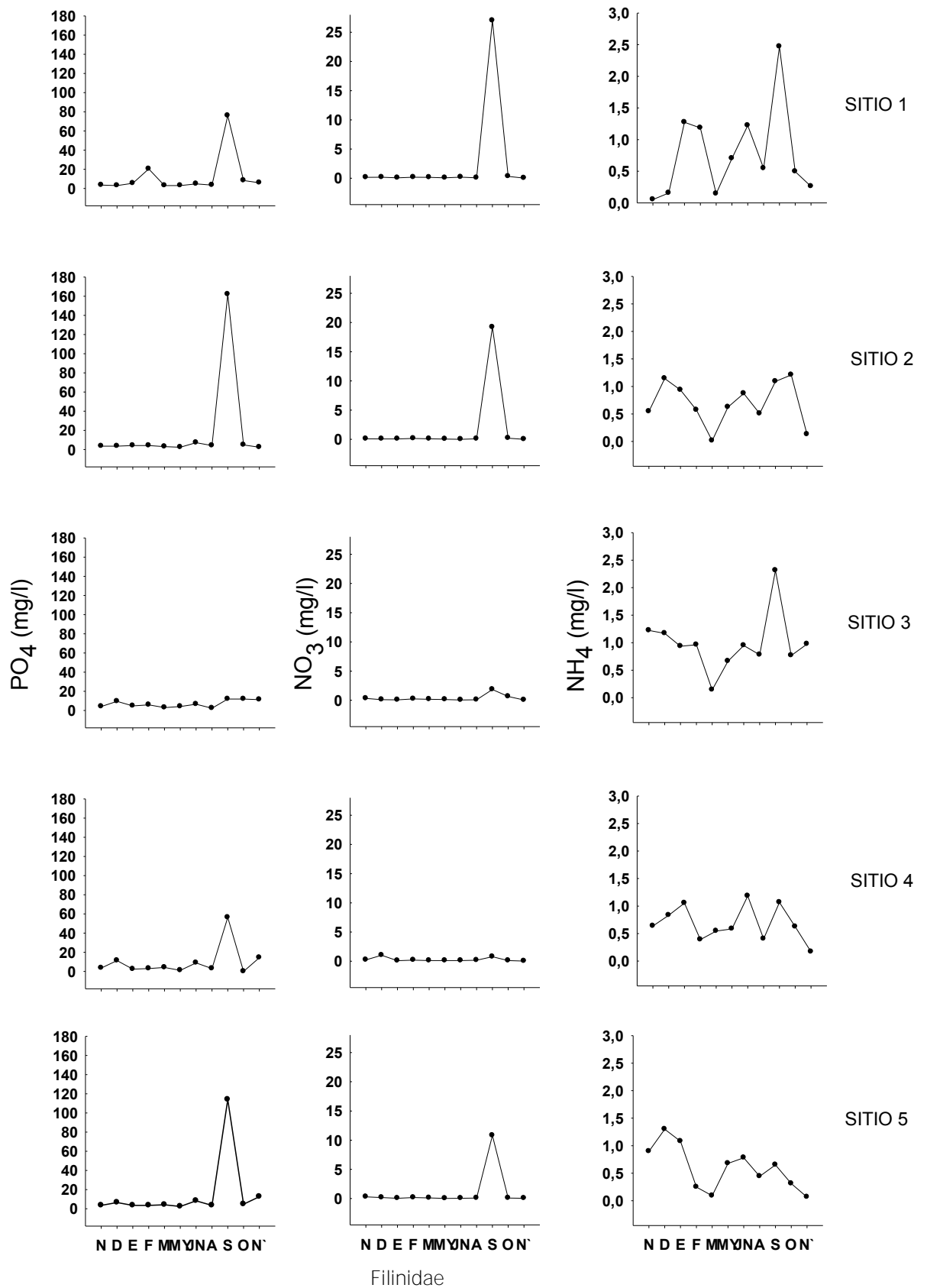
**Tabl a 1.** Composición de los sitios, indicando (X) la presencia de una especie particular. M=sitio con macrofitas; A=ausencia de macrofitas.

| Taxonomía del zooplancton       |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Cyanophyta                      |                                |
| Chroococcales                   | Zygnematales                   |
| Chroococcaceae                  | Zygnemataceae                  |
| <b><i>Microcystis sp.</i></b>   | <b><i>Mougeotia sp.</i></b>    |
| Nostocaceae                     | <b><i>Spirogyra sp.</i></b>    |
| <b><i>Anabaena sp.</i></b>      | <b><i>Zygnema sp.</i></b>      |
| <b><i>Aphanizomenon sp.</i></b> | Desmidiáles                    |
| Oscillatoriaceae                | Closteriaceae                  |
| <b><i>Arthrospira sp.</i></b>   | <b><i>Closterium sp.</i></b>   |
| <b><i>Oscillatoria sp.</i></b>  | <i>Demidiaceae</i>             |
|                                 | <b><i>Staurastrum sp.</i></b>  |
| Pyrrophyta                      |                                |
| Peridinales                     | Cladocera                      |
| Ceratiaceae                     | Sididae                        |
| <b><i>Ceratium sp.</i></b>      | <b><i>Diaphanosoma sp.</i></b> |
| Chlorophyta                     | Daphniidae                     |
| Diatomales                      | <b><i>Ceriodaphnia sp.</i></b> |
| Diatomaceae                     | <b><i>Daphnia sp.</i></b>      |
| <b><i>Diatoma sp.</i></b>       |                                |
| Volvocales                      |                                |
| Volvocaceae                     | Copepoda                       |
| <b><i>Volvox sp.</i></b>        | <b>Calanoida</b>               |
| Chlorococcales                  | <b>Cyclopoida</b>              |
| Oocystaceae                     |                                |
| <b><i>Chlorella sp.</i></b>     |                                |
| Hydrodictyaceae                 |                                |
| <b><i>Pediastrum sp.</i></b>    |                                |

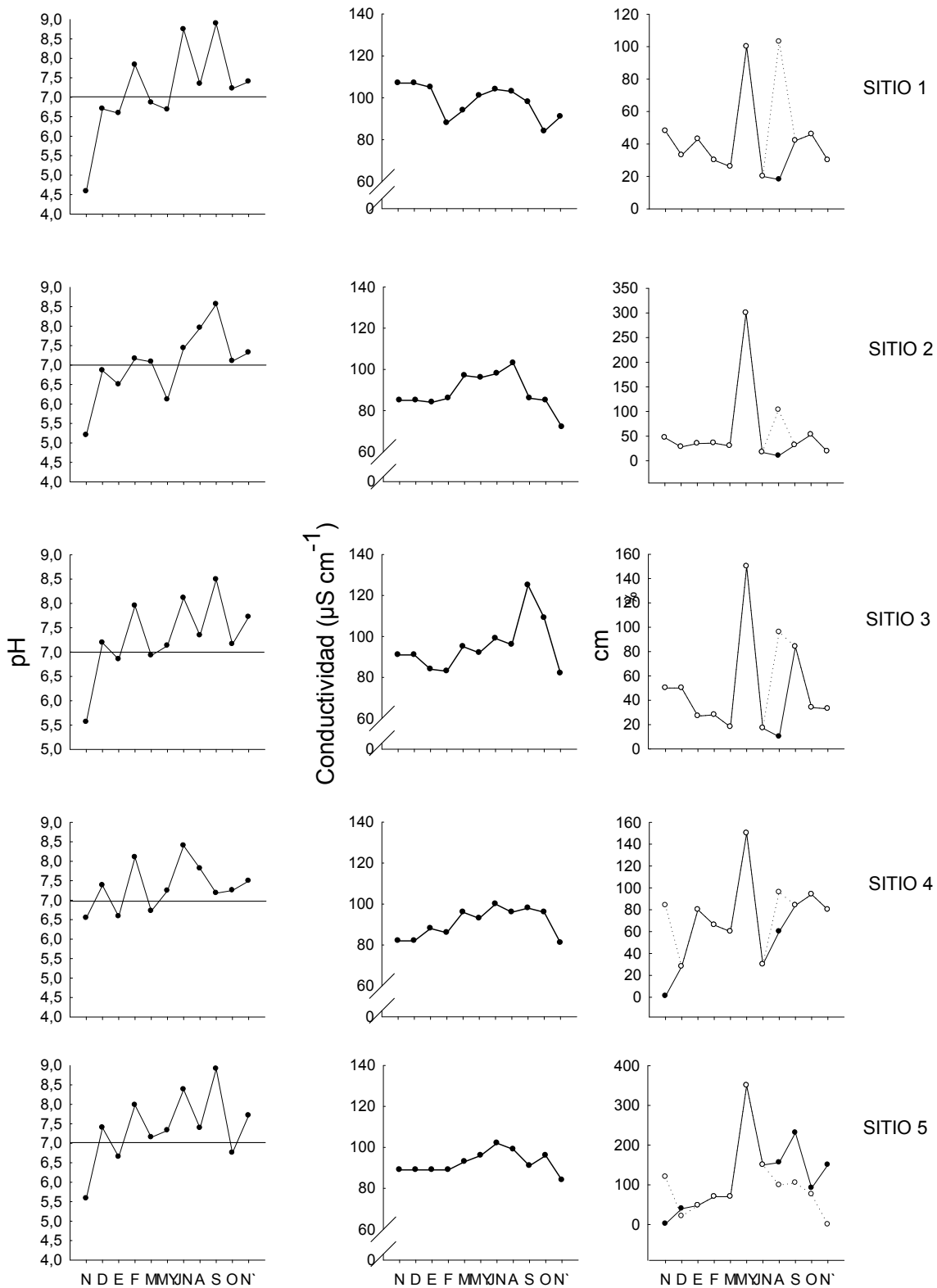
Tabla 2. Lista de comunidades zooplanctónicas observadas en La Laguna Atezca (Hdalgo, México) durante Noviembre 08-09.



**Fig.3.** Riqueza de especies por familias de rotíferos encontradas en la Laguna Atezca. (Lec:Lecanidae, Not:Notommatidae, Tri:Trichocercidae, Bra:Brachionidae, Col:Colurellidae, Asp:Asplanchnidae, Euc:Euchlanidae, Syn:Synchaetidae, Dicr:Dicranophoridae, Con:Conochilidae, Hex:Hexarthridae)



**Fig. 4.** Variación mensual de las concentraciones de fosfatos, nitratos y amonio de los 5 sitios de la Laguna Atezca (Hidalgo).



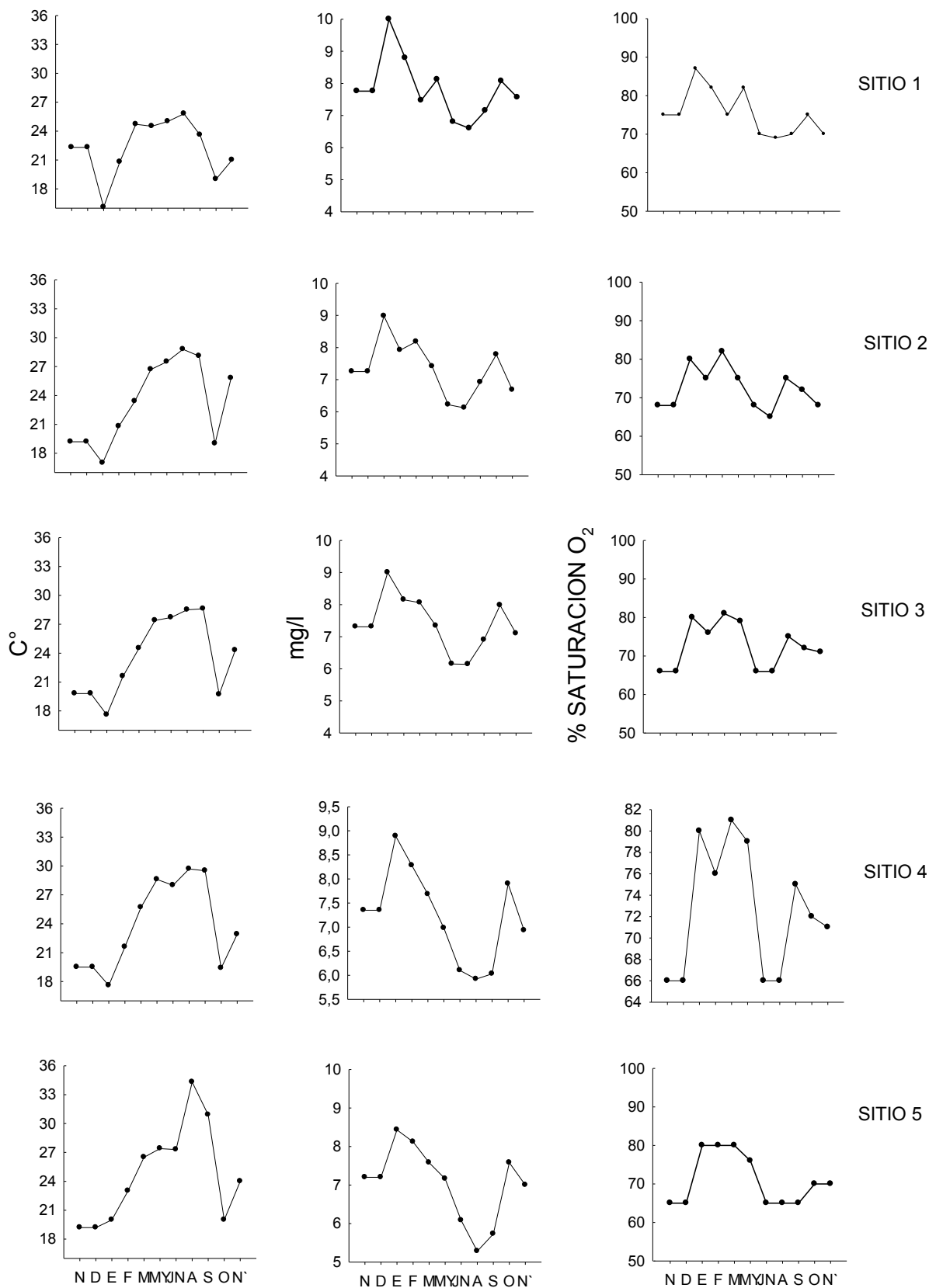
**Fig. 5.** Valores de pH, conductividad, profundidad (●) y transparencia del disco de sechi (Δ), en el cuerpo de agua.

Los valores obtenidos en la medición de la temperatura señalan intervalos entre 16-34°C, siendo Enero el mes mas frio y Agosto el más caluroso. El patron similar del oxígeno disuelto presenta una disminución desde el mes de Mayo; registrando una mínima promedio de 6 mg/l, siendo hasta Septiembre un notable incremento. Estos datos asociados al porcentaje de saturación de oxígeno develan que los niveles son buenos, y en 12 de los muestreos se consideran excelentes (4 de los cuales en Marzo) (Fig. 6).

Los rotíferos registran la mayor abundancia (Ind l<sup>-1</sup>) en los meses de Junio y Noviembre `08; por otra parte, Enero y Noviembre `09 presentaron el menor valor. La abundancia anual de rotíferos en el sistema fue de 6481 Ind l<sup>-1</sup> (Tabla 3). En lo que se refiere al valor por sitios, la estación 4 es la de mayor abundancia, contrastando con la estación 1 (Fig. 14).

En la Fig. 7 se muestra el comportamiento de los grupos representativos de cladóceros, siendo *Daphnia sp.* y *Diaphanosoma sp.* los géneros que presentan una tendencia a decrecer al paso de los meses, discrepando con *Ceriodaphnia sp.* Las máximas se presentan en el mes de Noviembre `09 para *Daphnia sp.* (4 ind l<sup>-1</sup>) y *Ceriodaphnia sp.* (30 ind l<sup>-1</sup>) siendo en el mes de Octubre para *Diaphanosoma sp.* (9 ind l<sup>-1</sup>).

La correlacion entre rotíferos y los parámetros fisicoquímicos (Conductividad, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Ph, OD, %SO<sub>2</sub>, Secchi y T°) realizadas mediante la correlacion de Pearson dio para todos los parámetros no presentaron relaciones significativas P > 0.050 (ANEXO I).

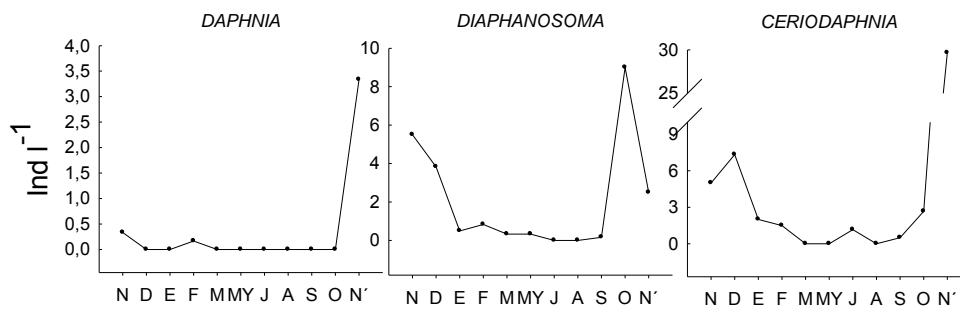


**Fig. 6.** Temperatura del agua (C°), oxígeno disuelto (mg/l) y % SO durante Nov 08-Nov09.



| <b>ABUNDANCIA DE ROTIFEROS (Ind l<sup>-1</sup>)</b> |            |          |          |             |          |             |
|---|------------|----------|----------|-------------|----------|-------------|
| <b>MES</b>  | <b>1</b>   | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b>    | <b>5</b> | <b>SUMA</b> |
| <b>NOV</b>  | 98         | 259      | 520      | 155         | 192      | <b>1224</b> |
| <b>DIC</b>  | 49         | 10       | 227      | 486         | 306      | 1078        |
| <b>ENE</b>  | 23         | 35       | 19       | 30          | 17       | 124         |
| <b>FEB</b>  | 32         | 53       | 58       | 151         | 47       | 341         |
| <b>MAR</b>  | 171        | 146      | 81       | SD          | 37       | 435         |
| <b>MAY</b>  | 33         | 145      | 71       | 338         | 21       | 608         |
| <b>JUN</b>  | 28         | 260      | 168      | 615         | 324      | <b>1395</b> |
| <b>AGO</b>  | 60         | 17       | 11       | 84          | 15       | 187         |
| <b>SEP</b>  | 38         | 11       | 185      | 83          | 33       | 350         |
| <b>OCT</b>  | 128        | 76       | 112      | 205         | 146      | 667         |
| <b>NOV</b>  | 2          | 1        | 49       | 7           | 13       | 72          |
| <b>SUMA</b>   | <b>662</b> | 1013     | 1501     | <b>2154</b> | 1151     | <b>6481</b> |

**Tabla 3.** Abundancias mensuales de rotíferos a lo largo de un año durante el periodo de muestreo (Nov 08-Nov 09). SD: Sin dato.



**Fig.7.** Abundancia de los tres generos de cladóceros reportados en el estudio.

Las proporciones relativas de los tres estadios de copépodos se registraron en todos los meses de estudio, obteniendo valores que muestran una relación inversa hembra-macho en Calanoideos, comportamiento contrario al de los Ciclopoideos. Los estadios juveniles (copepoditos) de ambos grupos se presentaron con valores por debajo de los 20 ind l<sup>-1</sup>, contrastando con los larvales (nauplios), los cuales presentan dos picos, Diciembre 122 ind l<sup>-1</sup> y Agosto 159 ind l<sup>-1</sup> (Fig. 8).

**La diversidad (H')** de rotíferos en el cuerpo de agua tiene un intervalo desde 0.371 a 3.44 durante casi todo el año. El máximo se presentó en el sitio 1 de Diciembre; en contraste, en el mes de Noviembre '09 el sitio 3 presentó los menores valores (Tabla 4). El sitio 5 presentó la máxima anual (Fig. 14.); la Fig. 8 denota la relación entre rotíferos y microcrustáceos.

De las 21 especies dominantes del sistema encontramos a *Keratella cochlearis* como la principal y en orden descendente a: *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta pectinata*, *Trichocerca similis*, *Conochilus unicornis*, *Kellicotia bostoniensis* y *Lepadella patella*. Las dos primeras muestran una alta densidad en el mes de Junio, a diferencia de las restantes las cuales lo presentan en Diciembre. En general las densidades son mayores en los sitios 4 y 5 (Fig. 9, 10 y 11; tabla 5).

La caracterización del estado saprobio (ISPB) conforme a la riqueza anual de rotíferos por especie, así como por sitios por mes muestra una tendencia oligosaprobica (Tabla 6, Fig. 13, Fig.14). Por otro lado los resultados para cada uno de los sitios de manera global son de: 1)1.514 2)1.586 3)1.548 4)1.558 5)1.575, y en lo que respecta al estado trófico que se realizó con ayuda del índice propuesto por Sladeczek; QB/T, dio como resultado 0.3330 (ANEXO I).

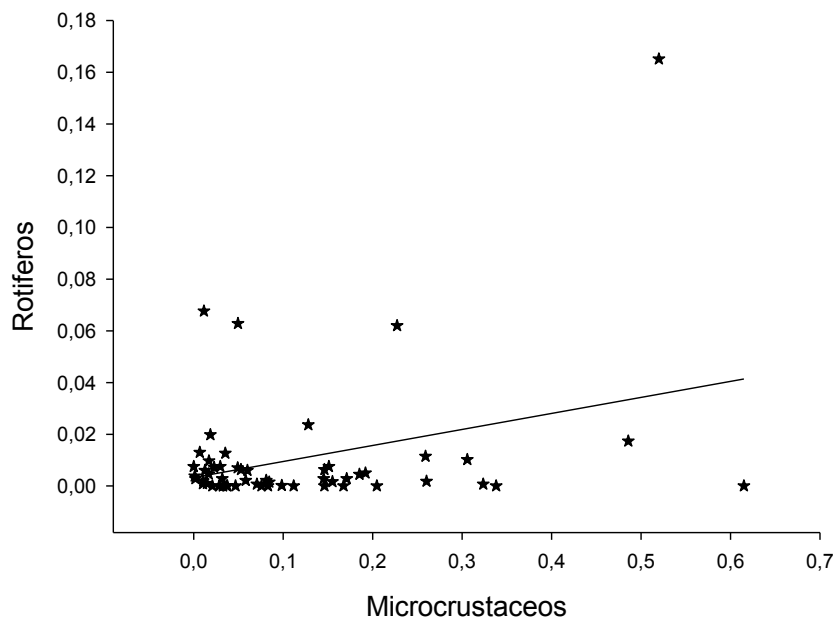
En cuanto al índice de  $\alpha$  Manly, se analizaron 68 *Asplanchna priodonta*, 10 *A. tropica* y 19 *A. sivestri*, de los cuales solo 3 organismos presentaban rotíferos en su contenido estomacal. Los valores del  $\alpha$  son iguales a 1 (ANEXO I).



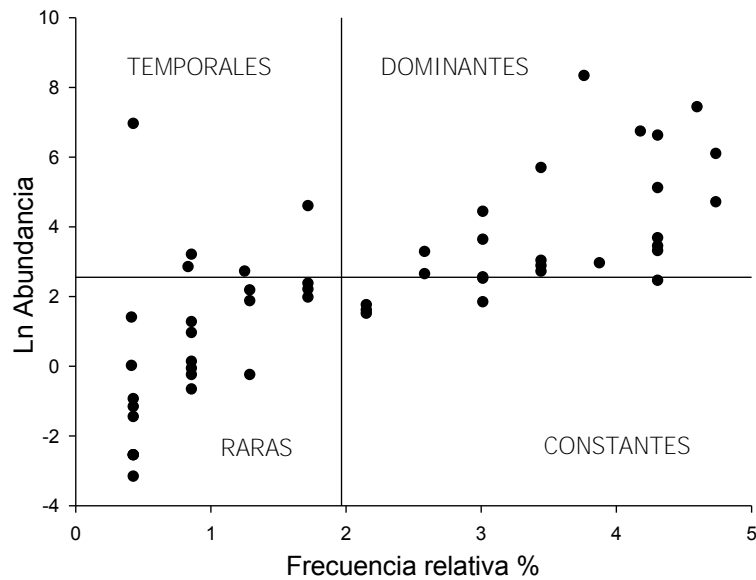
**Fig 8.** Estacionalidad de calanoidea, representantes de microcrustaceos (● machos / ○ hembras) en la Laguna Atezca (Hidalgo, México) de Noviembre 08-09.

|                   | Diversidad (H) |             |             |             |             |
|-------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | <b>1</b>       | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>5</b>    |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 2,522          | 2           | 1,734       | 2,657       | <b>3,11</b> |
| <b>DICIEMBRE</b>  | <b>3,44</b>    | 3,417       | 2,126       | 2,063       | 2,21        |
| <b>ENERO</b>      | 2,992          | 2,628       | 2,501       | 3,263       | 2,077       |
| <b>FEBRERO</b>    | 1,823          | <b>0,49</b> | 0,311       | 0,56        | 1,389       |
| <b>MARZO</b>      | 1,231          | 1,41        | 2,063       | SD          | 2,593       |
| <b>MAYO</b>       | 1,616          | 0,585       | 0,633       | 1,371       | 2,832       |
| <b>JUNIO</b>      | 3,195          | 1,306       | 1,771       | 1,391       | 2,287       |
| <b>AGOSTO</b>     | 0,53           | 2,516       | 2,47        | 0,792       | 1,23        |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 0,579          | 1,609       | 1,682       | 1,406       | 1,401       |
| <b>OCTUBRE</b>    | 1,131          | 1,759       | 1,716       | 1,947       | 2,318       |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 1,859          | 0,961       | <b>0,37</b> | 1,932       | 1,529       |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>1,9</b>     | <b>1,7</b>  | <b>1,58</b> | <b>1,74</b> | <b>2,09</b> |

**Tabla 4.** Cambios estacionales por sitio en el índice de diversidad Shannon-Wiener respecto a los rotíferos. SD: Sin dato.



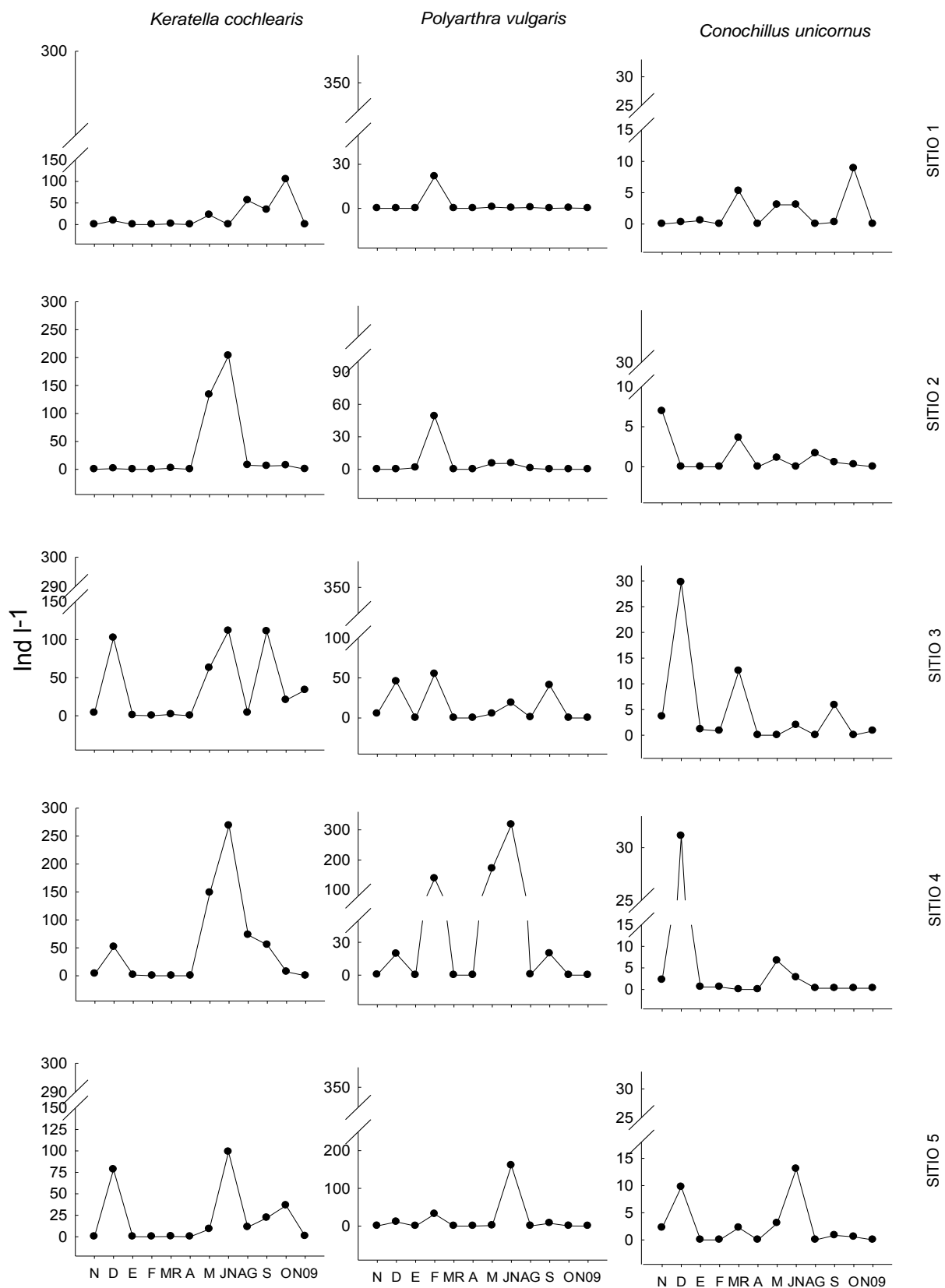
**Fig. 9.** Regresión lineal entre las abundancias de microcrustáceos y rotíferos durante Nov08-Nov09, en el cuerpo de agua (Regresión lineal  $r^2=0.1066$ ;  $n=55$ ).



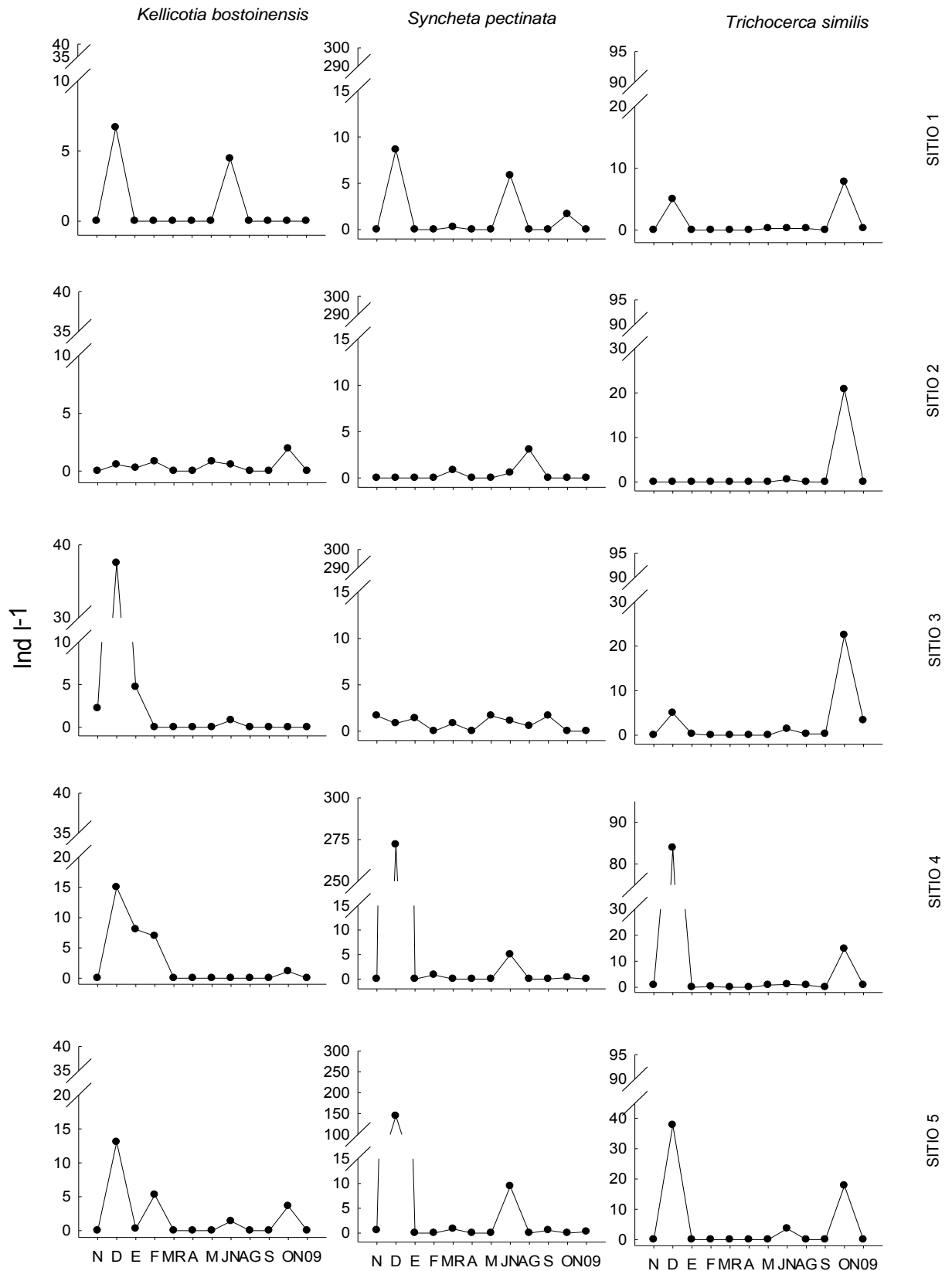
**Fig.10.** Diagrama de Olmstead-Tukey con los 34 taxa de rotíferos encontrados durante el estudio en la Laguna de Atezca.

| <b>CONSTANTES</b>                      | <b>DOMINANTES</b>              |
|--|--------------------------------|
| <i>Conochillus natans</i>              | <i>Asplanchna priodonta</i>    |
| <i>Lecane tenuisetete</i>              | <i>Cephalodella gibba</i>      |
| <i>Lepadella apsida</i>                | <i>Collurella sinistra</i>     |
|  | <i>Collurella obtusa</i>       |
|  | <i>Collurella uncinata</i>     |
|  | <i>Conochillus unicornus</i>   |
|  | <i>Euchlanis dilatata</i>      |
|  | <i>Filina longisetata</i>      |
|  | <i>Hexarthra intermedia</i>    |
|  | <i>Kellicotia bostoinensis</i> |
|  | <i>Keratella cochlearis</i>    |
|  | <i>Lecane bulla</i>            |
|  | <i>Lecane closterocerca</i>    |
|  | <i>Lecane hamata</i>           |
|  | <i>Lepadella acuminata</i>     |
|  | <i>Lepadella ovalis</i>        |
|  | <i>Lepadella patella</i>       |
|  | <i>Polyartra dolycopthera</i>  |
|  | <i>Polyartra vulgaris</i>      |
|  | <i>Synchaeta pectinata</i>     |
|  | <i>Trichocerca similis</i>     |
| <b>TEMPORALES</b>                      |                                |
| <i>Ascomorphella volvocicola</i>       |                                |
| <i>Brachionus falcatus</i>             |                                |
| <i>Colurella adriatica</i>             |                                |
| <i>Euclanis lyra</i>                   |                                |
| <i>Keratella americana</i>             |                                |
| <b>RARAS</b>                           |                                |
| <i>Asplanchna tropica</i>              |                                |
| <i>Asplanchna silvestri</i>            |                                |
| <i>Cephalodella catellina</i>          |                                |
| <i>Cephalodella gibba microdactyla</i> |                                |
| <i>Dicranophorus apicharis</i>         |                                |
| <i>Lecane aculeata</i>                 |                                |
| <i>Lecane latissima</i>                |                                |
| <i>Lecane Lauterborni</i>              |                                |
| <i>Lecane flexilis</i>                 |                                |
| <i>Lecane hormemanni</i>               |                                |
| <i>Lecane luna</i>                     |                                |
| <i>Polyartra mayor</i>                 |                                |
| <i>Scuatinella mutica</i>              |                                |
| <i>Synchaeta stylata</i>               |                                |
| <i>Trichocerca insuluna</i>            |                                |

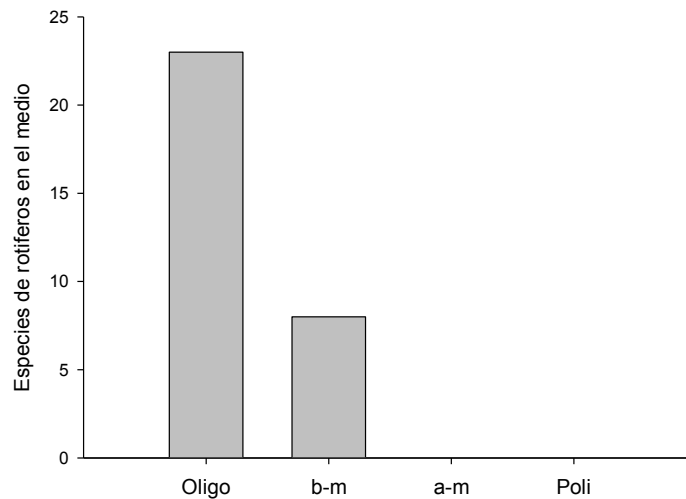
**Tabla 5.** Listado que indica el resultado Olmstead-Tukey en relación a la asociación de los 34 taxa de rotíferos con su abundancia y frecuencia (%).



**Fig. 11.** Cambios mensuales en la abundancia de tres rotíferos dominantes (*K. cochlearis*, *P. vulgaris* y *C. unicornis*).



**Fig. 12.** Variación de la abundancia durante el muestreo anual de *K. bostoinensis*, *S. pectinata* y *T. similis*.



**Fig. 13.** Riqueza anual de rotíferos por especie, de acuerdo a su índice saprobio en el cuerpo de agua; Oligo: oligosaprobio, b-m: betamesosaprobio, a-m: alfamesosaprobio, Poli: polisaprobio. (Remitir a ANEXO 1).

| MES    | Saprobiedad por ISPB |     |     |     |     |
|--------|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|        | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5   |
| NOV    | b-m                  | O   | O   | O   | b-m |
| DIC    | O                    | O   | O   | O   | O   |
| ENE    | O                    | b-m | O   | O   | O   |
| FEB    | b-m                  | b-m | b-m | b-m | b-m |
| MAR    | b-m                  | b-m | O   | SD  | b-m |
| MAY    | b-m                  | b-m | O   | b-m | O   |
| JUN    | O                    | O   | O   | O   | b-m |
| AGO    | O                    | b-m | O   | O   | O   |
| SEP    | O                    | O   | O   | O   | O   |
| OCT    | O                    | O   | b-m | O   | O   |
| nov-09 | O                    | O   | O   | O   | O   |

**Tabla 6.** Calidad saprobica de "La laguna Atezca" por sitio durante el muestreo (Remitir a ANEXO I). SD: Sin dato, O: oligosaprobio, b-m: betamesosaprobio.





**Fig. 14.** Disposicion anual de la abundancia (↑), diversidad (↓) de rotíferos y sabroiedad (☆) donde se indican los máximos y mínimos (1-5) por sitios (M: macrofitas; A: ausencia de macrofitas).

### **XIII. Discusión**

#### **Abundancia, diversidad y distribución de las comunidades.**

En el presente estudio, 24 años después del realizado por Díaz-Pardo y Guerra-Magaña, (1986), se registró la diversidad más alta de rotíferos durante diciembre-febrero, coincidiendo con el estudio previo, obteniendo una disminución a partir de marzo. En contraste se encontró un patrón totalmente opuesto en la riqueza de fitoplancton y zooplancton, con un orden distinto en cuanto a las abundancias; *Ceriodaphnia* sp., *Diaphanosoma* sp. y por último *Daphnia* sp.; como en rotífera con 9 familias, coincidiendo solo en 4 especies; *Asplanchna* sp., *Keratella cochlearis*, *Lepadella patella* y *Polyarthra dolichoptera*.

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a riqueza, la familia Lecanidae fue la que mostró una mayor abundancia, hecho que se puede atribuir a que las especies observadas en su mayoría son cosmopolitas (Sharma, 1977), así como habitantes típicos de ambientes perifíticos (Pejler & Berzins, 1994), litoral epifítico y epibentónico, aunado a su asociación común en vegetaciones poco profundas (*L. monostyla*, *L. lunaris*, *L. luna*) (Koste & Shiel, 1990) o vegetación flotante, además de ser considerados parte del grupo más común de los rotíferos (*L. lunaris*, *L. closterocerca* y *L. flexis*).

Dichas variaciones en la diversidad y densidad se deben en parte a que la vegetación es uno de los factores más importantes que afectan la distribución de rotíferos en lagos y otros cuerpos de agua (Morales-Baquero, 1989; Pennak, 1966; Duggan, 2001), ya que esta riqueza refleja una naturaleza más heterogénea en el ambiente y por lo tanto un nicho más diverso (Havens, 1991). En el presente estudio a pesar de que el sitio 5 se encontraba más cerca de la compuerta, presenta una alta diversidad de rotíferos, al igual que el sitio 2, debido a la gran cantidad de vegetación (*Eichhornia crassipes*) presente en dicha zona. Así mismo, los puntos de muestreo 3 y 4 que presentaron poca

diversidad, estuvieron asociados a poca vegetación y son sitios en los que los pobladores realizaban actividades recreativas y ganaderas, a lo cual se sabe que la perturbación y contaminación reducen la diversidad.

La comunidad de fitoplancton también contrasta con los estudios realizados entre 1981 y 1984 (Sánchez-Rodríguez y Vázquez, 1990), donde la comunidad estuvo compuesta por una mayor diversidad de bacilariofíceas, estos cambios en la estructura coincidirían con García-Rodríguez y col. (2003) quienes mencionan que cuando aumenta la abundancia de cianofíceas disminuirán las bacilariofíceas.

Esta dominancia de cianófitas sobre clorófitas influye en la disminución de diversidad, y contribuye al desarrollo de los florecimientos. Otros factores que también promueven los florecimientos son la transparencia, el incremento de la temperatura y el pH elevado. En cuanto a la transparencia, la zona eufótica se extendió a casi toda la columna de agua, es decir, que en casi toda la zona pudieron existir condiciones favorables para la fotosíntesis del fitoplancton (Gonzales et al., 2004); el incremento en la temperatura (20–25 °C) alcanzando un crecimiento máximo por arriba de los 23°C (Roset et al., 2001) y la composición química del medio (Howard, 1994) como un pH alto (7.5-10) favorecedor de cianobacterias filamentosas el (Vela et al., 2007; Shapiro, 1973) y una vez en la superficie, el viento puede hacer que las cianobacterias se dispersen por todo el lago.

Otro factor esta en relación a los valores de los nutrimentos tales como los nitratos y los fosfatos ya que resultan de suma importancia para la producción primaria (Lampert & Sommer, 1997). La variación está asociada con los eventos de la dinámica del lago; la mezcla (Agosto-Noviembre) causa que los nutrimentos disueltos en la zona profunda del lago se difundan hacia las zonas superficiales, homogeneizándose e incrementando su concentración a lo largo de la columna y favoreciendo el crecimiento fitoplanctónico (Weltzel, 2001). Por esta razón las concentraciones de  $\text{NO}_3$  y  $\text{PO}_4$  medidas en el estudio fueron más

altas durante la época de circulación. En el mes de septiembre se presenta un comportamiento fuera de lo común ya que se reportan valores muy altos, hecho que se atribuye a una sobrevaloración (50%) del equipo usado en la muestra así como a las características del sitio, como la aportación de materia orgánica por las lluvias y altas temperaturas.

En contraparte, durante la estratificación (Abril-Julio) se establece un gradiente de densidad en la columna, el cual reduce el flujo de nutrientes a los estratos superiores del lago (Camacho et al., 2003), situación que limita el crecimiento de fitoplancton (Ramos-Higuera et al., 2008). La escasez de nutrientes limita la producción primaria y las bajas concentraciones de nitratos estimulan la actividad de fijación de nitrógeno de las cianobacterias fijadoras (*Anabaena sp.*), dando como resultado la disminución de clorófitas o de otras cianobacterias no fijadoras (Ruiz et al., 2000).

Los nutrientes también pueden ser afectados por las plantas flotantes como el lirio acuático, que en este caso estuvieron presentes el 58% de los muestreos, estos llegan a disminuir la transparencia y la oxigenación de las aguas y alteran notablemente las condiciones del medio acuático (Vergara, 2002). En este caso, en los sitios donde se encontraba el lirio se registraron niveles altos de pH (Nov. 08), y solo el 12.5% de los sitios mostró niveles altos de amonía sobre nitratos, Quiroz-Flores y col. en el 2008 mencionan que la presencia de lirios disminuye la temperatura subsuperficial, el pH y los niveles de oxígeno disuelto. Esto último propicia una tendencia a disminuir los niveles de nitratos, y eleva los de amonio, contrarrestando así con los resultados, esto se puede atribuir al hecho de que la cobertura de lirio era muy poca o nula para generar el efecto de sombra que afectase la temperatura, así como la barrera física necesaria para afectar el intercambio gaseoso entre la atmósfera y la superficie del agua. Permitiendo así altas concentraciones de OD en el medio y por consiguiente formas químicas muy oxigenadas; nitratos y fosfatos, coincidiendo con los bajos niveles registrados (Christoffersen et al., 2009).

En cuanto a la abundancia de los copépodos durante la recirculación, son los calanoideos así como sus respectivos copepoditos los abundantes, caso contrario a los ciclopoideos ya que estos la alcanzan en las temporadas de frío. Esto se puede deberse a un mecanismo para evitar la competencia o interferencia (Gilbert 1988). A juzgar por los máximos valores de nauplios presentes, los copépodos así como los calanoideos se reprodujeron mas intensamente en los periodos de transición de lluvia a sequia, mismos que concuerdan con los valores altos de los copepoditos al ser antecesores de estos.

Por su parte la comunidad de rotíferos tuvo una abundancia promedio anual de 120 ind l<sup>-1</sup>, composición que se encuentra dominada por herbívoros los cuales están en relación a las macrófitas ya que estas juegan un papel importante en el rol de la estructura de la comunidad de rotíferos, actuando como substrato, proveyendo comida del perifition e interviniendo en las relaciones presa-depredador (Duggan, 2001). Esta hipótesis, sin embargo esta en oposición con Shapiro (1973), quien argumenta que son valores bajos de pH y de nutrientes los factores que afectaran la abundancia de los herbívoros y por ende de la estructura de la comunidad.

Los rotíferos dominaron durante todos los meses, mientras que los microcrustáceos nunca dominaron el zooplancton, debido a sus reducidas abundancias (Seda & Devetter 2000; Riofrío et al., 2003); lo anterior podría indicar una escasa o inexistente interferencia mecánica, ya que es el principal mecanismo de supresión de rotíferos cuando en general, la biomasa de cladóceros, en especial de *Daphnia* es elevada (Gilbert 1988).

No se observó ninguna relación entre rotíferos y cladóceros, lo cual indica poca interacción entre ambos grupos. Es probable que un factor de gran importancia en el control del crecimiento de ambos grupos hayan sido la cantidad y la calidad del alimento disponible (Goulden et al., 1982; Ramos-Rodríguez & Conde-Porcuna, 2003) refiriéndonos a las cianófitas como un alimento de baja

calidad, ya que para algunas especies de crustáceos Gliwicz (1977) afirma que las tasas de filtración, alimentación, fecundación y abundancia están limitadas por las altas concentraciones de algas grandes y filamentosas, o por la competencia de explotación por los recursos (Conde-Porcuna et al., 2004) donde los altos niveles de herbivoría pueden agotar el recurso del fitoplancton consumible.

La depredación en específico de los peces como el factor que pudo incidir en la densidad del zooplancton, dependerá de la selectividad e intensidad de depredación de los mismos (Gliwicz, 1980). En el cuerpo de agua la presencia de *Micropterus salmoides* y de *Tilapia rendalli* disminuirán durante invierno y primavera principalmente la biomasa de *Daphnia* y en menor cantidad la de copépodos. No siendo así por parte de las hembras de *Cichlasoma labriden* las cuales serán el mayor depredador de copépodos durante todo el año y durante las épocas de frío los machos aumentarán la depredación (Díaz-Pardo y Guerra-Magaña, 1986).

Encontrando que bajo la depredación de peces planctívoros la proporción de cladóceros y copépodos disminuye, incrementando las densidades del fitoplancton así como los rotíferos, confirmando como está afecta la composición de especies y la estructura de la comunidad del zooplancton Esta explicación parece coincidir con los resultados presentados, ya que sin peces, una gran porción de la biomasa de microcrustáceos de gran tamaño como *Diaphanosoma* y *Ceriodaphnia* sería la encargada de controlar al fitoplancton, y a los rotíferos (Gilbert, 1990; Arroyo-Bustos et al., 2008).

Por otro lado, la presencia de peces puede haber afectado en la cantidad de especies encontradas. Stenson (1981) demostró que ante la eliminación de este factor de depredación, *K. cochlearis* y *P. dolichoptera* disminuyen dramáticamente, a diferencia de *Conochilus* sp. y *A. priodonta* los cuales se vuelven más frecuentes después de la eliminación de los mismos, esto probablemente por ser considerados posibles presas para los peces.

Por la complejidad del ecosistema, puede ser que los factores ambientales predominen y el efecto top-down sea menos visible, como en el estudio estacional de la variabilidad del fitoplancton y copépodos de Reid et al. (2000), quienes demostraron que el rápido incremento del fitoplancton no era explotado por herbívoros y que más bien tenía que ver con FQ, pero su análisis mostró un fuerte impacto en los copépodos durante verano y otoño.

### **Dominancia de rotíferos y especies bioindicadoras**

La familia Lecanidae incluye más de 100 spp., siendo todas las reportadas en el presente trabajo características de ambientes oligosaprobios y/o β-mesosaprobio. Los géneros *Cephalodella* y *Lepadella* se pueden considerar casi exclusivamente litoral-bentónicos, con tendencias a hábitats oligo-mesotróficos, con poca acidez, a comparación de *Brachionidae* que prefiere condiciones alcalinas y eutróficas (Segers & De Smet, 2008; Sladecek, 1983)

Además de *Brachionidae*, la segunda familia con mayor riqueza es *Colurellidae*, la cual coincide sus preferencias con las características de los sitios, ya que se presenta en sustratos perifíticos (Pejiler & Berzins, 1993; Koste & Shiel, 1989) la mayoría de ellos en plantas sumergidas, flotantes y en sustratos artificiales, además de su preferencia por altas concentraciones de O<sub>2</sub>, aparte de ser considerados polisaprobios (Sladeck, 1983).

Una de las especies temporales reportadas durante el estudio fue *Ascomorphella volvocicola* ya que solo se encontró a finales de otoño (Nov. 08) en el inicio de la recirculación, asociando su alta densidad al florecimiento estacional de *Volvox*, ya que estos son parásitos obligados de esta alga colonial, de la cual la hembra se alimenta y utiliza su interior para la reproducción (Shiel & Koste, 1992; Dand, 1997).

Dentro de las especies comunes y dominantes que encontramos, hay varios factores que afectan su abundancia como el pH, el cual solo coincide con *C. unicornis* ya que según Berzins & Pejler (1987) alcanzan su máximo en  $\text{pH} \leq 7$ . Por otro lado los niveles altos de OD en el agua van a permitir la proliferación de rotíferos como *K. cochlearis*, *P. vulgaris*, *P. major*, *A. priodonta*, *K. longispina*, mismos que son también comunes en estado eutróficos.

Dentro de las 6 especies dominantes, *K. cochlearis* se considera predominante en la superficie de los cuerpos de agua (Rodríguez et al., 2004); en este caso las bajas abundancias de cladóceros permitieron su incremento, debido a la disminución de la competencia entre ellos (Fussman, 1996). *K. Cochlearis*, a diferencia de *Polyarthra*, es una especie no selectiva y cuenta con la habilidad de permanecer largos periodos sin alimentarse, difiriendo de *Synchaeta* la cual si esta limitada por el alimento (Devetter & Sed´a, 2005).

Entre los mecanismos que pueden incrementar la población de *Conochilus* está hecho de que a pesar de ser considerado un herbívoro generalista, es capaz de alimentarse de pequeñas bacterias en presencia de los cladóceros (Hovius & Beisner, 2007) con los cuales generalmente mantiene una competencia. Gracias a su estructura colonial este es uno de los rotíferos menos sensibles a la interacción con depredadores y/o la reducción en la competencia. Llega a ser dominante en lagos oligotróficos y esta presentes en lagos relativamente eutróficos (Berzins & Pejler, 1989).

Otra de las especies más abundantes es *T. similis* la cual concuerda con una tendencia a temperaturas altas como las reportadas (Esparcía, 2001; Segers, 2003) así como con lo mencionado en 1996 por Shiel & Koste, los cuales mencionan que la mayor abundancia se presentará en el litoral asociado a vegetación. Esta especie se considera bioindicador de ambientes oligotróficos.

A pesar de que *K. bostoniensis* es citada como especie de pH ácidos (5.2-6.5), y temperaturas mas bajas a las aquí reportadas (14.3-14.6 °C) (Eloranta,



1988) es una de las especies dominantes en el sistema, hecho que se asocia a su presencia en afluentes eutróficos y corrientes de agua, lo cual puede ser aportado por las temporadas de lluvia durante el muestreo, durante las cuales la estrategia de un crecimiento lento la favorecen, aunado al incremento de su densidad en medida de que el ambiente se torna eutrófico (Landa et al., 2002).

El hecho de haber encontrado en mayor abundancia a algunas especies que a otras estará en relación a su ciclo de vida, como es el caso de *P. dolichoptera* ya que de acuerdo con Stenson (1982) esta muestra abundancia mínima en comparación con *P. vulgaris*, ya que se encontraría en su fase de decadencia.

En lo referente al estado saprobio sobre las especies bioindicadoras de los rotíferos dominantes; *K. cochlearis*, *P. vulgaris* y *S. pectinata* se consideran  $\beta$ -mesosaprobios; *C. unicornis* y *T. similis* oligosaprobios. Coincidiendo así con sus picos de abundancia y el estado saprobio en el que se encontraba el sitio. Respecto al fitoplancton se encontraron géneros de especies reportadas en la compilación de Ruiz en el 2000, entre ellas: *Anabaena aequalis*, *A. planctónica*, *A. spiroides* (oligosaprobias) *A. affinis*, *A. flos-aquae*, *A. oscillatoroides*, *Mycrocystis aureginosa*, *M. flos-aquae*, *M. incerta*, *Scenedesmus acuminatus* ( $\beta$ -mesosaprobios) y *Chlorella vulgaris* (polisaprobias), denotando una concordancia respecto a la saprobiedad con los rotíferos.

Los valores de saprobiedad (ISPB) predominantes estuvieron entre 1.0-1.5, lo que indica aguas con calidad clase I. Durante el último mes frío (febrero) los valores fueron  $\beta$ -mesosaprobios en todos los sitios debido a la asociación del incremento en la materia orgánica con la disminución del volumen del cuerpo de agua. El incremento en la temperatura favorece el metabolismo de organismos como los peces, aumentando la ingesta de alimento y por ende la materia orgánica (Obregon & Andrés, 2006).

El estado trófico diverge en relación a los valores reportados en Valle de Bravo (Nandini et al., 2002; 2008), al presentar niveles de fosfatos promedio de

5,41mg/l (eutrófico), ya que por el contrario en este cuerpo de agua el cociente QB/T (0.33), aunado a los altos niveles de OD, nitratos, transparencia, la fuerte interacción del zooplancton con la baja diversidad del fitoplancton, estarían indicando un estado oligotrófico (Sladeczek, 1983; Camargo & Alonso, 2007; Gonzales et al., 2002; Vanni, 1986). Estas características aunadas a lo considerado por Sladeczek op cit, el cual categoriza el estado  $\beta$ -mesosaprobio como indicador de condiciones eutróficas así como los oligosaprobios con ambientes oligotróficos, nos permite reportarlo en un nivel intermedio de productividad.

### **Contenido Estomacal de *Asplanchna* sp.**

Las densidad de los rotíferos depredadores presentes los valores de sus densidades fueron: *A. priodonta* (0,014 ind l), *A. tropica* (0,00285 ind l) *A. silvestrii* (0,00277 ind l). Los cuales a pesar de su abundancia posiblemente los encontramos en los 5 sitios al haber una gran cantidad de organismos y algas en el medio como posibles presas, aunado a la tendencia hacia la alcalinidad, preferencia que denota Sladeczek en 1985. Así mismo en 1983 reporta que este género se presenta en condiciones meso-eutróficas. La ausencia de *A. sieboldi* en varios sitios, probablemente se debe a la presencia de peces, ya que es considerada presa de estos tal como menciona Stenson (1981).

A pesar de ser reportado que la densidad de los rotíferos puede ser regulada por la depredación en sistemas eutróficos (Conde-Porcuna & Sarma, 1995), ya sea por factores directos (mortalidad), así como de indirectos (reproducción) (Declerck & Conde-Porcuna, 1998) los datos obtenidos en las abundancias, aunado a que su dieta nos muestra la tendencia a actuar como un herbívoro más que como un depredador (Pochiecha & Wilk-Wozniak, 2008) denota que la depredación por *Asplanchna* solo puede tener un impacto aparente sobre las poblaciones cuando esta alcanza densidades altas.

Al igual que en Kappes y col. (2000), los resultados denotan una conducta oportunista en lo que concierne a las tres especies de *Asplanchna* encontradas, ya que ellos reportan el consumo ocasional de rotíferos, además de la íntima relación de la frecuencia de las presas con la composición del plancton, lo cual explicaría la baja ingesta de rotíferos, así como su dieta a base de algas. La presencia de este comportamiento se puede definir como poco usual ya que en general *Asplanchna* es considerado omnívoro, con predilección por *Brachionus* y *K. cochlearis* (Walz, 1995), y a nivel de especie *A. priodonta* y *A. girodi* omnívoros, denotando la preferencia del último por *K. cochlearis* (Salt, 1987) y una mayor tendencia a depredar que *A. priodonta* (Chang, 2010), además de que las formasacampanadas de *A. sieboldi* y *A. silvestri* prefieren presas grandes (Gilbert & Stemberger 1985) estando así mejor adaptadas a ambientes eutróficos (Elser & Goldman, 1991).

La mayoría de los rotíferos con posibilidad de ser presas, en este caso los dominantes aquí encontrados son de mayor tamaño, lo cual puede provocar más encuentros (Sarma, 1993). Sin embargo muchos rotíferos han desarrollado varios mecanismos de defensa para reducir la depredación; movimientos evasivos (*Polyarthra*: movimientos rápidos/ "darting movement"), mayores tallas, formación de colonias, espinas largas o huevos externos (Sarma, 1993; Conde-Porcuna & Sarma, 1995). Es por esto que Iyer & Rao (1996) mencionan que no es significativo el tamaño, y sí el que posean largas sus espinas anteriores y posteriores siendo estas mejores estrategias.

Usar el alfa de Manly es de gran ayuda para definir la predilección por una presa, aunque determinar su comportamiento como herbívoro en este cuerpo de agua no es posible ya que no se llevaron a cabo observaciones directas sobre su comportamiento alimenticio, por lo cual se sugiere que diferentes factores deben de estar involucrados como la talla, los órganos sensoriales o las habilidades para alimentarse, los cuales son factores citados por Salt (1987) como determinantes en su comportamiento alimenticio.

## IX. Conclusiones

§ Durante el periodo Nov´08-Nov´09 la estructura de la comunidad estuvo representada por 54 especies de rotíferos siendo la familia representativa Lecanidae, por parte de los microcrustáceos *Ceriodaphnia sp.*, *Diaphanosoma sp.* y *Daphania sp.*, así como calanoideos y cyclopoideos fueron los representantes.

§ La calidad del alimento (fitoplancton) disponible no fue óptimo, ya que estuvo compuesto por formas filamentosas, así como coloniales.

§ La abundancia promedio anual de los rotíferos fue de 6500 indl<sup>-1</sup> y su mayor diversidad se presentó durante la recirculación. Mientras que para los microcrustáceos fue de 617 indl<sup>-1</sup>, con una máxima en la época fría.

§ La distribución en el litoral mantuvo una estrecha relación con la presencia de vegetación poco profunda favoreciendo familias litorales-bentónicas como Lecanidae y Brachionidae, así como la dominancia de 6 spp.

§ La diversidad de rotíferos no presentó una correlación con los parámetros fisicoquímicos, mas sin embargo mostro una relación con las macrofitas.

§ Se ven presentes dos mecanismos de control: el de depredación por parte de los peces así como la competencia entre las altas poblaciones de *K. cochlearis* (rotífero dominante) con las reducidas abundancias de microcrustáceos.

§ El cuerpo de agua presenta una calidad de agua limpia (oligosaprobio), y un estado mesotrófico con tendencia a la eutrofización.

§ El efecto de la depredación por *Asplanchna* sobre la estructura de la comunidad de rotíferos estuvo influenciada por sus bajas densidades, así como por los mecanismos de defensa de las presas, dando pie al comportamiento inusual de actuar como oportunista o como herbívoro más que como un depredador.

## **X. Bibliografía citada**

Angeler D.C., Alvarez MC., Rojo C & Sánchez S.M. 1999. The significance of water input to plankton biomass and trophic relationship in a semi-arid freshwater wetland (central Sapin). *Journal of Plankton Research*. 22:2075-2093.

Arriaga C.L., V. Aguilar & J. Alcocer. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO. México.

Arroyo-Bustos G.A.M., Lopez L.E. & Voltolina D. 2008. Planktonic crustacean assemblages of three reservoirs from the Mexican Central Plateau: relationships with biotic and abiotic factors. *Hidrobiologica*. 18 (1): 75-83.

Berzins B & Pejler B. 1987. Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*. 147:107-116.

Berzins B & Pejler B. 1988. Rotifer concurrent in relation to oxygen content. *Hydrobiología* 183:165-172.

Berzins B & Pejler B. 1989. Rotifer occurrence and trophic degree. *Hydrobiologia*. 182:171-180.

Berzins B & Pejler B. 1989. Rotifer occurrence in relation to oxygen content. *Hydrobiologia*. 183:165-172.

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

Brendonck L., Maes J. & Roommens W. 2003. The impact of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in a eutrophic subtropical impoundment (Lake Chivero, Zimbabwe). II. Species diversity. *Arch. Hydrobiol.* 158(3); 389-405.

Camacho A., Wurtsbaugh A. W., Miracle M.R., Armengol X. & Vicente E. 2003. Nitrogen limitation of phytoplankton in a Spanish karst lake with a deep chlorophyll maximum: a nutrient enrichment bioassay approach. *Journal of Plankton Research*. 25 (4): 397-404.

Camargo J.A. & Alonso. A. 2007. Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas*. 2.

Castañeda R.P. 1990. Bioestadística aplicada: agronomía, biología, química. 2ed. México. Trillas. 216.

Chang K-H., Doi H. N. & Nakano Y. S. 2010. Feeding habits of omnivorous *Asplanchna*: comparison of diet composition among *Asplanchna herricki*, *A. priodonta* and *A. girodi* in pond ecosystem. *J. Limnol.* 69(2):209-916.

Christoffersen K., Riemann B., Klynsner A. & Sondergaard M. 2009. Potential Role of Fish Predation and Natural Populations of Zooplankton in Structuring a Plankton Community in Eutrophic Lake Water. *Limnology and Oceanography*. 38(3):561-573.

Coello D. & Cajas J. 2004. Distribución y abundancia del plancton en el embalse Chongón. Instituto Nacional de Pesca.

CONABIO: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_075.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_075.html)

Conde-Porcuna J.M. & Sarma.S.S.S. 1995. Prey selection by *Asplanchna girodi* (Rotifera): the importance of prey defence mechanisms. *Freshwater Biol.* 33:341-348.

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

Dand L.K. 1997. *Volvox: Molecular genetic origins of multicellularity and celular differentiation.* Cambridge.

De Nobel W.T., Matthijs C.P.H, Von E. E. & Mur R.L. 2009. Comparison of the Light-Limited Growth of the Nitrogen-Fixing Cyanobacteria *Anabaena* and *Aphanizomenon*. *New Phytologist.* 138 (4):579-587.

Declerck S. & Conde-Porcuna J.M. 1998. Regulation of rotifer species by invertebrate predators in a hypertrophic lake. selective predation on egg-bearing females and induction of morphological defences. *Journal of Plankton Research.* 20(4):605-618.

Devetter M. & Sed'a J. 2005. Decline of clear-water rotifer populations in a reservoir: the role of resource limitation. *Hidrobiología.* 546:509-518.

Díaz-Pardo E. & Guerra-Magaña C. 1986. Estudio bioecológico del lago de Atezca, Hidalgo, México: 1. Análisis limnológico. *Escuela de Ciencias Biologicas.* 30:171-189.

Duggan C.I. 2001. The ecology of periphytic rotifers. *Hydrobiologia.* 146-147:139-148.

Enriquez-Garcia C., Nandini S. & Sarma S.S.S. 2009. Seasonal dynamics of zooplankton in Lake Huetzalín, Xoxhímlco (Mexico city, Mexico). *Limnologia.* 39:283-291.

Eloranta P. 1988. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet), a planktonic rotifer species new to Finland. *Ann.Zool.Fennici.* 25:249-252

Elser J.J. & Goldman C.R. 1991. Zooplankton effects on phytoplankton in lakes of contrasting trophic status. *Limnology and Oceanography.* 36:64-90.

Esparcia A. Armengol X. & Miracle M. R. 2001. Relación de la distribución de los rotíferos con la de los principales factores físicos y químicos en la laguna de la Cruz. *Limnetica.* 20: 305-320.

Fussman F.G., Ellner P.S., Hairston G.N., Jones E.J, Sgertzer W.K & Yoshida T. 2005. Ecological and evolutionary dynamics of experimental plankton communities. *Advances in ecological Research.* 37.

Fussman G. 1996. The importance of crustacean zooplankton in structuring rotifer and phytoplankton communities: an enclosure study. *Journal of plankton research.* 18:1897-1915.

- García D.Y.Y. 2010. Tesis para licenciatura. Sistemas de saprobios para la evaluación biológica de la calidad del agua. UNAM. Facultad de estudios superiores Iztacala.
- García E.C., S.S.S. Sarma & S.Nandini. 2009. Seasonal dynamics of zooplankton in Lake Huetzalin, Xochimilco (Mexico City, Mexico). *Limnologica*. 39:283-291.
- García-Rodríguez J., Molina-Astudillo I.F., Castelan Q.H. & Albarrán T.R. 2003. Especies del fitoplancton presentes en el lago Tonatiahua, Morelos, México. *Acta Universitaria*.13(2): 53-66.
- Geraldes M.A. & Boavida M.J. 2004. Do littoral macrophytes influence crustacean zooplankton distribution?. *Limnetica*. 23:57-64.
- Gilbert J.J. & Stemberger S.R. 1985. Control of *Keratella* populations by interference competition from *Daphnia*. *Limnology and Oceanography*. 30 (1): 180-188.
- Gilbert J.J. 1988. Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: A review of the evidence, the mechanism, and the effects on zooplankton community structure. *Limnology and Oceanography*. 33:1286-1303.
- Gilbert J.J. 1990. Differential effects of *Anabaena affinis* on cladocerans and rotifers: mechanisms and implications. *Ecology*. 71(5):1727-1740.
- Gilbert J.J. 1996. Effect of temperature on the response of planktonic rotifers to a toxic cyanobacterium. *Ecology*. 77(4):1174-1180.
- Gliwicz Z.M. 1977. Food size selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in a eutrophic lake. *Ekol. Pol.* 25: 179-225.
- Gonzales E., Carrillo J. & Carlos V.P. 2004. Características físicas y químicas del embalse Agua Fria (Parque Nacional Macarao, Estado Miranda, Venezuela). *Acta Científica Venezolana*. 55:225-236.
- Gonzales J.E., Ortaz M., Matos L.M., Mendoza J., Peñaherrera C. & Carrillo V. 2002. Zooplankton de dos embalses neotropicales con distintos estados tróficos. *Interciencia*. 27(10).551-558.
- Gouden C.E., Henry L.L. & Tessier A.J. 1982. Body size, energy reserves and competitive ability in three species of Cladocera. *Ecology*. 63:1780-1789.
- Gutierrez M.E., Morales S.E., Aguirre G.A.M., Briano S.M., Ramirez G.J.G. & Espejo G.T. 2008. Cladocera y copepod de las aguas continentales de Mexico, guía ilustrada. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Havens K.E. 1991. Summer zooplankton dynamics in the limnetic and littoral zones of a humic acid lake. *Hydrobiologia*. 215: 21-29.
- Hovius T.J. & Beisner E.B. 2007. Indirect food web effects of *Bythotrephes* invasión: responses by the rotifer *Conochilus* in Harp Lake, Canada. *Biol. Invasions*.9:233-243
- Howard A. 1994. Problem Cyanobacterial Blooms: Explanation and Simulation Modelling. *Transactions of the Institute of British Geographers. New Series*. 19(2):213-224.

- Iannacone J. & Alvarino L. 2007. Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctonicas litorales del humedal pantanos de Villa, Lima, Peru. *Gayana*. 7:49-65.
- INEGI. 2009. Prontuario de informacion geografica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Molango de Escamilla, Hidalgo. Clave geoestadistica 13042.
- Iyer N. & Rao R. 1996. Response of the predatory rotifer *Asplanchna intermedia* to prey species differing in vulnerability: laboratory and field studies. *Freshwater Biology*. 36:521-533.
- Kappes H., Mechenich C. & Sinsch U. 2000. Long-term dynamics of *Asplanchna priodonta* in Lake Windsborn with comments on the diet. *Hydrobiologia*. 432: 91-100.
- Koste W. & Shiel R.J. 1987. Rotifera from Australian Inland waters II\*. *Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta)*. *Invertebr. Tazon*. 7:949-1021.
- Koste W. & Shiel R.J. 1989. Rotifera from Australian Inland waters IV. *Colurellidae (Rotifera: Monogononta)*. *Transactions of the Royal Society of S. Aust.* 113(3):119-143.
- Koste W. & Shiel R.J. 1990. Rotifera from Australian Inland waters V. *Iecanidae (Rotifera: Monogononta)*. *Transactions of the Royal Society of S. Aust.* 114(1):1-36.
- Krebs C.J. 2002. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Benjamin Cummings.
- Krebs J.C. 1999. *Ecological methodology*. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- Lampert W. & Sommer U. 1997. *Limnoecology. The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, Ixford. 382.
- Landa G.G., Rull del Aguila M.L. & Pinto-Coelho M.R. 2002. Distribuicao espacial e temporal de *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera) em um grande reservatório tropical (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil. *Acta Scientiarum*. 24(2):313-319.
- Lannacone J. & Alvarino L. 2006. Diversidad del zooplancton en la reserva nacional de Junin, Peru. *Ecologia Aplicada*. 5(1,2):175-181.
- Lewis H.T. & Britton M.E. *The algae of Illinois*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Morales R. 1987. Distribución de los Rotíferos de la Zona Litoral de las Lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada España. *Limnética* 3:73-80.
- Nandini S. Sarma S.S.S. & Merino-Ibarra M. 2008. Seasonal changes in the zooplankton abundences of the reservoir Valle de Bravo (State of Mexico, Mexico). *Lake and reservoir management*. 24:xx-xx.
- Nandini S., Ramirez G.P., Valderrama R. E., Sarma S.S.S., Cuesta I. & Hurtado D.M. 2002. Seasonal variations of zooplankton abundance un the freshwstar reservoir Valle de Bravo (Mecio). *Hydrobiologia*. 467: 90-108.



- Nogrady T.R.L., Wallace T. & Snell W. 1993. Rotifera. Vol. 1: Biology, ecology, and systematics. In Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, H.J. Dumont. SPB Academic Publishing.
- Obregón A. & Andrés D. 2006. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET Revista electrónica de veterinaria. 7(11):1-24.
- OCDE. 1982. Eutrofización del agua. Metodos de supervivencia, de evaluación y de lucha. Paris. 164pp.
- Ortega M.M. 1984. Catalogo de algas continentales recientes de Mexico. Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Paggi S.J. 2004. Diversidad de Rotíferos Monogonta del Litoral Fluvial Argentino. INSUGEO Miscelánea. 12:185-194.
- Pejler B. & Berzins B. 1993. On the ecology of Colurellidae (Rotifera). Hidrobiología. 263:61-64.
- Pejler B. & Berzins B. 1994. On the ecology of Lecane (Rotifera). Hidrobiología. 273:77-80.
- Pérez D.S., Soraci A.L. & Tapia M.O. 2008. Cyanobacteria and cyanotoxin: role of microcystins on human and animal health and their detection in water samples. *Analecta Veterinaria*. 28 (1):48-56.
- Pennak R.N. 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol. Oceanogr.* 2: 222–232.
- Pint-Coelho R.M. 1998. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. *Freshwater biology*, 40:159-173.
- Pochiecha A. & Wilk-Woźniak E. 2008. Comments on the diet of *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850) in the Dobczycki dam reservoir on the basis of field sample observations. *Oceanol. Hydrobiol. St.* 37:63-69.
- Quiroz-Flores A., Miranda-Arce G.M. & Lot-Helgueras A. 2008. Estudio comparativo de algunas variables fisicoquímicas del agua en canales secundarios de Xochimilco con y sin *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach. *Polibotanica*. 25:127-133.
- Ramírez J.J.R. & Alcaraz H. 2002. Dinámica de la producción primaria fitoplanctónica en un sistema eutrófico tropical; laguna del parque norte, Medellín, Colombia. *Caldasia* 24(2):411-423.
- Ramos-Higuera E., Alcocer J., Ortega-Mayagoitia E. & Camacho A. 2008. Nitrogeno: elemento limitante para el crecimiento fitoplanctónico en un lago oligotrófico tropical. *Hidrobiológica* 18(1 suplemento): 105-113.
- Ramos-Rodríguez E. & Conde-Porcuna J.M. 2003. Nutrient limitation on planktonic rotifer: life history consequences and starvation resistance. *Limnology and Oceanography*. 48: 933-938.
- Reid. P.C., Battle V.J.E., Battem D. & Brander M.K. 2000. Impacts of fisheries on plankton community structure. *ICES. Journal of Marine Science*. 57:495-502.

- Riofrio J., Samanez J., Carrasco F., & Clavo M. 2003. Caracterización limnológica de la laguna de Cashiborocho (Ucayali-Peru) durante el año 2001. *Revista peruana de biología*. 10:183-194.
- Ruiz M.J.L. 2000. Fitoplancton. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). CNA. Plaza y Valdes. México. 43-85.
- Roset, J., Aguayo, S. & Muñoz, M.J. 2001. Detección de cianobacterias y sus toxinas. Una revisión. *Rev. Toxicol.* 18: 65-71.
- Salt G.W. 1987. The components of feeding behavior in rotifers. *Hydrobiologia*, 147:271-281.
- Sanchez-Rodriguez Ma. E. & Vazquez G. 1990. Estudio bioecológico de la laguna Atezca, Hidalgo, Mexico II, Analisis de la comunidad fitoplanctonica. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Méx.* 33:9-19.
- Sarma S.S.S. 1993. Feeding responses of *Asplanchna brightwellii* (Rotifera): laboratory and field studies. *Hydrobiologia*. 255-256:275-282.
- Sarma S.S.S. 1999. Checklist of rotifers (Rotifera) from Mexico. *Env. Ecol.* 17(4): 978-983.
- Seda J. & Devetter M. 2000. Zooplankton community structure along a trophic gradient in a canyon-shaped reservoir. *Journal of Plankton Research*. 22:1829-1840.
- Segers H. & De Smet H.W. 2008. Diversity and endemism in rotifera: a review, and *Keratella Bory de St Vincent*. *Biodivers Conserv.* 17:303-316.
- Segers H. 2003. A biogeographical analysis of rotifers of the genus *Trichocerca* Lamarck, 1801 (Trichocercidae, Monogononta, Rotifera), with notes on taxonomy. *Hidrobiología*. 500:103-114.
- Shapiro J. 1973. Blue-green algae: Why they become Dominant. *Science, New Series*. 179/401:382-384.
- Sharma B. K. 1977. On a small collection of rotifers (Class : Rotifera) from Orissa. *Newsl, zool. Surv . India*. 3 (4); 189-190.
- Shiel R.J. & Koste W. 1992. Rotifera from Australian inland waters VIII. Trichocercidae (Monogononta). *Transactions of the Society of S. Aust.* 116(1):1-27.
- Sinsch U., Mechenich C. & Kappes H. 2000. Long-term dynamics of *Asplanchna priodonta* in Lake Windsborn with comments on the diet. *Hydrobiologia*. 432:91-100.
- Sladeczek V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*. 100:169-201.
- Sladeczek V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie*. 7:128.
- Sokal, R., & F. Rohlf. 1985. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, U.S.A. 776 pp.
- Stenson J.A.E. 1982. Fish impact on rotifer community structure. *Hydrobiologia*. 87:57-64.

Thorp J. & Covich, A. 1991. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. San Diego.

Valdivia R. & Zambrano F. 1989. Cladoceros de la Laguna de Paca, Junín. Relaciones ecológicas entre hábitat y especie. Boletín de Lima (Perú). 64:83-89.

Valdivia R. L. 1990. Observaciones sobre la fauna cladocera de algunas lagunas de Alto andinas del Perú. Boletín de Lima (Perú). 71:63-79.

Vela, L., Sevilla E., Martín B., Pellicer S., Bes Ma. T., Fillat M. F. & Peleato Ma. L. 2007. Las microcistinas. Real Academia de Ciencias. Zaragoza. 62. 135-146.

Vergara D. 2002. Contaminación de aguas y la proliferación de organismos productores de toxinas. NATURA. Revista científica y humanística de la Universidad Autónoma de Chiriquí. 10 págs.

Walz N. 1995. Rotifer populations in plankton communities: Energetics and life history strategies. *Experientia*. 51:437-453.

Wehr D.J. & Sheath G.R. 2003. Freshwater algae of North America: ecology and classification. Academic press. Massachusetts.

Wetzel R.G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Third edition. Academic press. USA. 1006.

Williamson C.E. & Butler M.N. 1986. Predation on rotifers by the suspension-feeding calanoid copepod *Diaptomus pallidus*. *Limnology and Oceanography* 31(2):393-402.

# ANEXO I

## Indice saprobico de Pantle y Buck (ISPB) (Foissner 1992)

| ΣN<br>Especie de rotifero        | N por sitio Noviembre 08 |    |    |    |    | IS      | (N*IS) por sitio |      |      |      |     |
|----------------------------------|--------------------------|----|----|----|----|---------|------------------|------|------|------|-----|
|                                  | 1                        | 2  | 3  | 4  | 5  |         | 1                | 2    | 3    | 4    | 5   |
| <i>Ascomorphella volvocicola</i> | 5                        | 5  | 5  | 5  | 5  | 1,5     | 7,5              | 7,5  | 7,5  | 7,5  | 7,5 |
| <i>Asplanchna priodonta</i>      |                          |    | 1  | 1  | 1  | 1,5     | 0                | 0    | 1,5  | 1,5  | 1,5 |
| <i>Cephalodella catellina</i>    |                          |    |    | 1  |    | 1,7     | 0                | 0    | 0    | 1,7  | 0   |
| <i>Cephalodella gibba</i>        | 3                        | 3  | 1  | 1  | 3  | 2       | 6                | 6    | 2    | 2    | 6   |
| <i>Colurella adrictica</i>       |                          |    |    | 3  | 1  | 1,8     | 0                | 0    | 0    | 5,4  | 1,8 |
| <i>Colurella obtusa</i>          |                          |    |    |    | 1  | 1,5     | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,5 |
| <i>Colurella uncinata</i>        |                          | 3  | 1  | 3  | 3  | 1,3     | 0                | 3,9  | 1,3  | 3,9  | 3,9 |
| <i>Conochillus natans</i>        |                          |    |    |    | 1  | 1       | 0                | 0    | 0    | 0    | 1   |
| <i>Conochillus unicornis</i>     |                          | 3  | 3  | 1  | 1  | 1,3     | 0                | 3,9  | 3,9  | 1,3  | 1,3 |
| <i>Euclanis dilatata</i>         |                          |    |    |    | 1  | 1,9     | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,9 |
| <i>Hexartha intermedia</i>       |                          |    | 1  |    |    | 1,2     | 0                | 0    | 1,2  | 0    | 0   |
| <i>Keratella cochlearis</i>      |                          |    | 3  | 3  |    | 1,2     | 0                | 0    | 3,6  | 3,6  | 0   |
| <i>Lecane bulla</i>              |                          |    |    | 1  | 3  | 1,9     | 0                | 0    | 0    | 1,9  | 5,7 |
| <i>Lecane closterocerca</i>      | 3                        | 3  | 1  | 3  | 3  | 2,1     | 6,3              | 6,3  | 2,1  | 6,3  | 6,3 |
| <i>Lecane hamata</i>             | 1                        | 1  |    | 3  | 1  | 1,4     | 1,4              | 1,4  | 0    | 4,2  | 1,4 |
| <i>Lecane tenuiseta</i>          |                          |    |    | 1  | 1  | 1,9     | 0                | 0    | 0    | 1,9  | 1,9 |
| <i>Lepadella acuminata</i>       |                          | 1  |    |    | 1  | 1,3     | 0                | 1,3  | 0    | 0    | 1,3 |
| <i>Lepadella ovalis</i>          |                          | 1  |    |    |    | 1,2     | 0                | 1,2  | 0    | 0    | 0   |
| <i>Lepadella patella</i>         | 3                        | 3  |    | 3  | 3  | 1,4     | 4,2              | 4,2  | 0    | 4,2  | 4,2 |
| <i>Polyartra dolychoptera</i>    |                          | 1  |    |    |    | 1,5     | 0                | 1,5  | 0    | 0    | 0   |
| <i>Polyartra vulgaris</i>        |                          |    | 3  | 1  | 1  | 2,1     | 0                | 0    | 6,3  | 2,1  | 2,1 |
| <i>Scuatinella mutica</i>        |                          | 1  |    | 1  |    | 1,3     | 0                | 1,3  | 0    | 1,3  | 0   |
| <i>Syncheta pectinata</i>        |                          |    | 1  |    | 1  | 1,7     | 0                | 0    | 1,7  | 0    | 1,7 |
| <i>Trichocerca similis</i>       |                          |    |    | 1  |    | 1,5     | 0                | 0    | 0    | 1,5  | 0   |
| ΣN                               | 15                       | 25 | 20 | 32 | 31 | Σ(N*IS) | 25,4             | 38,5 | 31,1 | 50,3 | 51  |

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISPB= | 1,693 | 1,540 | 1,555 | 1,572 | 1,645 |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | N |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

- 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero          | N por sitio Diciembre |           |           |           |           | IS             | (N*IS) por sitio |             |             |             |             |
|------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                              | 1                     | 2         | 3         | 4         | 5         |                | 1                | 2           | 3           | 4           | 5           |
| <i>Asplanchna priodonta</i>  | 1                     |           | 1         | 1         | 1         | 1,5            | 1,5              | 0           | 1,5         | 1,5         | 1,5         |
| <i>Cephalodella gibba</i>    |                       | 1         |           |           |           | 2              | 0                | 2           | 0           | 0           | 0           |
| <i>Colurella adriatica</i>   |                       |           |           | 1         |           | 1,3            | 0                | 0           | 0           | 1,3         | 0           |
| <i>Colurella obtusa</i>      | 1                     |           |           |           | 1         | 1,5            | 1,5              | 0           | 0           | 0           | 1,5         |
| <i>Colurella uncinata</i>    | 1                     | 1         |           | 1         | 1         | 1,3            | 1,3              | 1,3         | 0           | 1,3         | 1,3         |
| <i>Conochillus natoms</i>    |                       |           |           |           | 1         | 1              | 0                | 0           | 0           | 0           | 1           |
| <i>Conochillus unicornis</i> | 1                     |           | 5         | 5         | 3         | 1,3            | 1,3              | 0           | 6,5         | 6,5         | 3,9         |
| <i>Hexartha intermedia</i>   |                       |           | 3         |           |           | 1,2            | 0                | 0           | 3,6         | 0           | 0           |
| <i>Keratella cochlearis</i>  | 3                     | 1         | 5         | 5         | 5         | 1,2            | 3,6              | 1,2         | 6           | 6           | 6           |
| <i>Lecane bulla</i>          |                       | 1         |           |           |           | 1,9            | 0                | 1,9         | 0           | 0           | 0           |
| <i>Lecane clostercerca</i>   | 1                     | 1         |           |           | 1         | 2,1            | 2,1              | 2,1         | 0           | 0           | 2,1         |
| <i>Lecane flexis</i>         |                       |           |           | 1         |           | 1,1            | 0                | 0           | 0           | 1,1         | 0           |
| <i>Lecane hamata</i>         | 1                     | 1         | 1         |           | 1         | 1,4            | 1,4              | 1,4         | 1,4         | 0           | 1,4         |
| <i>Lecane tenuiseta</i>      | 1                     | 1         |           | 1         |           | 1,9            | 1,9              | 1,9         | 0           | 1,9         | 0           |
| <i>Lepadella acuminata</i>   | 1                     | 1         |           | 3         | 1         | 1,3            | 1,3              | 1,3         | 0           | 3,9         | 1,3         |
| <i>Lepadella ovalis</i>      | 1                     | 1         |           | 1         | 1         | 1,2            | 1,2              | 1,2         | 0           | 1,2         | 1,2         |
| <i>Lepadella patella</i>     | 1                     | 1         |           | 1         | 1         | 1,4            | 1,4              | 1,4         | 0           | 1,4         | 1,4         |
| <i>Polyartra vulgaris</i>    |                       |           | 5         | 3         | 3         | 2,1            | 0                | 0           | 10,5        | 6,3         | 6,3         |
| <i>Synchaeta pectinata</i>   | 3                     |           | 1         | 5         | 5         | 1,7            | 5,1              | 0           | 1,7         | 8,5         | 8,5         |
| <i>Trichocerca similis</i>   | 3                     |           | 3         | 5         | 5         | 1,5            | 4,5              | 0           | 4,5         | 7,5         | 7,5         |
| <b>ΣN</b>                    | <b>19</b>             | <b>10</b> | <b>24</b> | <b>33</b> | <b>30</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>28,1</b>      | <b>15,7</b> | <b>35,7</b> | <b>48,4</b> | <b>44,9</b> |

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,479</b> | <b>1,570</b> | <b>1,488</b> | <b>1,467</b> | <b>1,497</b> |

|                       |   |                              |
|-----------------------|---|------------------------------|
|                       | N |                              |
| <b>Pocas</b>          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| <b>Abundantes</b>     | 3 | Abundancias 10 y 100         |
| <b>Muy abundantes</b> | 5 | A. por arriba de 100         |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero           | N por sitio Enero |           |           |           |          | IS             | (N*IS) por sitio |             |             |             |             |
|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | 1                 | 2         | 3         | 4         | 5        |                | 1                | 2           | 3           | 4           | 5           |
| <i>Asplanchna priodonta</i>   |                   |           | 3         |           |          | 1,5            | 0                | 0           | 4,5         | 0           | 0           |
| <i>Cephalodella gibba</i>     |                   | 1         |           | 1         | 1        | 2              | 0                | 2           | 0           | 2           | 2           |
| <i>Colurella adriatica</i>    |                   | 1         |           |           |          | 1,8            | 0                | 1,8         | 0           | 0           | 0           |
| <i>Colurella obtusa</i>       | 1                 | 1         |           | 1         | 1        | 1,5            | 1,5              | 1,5         | 0           | 1,5         | 1,5         |
| <i>Colurella uncinata</i>     | 1                 |           |           |           | 1        | 1,3            | 1,3              | 0           | 0           | 0           | 1,3         |
| <i>Conochillus unicornis</i>  | 1                 |           | 1         | 1         |          | 1,3            | 1,3              | 0           | 1,3         | 1,3         | 0           |
| <i>Euclanis dilatata</i>      |                   |           |           | 3         |          | 1,9            | 0                | 0           | 0           | 5,7         | 0           |
| <i>Keratella cochlearis</i>   |                   |           | 1         | 1         |          | 1,2            | 0                | 0           | 1,2         | 1,2         | 0           |
| <i>Lecane bulla</i>           | 1                 |           |           |           |          | 1,9            | 1,9              | 0           | 0           | 0           | 0           |
| <i>Lecane closterocerca</i>   | 1                 | 3         | 1         | 1         | 1        | 2,1            | 2,1              | 6,3         | 2,1         | 2,1         | 2,1         |
| <i>Lecane flexis</i>          |                   |           |           | 1         |          | 1,1            | 0                | 0           | 0           | 1,1         | 0           |
| <i>Lecane hamata</i>          |                   |           |           | 1         | 1        | 1,4            | 0                | 0           | 0           | 1,4         | 1,4         |
| <i>Lecane tenuiseta</i>       |                   |           |           | 1         |          | 1,9            | 0                | 0           | 0           | 1,9         | 0           |
| <i>Lepadella acuminata</i>    | 3                 |           |           | 1         |          | 1,3            | 3,9              | 0           | 0           | 1,3         | 0           |
| <i>Lepadella ovalis</i>       | 3                 | 1         |           | 1         | 3        | 1,2            | 3,6              | 1,2         | 0           | 1,2         | 3,6         |
| <i>Lepadella patella</i>      | 3                 | 3         |           | 1         | 1        | 1,4            | 4,2              | 4,2         | 0           | 1,4         | 1,4         |
| <i>Polyartra dolychopthra</i> |                   | 3         | 3         |           |          | 1,5            | 0                | 4,5         | 4,5         | 0           | 0           |
| <i>Polyartra vulgaris</i>     |                   | 1         |           |           |          | 2,1            | 0                | 2,1         | 0           | 0           | 0           |
| <i>Synchetas pectinata</i>    |                   |           | 1         |           |          | 1,7            | 0                | 0           | 1,7         | 0           | 0           |
| <i>Trichocerca similis</i>    |                   |           | 1         |           |          | 1,5            | 0                | 0           | 1,5         | 0           | 0           |
| <b>ΣN</b>                     | <b>14</b>         | <b>14</b> | <b>11</b> | <b>14</b> | <b>9</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>19,8</b>      | <b>23,6</b> | <b>16,8</b> | <b>22,1</b> | <b>13,3</b> |

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,414</b> | <b>1,686</b> | <b>1,527</b> | <b>1,579</b> | <b>1,478</b> |

|                       |   |                              |
|-----------------------|---|------------------------------|
| <b>Pocas</b>          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| <b>Abundantes</b>     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| <b>Muy abundantes</b> | 5 | A. por arriba de 100         |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero          | N por sitio Febrero |   |   |    |    | IS             | (N*IS) por sitio |      |      |      |      |
|------------------------------|---------------------|---|---|----|----|----------------|------------------|------|------|------|------|
|                              | 1                   | 2 | 3 | 4  | 5  |                | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    |
| <i>Cephalodella gibba</i>    | 1                   | 1 | 1 | 1  | 1  | 2              | 2                | 2    | 2    | 2    | 2    |
| <i>Colurella uncinata</i>    | 1                   | 1 |   |    | 1  | 1,3            | 1,3              | 1,3  | 0    | 0    | 1,3  |
| <i>Conochillus natans</i>    | 1                   |   |   |    |    | 1              | 1                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <i>Conochillus unicornis</i> |                     |   | 1 | 1  |    | 1,3            | 0                | 0    | 1,3  | 1,3  | 0    |
| <i>Euclanis dilatata</i>     |                     |   |   |    | 1  | 1,9            | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,9  |
| <i>Lecane closterocerca</i>  | 1                   | 1 |   |    |    | 1,9            | 1,9              | 1,9  | 0    | 0    | 0    |
| <i>Lecane hamata</i>         | 1                   |   |   |    |    | 1,4            | 1,4              | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <i>Lepadella acuminata</i>   | 1                   |   |   | 1  | 1  | 1,3            | 1,3              | 0    | 0    | 1,3  | 1,3  |
| <i>Lepadella ovalis</i>      | 1                   | 1 | 1 | 1  |    | 1,2            | 1,2              | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 0    |
| <i>Lepadella patella</i>     | 1                   |   | 1 | 1  | 1  | 1,4            | 1,4              | 0    | 1,4  | 1,4  | 1,4  |
| <i>Polyartra vulgaris</i>    | 3                   | 5 | 5 | 5  | 5  | 2,1            | 6,3              | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 |
| <i>Syncheta pectinata</i>    |                     |   |   | 1  |    | 1,7            | 0                | 0    | 0    | 1,7  | 0    |
| <i>Trichocerca similis</i>   |                     |   |   | 1  |    | 1,5            | 0                | 0    | 0    | 1,5  | 0    |
| $\Sigma N$                   | 11                  | 9 | 9 | 12 | 10 | $\Sigma(N*IS)$ | 17,8             | 16,9 | 16,4 | 20,9 | 18,4 |

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISPB= | 1,618 | 1,878 | 1,822 | 1,742 | 1,840 |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | N |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

- 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II
- 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- 3.6-4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero           | N por sitio Marzo |    |    |                   |   | IS  | (N*IS) por sitio |      |      |      |     |
|-------------------------------|-------------------|----|----|-------------------|---|-----|------------------|------|------|------|-----|
|                               | 1                 | 2  | 3  | 4                 | 5 |     | 1                | 2    | 3    | 4    | 5   |
| <i>Cephalodella gibba</i>     |                   | 1  | 1  | <b>NO SE FIJO</b> | 1 | 2   | 0                | 2    | 2    | 0    | 2   |
| <i>Colurella obtusa</i>       |                   |    |    |                   | 1 | 1,5 | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,5 |
| <i>Conochillus natams</i>     |                   |    | 1  |                   |   | 1   | 0                | 0    | 1    | 0    | 0   |
| <i>Conochillus unicornis</i>  | 3                 | 3  | 3  |                   | 1 | 1,3 | 3,9              | 3,9  | 3,9  | 0    | 1,3 |
| <i>Filina longiseta</i>       | 3                 | 3  | 1  |                   | 1 | 2,3 | 6,9              | 6,9  | 2,3  | 0    | 2,3 |
| <i>Keratella cochlearis</i>   | 1                 | 1  | 1  |                   | 1 | 1,2 | 1,2              | 1,2  | 1,2  | 0    | 1,2 |
| <i>Lecane Ccosterocerca</i>   |                   |    |    |                   | 1 | 2,1 | 0                | 0    | 0    | 0    | 2,1 |
| <i>Lepadella ovalis</i>       |                   |    |    |                   | 1 | 1,2 | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,2 |
| <i>Polyartra dolychoptera</i> | 5                 | 3  | 3  |                   | 3 | 1,5 | 7,5              | 4,5  | 4,5  | 0    | 4,5 |
| <i>Syncheta pectinata</i>     | 1                 | 1  | 1  |                   | 1 | 1,7 | 1,7              | 1,7  | 1,7  | 0    | 1,7 |
| $\Sigma N$                    | 13                | 12 | 11 |                   | 0 | 11  | $\Sigma(N*IS)$   | 21,2 | 20,2 | 16,6 | 0   |

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISPB= | 1,631 | 1,683 | 1,509 | 0,000 | 1,618 |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | N |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.



| Especie de rotifero          | N por sitio Mayo |           |           |           |           | IS             | (N*IS) por sitio |             |             |             |             |
|------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                              | 1                | 2         | 3         | 4         | 5         |                | 1                | 2           | 3           | 4           | 5           |
| <i>Asplanchna priodonta</i>  | 1                | 1         | 1         |           |           | 1,5            | 1,5              | 1,5         | 1,5         | 0           | 0           |
| <i>Brachionus falcatus</i>   |                  |           |           | 1         |           | 2              | 0                | 0           | 0           | 2           | 0           |
| <i>Cephalodella gibba</i>    | 1                |           |           | 1         | 1         | 2              | 2                | 0           | 0           | 2           | 2           |
| <i>Colurella obtusa</i>      |                  |           |           | 1         |           | 1,5            | 0                | 0           | 0           | 1,5         | 0           |
| <i>Conochillus natans</i>    |                  |           |           | 1         |           | 1              | 0                | 0           | 0           | 1           | 0           |
| <i>Conochillus unicornis</i> | 3                | 1         |           | 3         | 3         | 1,3            | 3,9              | 1,3         | 0           | 3,9         | 3,9         |
| <i>Filinia terminalis</i>    |                  |           |           |           | 1         | 1,4            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,4         |
| <i>Hexartha intermedia</i>   |                  | 1         |           | 1         |           | 1,2            | 0                | 1,2         | 0           | 1,2         | 0           |
| <i>Keratella cochlearis</i>  | 3                | 5         | 5         | 5         | 3         | 1,2            | 3,6              | 6           | 6           | 6           | 3,6         |
| <i>Lecane latissima</i>      |                  |           |           |           | 1         | 2              | 0                | 0           | 0           | 0           | 2           |
| <i>Lecane lauterborni</i>    |                  |           |           |           | 1         | 1,5            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,5         |
| <i>Lecane bulla</i>          |                  |           |           |           | 1         | 1,9            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,9         |
| <i>Lecane closteroerca</i>   |                  |           |           |           | 1         | 2,1            | 0                | 0           | 0           | 0           | 2,1         |
| <i>Lecane hamata</i>         |                  |           |           |           | 1         | 1,4            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,4         |
| <i>Lecane tenuiseta</i>      |                  |           |           |           | 1         | 1,9            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,9         |
| <i>Lepadella acuminata</i>   |                  |           |           |           | 1         | 1,3            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,3         |
| <i>Lepadella ovalis</i>      |                  |           |           |           | 1         | 1,2            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,2         |
| <i>Lepadella patella</i>     |                  |           |           |           | 1         | 1,4            | 0                | 0           | 0           | 0           | 1,4         |
| <i>Filinia longiseta</i>     | 3                | 3         |           | 3         |           | 2,3            | 6,9              | 6,9         | 0           | 6,9         | 0           |
| <i>Polyartra vulgaris</i>    | 1                | 3         | 3         | 5         | 1         | 2,1            | 2,1              | 6,3         | 6,3         | 10,5        | 2,1         |
| <i>Syncheta pectinata</i>    |                  |           | 1         |           |           | 1,7            | 0                | 0           | 1,7         | 0           | 0           |
| <i>Trochocerca similis</i>   | 1                |           |           | 1         |           | 1,5            | 1,5              | 0           | 0           | 1,5         | 0           |
| <b>ΣN</b>                    | <b>13</b>        | <b>14</b> | <b>10</b> | <b>22</b> | <b>18</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>21,5</b>      | <b>23,2</b> | <b>15,5</b> | <b>36,5</b> | <b>27,7</b> |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,654</b> | <b>1,657</b> | <b>1,550</b> | <b>1,659</b> | <b>1,539</b> |

N  
**Pocas** 1 Abundancias por debajo de 10  
**Abundantes** 3 Abundancias entre 10 y 100  
**Muy abundantes** 5 A. por arriba de 100

| Especie de rotifero          | N por sitio Junio |    |    |    |    | IS             | (N*IS) por sitio |      |      |      |      |
|------------------------------|-------------------|----|----|----|----|----------------|------------------|------|------|------|------|
|                              | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  |                | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    |
| <i>Asplanchna priodonta</i>  | 1                 | 3  | 3  | 1  | 1  | 1,5            | 1,5              | 4,5  | 4,5  | 1,5  | 1,5  |
| <i>Brachionus falcatus</i>   | 1                 | 3  | 3  | 3  | 3  | 2              | 2                | 6    | 6    | 6    | 6    |
| <i>Cephalodella gibba</i>    |                   |    |    | 1  | 3  | 2              | 0                | 0    | 0    | 2    | 6    |
| <i>Colurella obtusa</i>      |                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1,5            | 0                | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  |
| <i>Conochillus natans</i>    | 3                 | 1  | 1  | 3  | 3  | 1              | 3                | 1    | 1    | 3    | 3    |
| <i>Conochillus unicornis</i> | 3                 |    | 1  | 1  | 3  | 1,3            | 3,9              | 0    | 1,3  | 1,3  | 3,9  |
| <i>Euclanis dilatata</i>     | 1                 | 3  | 1  | 1  | 1  | 1,9            | 1,9              | 5,7  | 1,9  | 1,9  | 1,9  |
| <i>Hexartha intermedia</i>   | 3                 | 5  | 3  | 3  | 3  | 1,2            | 3,6              | 6    | 3,6  | 3,6  | 3,6  |
| <i>Keratella cochlearis</i>  |                   | 5  | 5  | 5  | 5  | 1,2            | 0                | 6    | 6    | 6    | 6    |
| <i>Lecane bulla</i>          |                   |    |    |    | 1  | 1,9            | 0                | 0    | 0    | 0    | 1,9  |
| <i>Lecane closteroerca</i>   | 1                 | 1  |    | 1  | 1  | 2,1            | 2,1              | 2,1  | 0    | 2,1  | 2,1  |
| <i>Lecane hamata</i>         |                   | 1  |    | 1  | 1  | 1,4            | 0                | 1,4  | 0    | 1,4  | 1,4  |
| <i>Lecane hornemanni</i>     |                   |    | 1  | 1  |    | 2              | 0                | 0    | 2    | 2    | 0    |
| <i>Lecane luna</i>           | 1                 |    |    |    |    | 1,5            | 1,5              | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <i>Lecane tenuiseta</i>      | 1                 |    |    |    | 1  | 1,9            | 1,9              | 0    | 0    | 0    | 1,9  |
| <i>Lepadella patella</i>     | 1                 | 1  |    |    | 1  | 1,4            | 1,4              | 1,4  | 0    | 0    | 1,4  |
| <i>Filinia longiseta</i>     |                   |    |    |    | 1  | 2,3            | 0                | 0    | 0    | 0    | 2,3  |
| <i>Polyartra vulgaris</i>    | 1                 | 3  | 3  | 5  | 5  | 2,1            | 2,1              | 6,3  | 6,3  | 10,5 | 10,5 |
| <i>Syncheta pectinata</i>    | 3                 | 1  | 1  | 3  | 3  | 1,7            | 5,1              | 1,7  | 1,7  | 5,1  | 5,1  |
| <i>Trichocerca similis</i>   | 1                 | 1  | 1  | 1  | 3  | 1,5            | 1,5              | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 4,5  |
| $\Sigma N$                   | 21                | 29 | 24 | 31 | 40 | $\Sigma(N*IS)$ | 31,5             | 45,1 | 37,3 | 49,4 | 64,5 |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6-4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISPB= | 1,500 | 1,555 | 1,554 | 1,594 | 1,613 |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
| N              |   |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

| Especie de rotifero          | N por sitio Agosto |    |    |    |   | IS             | (N*IS) por sitio |      |     |     |     |
|------------------------------|--------------------|----|----|----|---|----------------|------------------|------|-----|-----|-----|
|                              | 1                  | 2  | 3  | 4  | 5 |                | 1                | 2    | 3   | 4   | 5   |
| <i>Asplanchna priodonta</i>  |                    |    | 1  | 1  |   | 1,5            | 0                | 0    | 1,5 | 1,5 | 0   |
| <i>Brachionus falcatus</i>   |                    | 1  | 3  | 3  | 1 | 2              | 0                | 2    | 6   | 6   | 2   |
| <i>Cephalodella gibba</i>    |                    | 1  |    | 1  |   | 2              | 0                | 2    | 0   | 2   | 0   |
| <i>Colurella obtusa</i>      | 1                  | 1  |    |    |   | 1,5            | 1,5              | 1,5  | 0   | 0   | 0   |
| <i>Conochillus unicornis</i> |                    | 1  |    | 1  |   | 1,3            | 0                | 1,3  | 0   | 1,3 | 0   |
| <i>Filinia terminalis</i>    | 1                  | 1  | 1  |    |   | 1,4            | 1,4              | 1,4  | 1,4 | 0   | 0   |
| <i>Hexartha intermedia</i>   | 1                  |    | 1  | 1  |   | 1,2            | 1,2              | 0    | 1,2 | 1,2 | 0   |
| <i>Keratella cochlearis</i>  | 5                  | 3  | 3  | 5  | 3 | 1,2            | 6                | 3,6  | 3,6 | 6   | 3,6 |
| <i>Lecane closterocerca</i>  |                    | 1  |    |    |   | 2,1            | 0                | 2,1  | 0   | 0   | 0   |
| <i>Lepadella patella</i>     |                    |    |    | 1  |   | 1,4            | 0                | 0    | 0   | 1,4 | 0   |
| <i>Polyartra vulgaris</i>    | 1                  | 1  | 1  | 1  | 1 | 2,1            | 2,1              | 2,1  | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| <i>Syncheta pectinata</i>    | 1                  | 3  | 1  |    |   | 1,7            | 1,7              | 5,1  | 1,7 | 0   | 0   |
| <i>Squatinella mutica</i>    |                    |    |    |    | 1 | 1,3            | 0                | 0    | 0   | 0   | 1,3 |
| <i>Trochocerca similis</i>   | 1                  |    | 1  | 1  |   | 1,5            | 1,5              | 0    | 1,5 | 1,5 | 0   |
| $\Sigma N$                   | 11                 | 13 | 12 | 15 | 6 | $\Sigma(N*IS)$ | 15,4             | 21,1 | 19  | 23  | 9   |

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISPB= | 1,400 | 1,623 | 1,583 | 1,533 | 1,500 |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | N |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

- 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobico, calidad de agua clase II
- 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero            | N por sitio Septiembre |          |           |           |           | IS             | (N*IS) por sitio |            |             |             |             |
|--------------------------------|------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                                | 1                      | 2        | 3         | 4         | 5         |                | 1                | 2          | 3           | 4           | 5           |
| <i>Colurella uncinata</i>      |                        |          | 1         |           |           | 1,3            | 0                | 0          | 1,3         | 0           | 0           |
| <i>Conochillus natans</i>      |                        |          |           |           | 1         | 1              | 0                | 0          | 0           | 0           | 1           |
| <i>Conochillus unicornis</i>   | 1                      | 1        | 3         | 1         | 1         | 1,3            | 1,3              | 1,3        | 3,9         | 1,3         | 1,3         |
| <i>Euchlanis dilatata</i>      |                        |          | 1         |           |           | 1,9            | 0                | 0          | 1,9         | 0           | 0           |
| <i>Filinia terminalis</i>      |                        |          |           | 1         |           | 1,4            | 0                | 0          | 0           | 1,4         | 0           |
| <i>Hexarthra intermedia</i>    |                        |          | 3         | 1         | 1         | 1,2            | 0                | 0          | 3,6         | 1,2         | 1,2         |
| <i>Keratella cochlearis</i>    | 5                      | 3        | 5         | 5         | 3         | 1,2            | 6                | 3,6        | 6           | 6           | 3,6         |
| <i>Lepadella ovalis</i>        |                        |          |           | 1         |           | 1,2            | 0                | 0          | 0           | 1,2         | 0           |
| <i>Lepadella patella</i>       |                        |          |           | 1         |           | 1,4            | 0                | 0          | 0           | 1,4         | 0           |
| <i>Polyarthra dolychoptera</i> | 1                      | 1        |           |           |           | 1,5            | 1,5              | 1,5        | 0           | 0           | 0           |
| <i>Polyarthra vulgaris</i>     | 1                      | 1        | 5         | 3         | 3         | 2,1            | 2,1              | 2,1        | 10,5        | 6,3         | 6,3         |
| <i>Synchaeta pectinata</i>     |                        |          | 1         |           | 1         | 1,7            | 0                | 0          | 1,7         | 0           | 1,7         |
| <i>Trochocerca similis</i>     |                        |          | 1         |           |           | 1,5            | 0                | 0          | 1,5         | 0           | 0           |
| <b>ΣN</b>                      | <b>8</b>               | <b>6</b> | <b>20</b> | <b>13</b> | <b>10</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>10,9</b>      | <b>8,5</b> | <b>30,4</b> | <b>18,8</b> | <b>15,1</b> |

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,363</b> | <b>1,417</b> | <b>1,520</b> | <b>1,446</b> | <b>1,510</b> |

|                       |   |                              |
|-----------------------|---|------------------------------|
| <b>Pocas</b>          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| <b>Abundantes</b>     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| <b>Muy abundantes</b> | 5 | A. por arriba de 100         |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

| Especie de rotifero           | N por sitio Octubre |           |           |           |           | IS             | (N*IS) por sitio |             |             |             |             |
|-------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | 1                   | 2         | 3         | 4         | 5         |                | 1                | 2           | 3           | 4           | 5           |
| <i>Asplanchna priodonta</i>   |                     |           |           | 1         |           | 1,5            | 0                | 0           | 0           | 1,5         | 0           |
| <i>Brachionus falcatus</i>    |                     | 1         | 1         |           | 1         | 2              | 0                | 2           | 2           | 0           | 2           |
| <i>Cephalodella gibba</i>     |                     |           |           |           | 1         | 2              | 0                | 0           | 0           | 0           | 2           |
| <i>Colurella adriatica</i>    | 1                   |           | 3         |           |           | 1,8            | 1,8              | 0           | 5,4         | 0           | 0           |
| <i>Colurella obtusa</i>       |                     | 1         |           | 1         | 3         | 1,5            | 0                | 1,5         | 0           | 1,5         | 4,5         |
| <i>Colurella uncinata</i>     |                     |           |           | 3         |           | 1,3            | 0                | 0           | 0           | 3,9         | 0           |
| <i>Conochillus natans</i>     | 1                   |           |           |           |           | 1              | 1                | 0           | 0           | 0           | 0           |
| <i>Conochillus unicornis</i>  | 3                   | 1         |           | 1         | 1         | 1,3            | 3,9              | 1,3         | 0           | 1,3         | 1,3         |
| <i>Euchlanis dilatata</i>     | 1                   |           | 1         | 1         |           | 1,9            | 1,9              | 0           | 1,9         | 1,9         | 0           |
| <i>Filina longiseta</i>       | 1                   | 1         | 1         | 1         | 1         | 2,3            | 2,3              | 2,3         | 2,3         | 2,3         | 2,3         |
| <i>Kellicottia longispina</i> | 1                   |           |           |           |           | 1,2            | 1,2              | 0           | 0           | 0           | 0           |
| <i>Keratella cochlearis</i>   | 5                   | 3         | 3         | 3         | 5         | 1,2            | 6                | 3,6         | 3,6         | 3,6         | 6           |
| <i>Lecane aculeata</i>        | 1                   | 1         |           |           | 1         | 2              | 2                | 2           | 0           | 0           | 2           |
| <i>Lecane bulla</i>           |                     |           |           | 3         |           | 1,9            | 0                | 0           | 0           | 5,7         | 0           |
| <i>Lecane closterocerca</i>   |                     |           |           |           | 1         | 2,1            | 0                | 0           | 0           | 0           | 2,1         |
| <i>Lecane hamata</i>          |                     |           |           | 1         | 1         | 1,4            | 0                | 0           | 0           | 1,4         | 1,4         |
| <i>Lecane luna</i>            |                     |           |           | 1         |           | 1,5            | 0                | 0           | 0           | 1,5         | 0           |
| <i>Lepadella acuminata</i>    |                     |           |           | 1         |           | 1,3            | 0                | 0           | 0           | 1,3         | 0           |
| <i>Lepadella ovalis</i>       |                     |           | 1         | 3         |           | 1,2            | 0                | 0           | 1,2         | 3,6         | 0           |
| <i>Lepadella patella</i>      | 1                   |           |           | 3         | 1         | 1,4            | 1,4              | 0           | 0           | 4,2         | 1,4         |
| <i>Polyartra vulgaris</i>     | 1                   |           |           |           | 1         | 2,1            | 2,1              | 0           | 0           | 0           | 2,1         |
| <i>Syncheta pectinata</i>     | 1                   |           |           | 1         |           | 1,7            | 1,7              | 0           | 0           | 1,7         | 0           |
| <i>Trichocerca similis</i>    | 3                   | 3         | 3         | 3         | 3         | 1,5            | 4,5              | 4,5         | 4,5         | 4,5         | 4,5         |
| <b>ΣN</b>                     | <b>20</b>           | <b>11</b> | <b>13</b> | <b>27</b> | <b>20</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>29,8</b>      | <b>17,2</b> | <b>20,9</b> | <b>39,9</b> | <b>31,6</b> |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobio, calidad de agua clase IV.

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,490</b> | <b>1,564</b> | <b>1,608</b> | <b>1,478</b> | <b>1,580</b> |

|                |   |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | N |                              |
| Pocas          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| Abundantes     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| Muy abundantes | 5 | A. por arriba de 100         |

| Especie de rotifero           | N por sitio Noviembre 09 |          |           |          |           | IS             | (N*IS) por sitio |            |             |             |             |
|-------------------------------|--------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | 1                        | 2        | 3         | 4        | 5         |                | 1                | 2          | 3           | 4           | 5           |
| <i>Asplanchna priodonta</i>   | 1                        |          | 1         | 1        |           | 1,5            | 1,5              | 0          | 1,5         | 1,5         | 0           |
| <i>Cephalodella gibba</i>     |                          |          |           |          | 1         | 2              | 0                | 0          | 0           | 0           | 2           |
| <i>Colurella obtusa</i>       | 1                        |          |           |          | 1         | 1,5            | 1,5              | 0          | 0           | 0           | 1,5         |
| <i>Colurella uncinata</i>     |                          |          |           |          | 1         | 1,3            | 0                | 0          | 0           | 0           | 1,3         |
| <i>Conochillus unicornis</i>  |                          |          | 1         | 1        |           | 1,3            | 0                | 0          | 1,3         | 1,3         | 0           |
| <i>Euchlanis dilatata</i>     |                          |          |           | 1        | 1         | 1,9            | 0                | 0          | 0           | 1,9         | 1,9         |
| <i>Hexarthra intermedia</i>   |                          | 1        | 3         | 1        |           | 1,2            | 0                | 1,2        | 3,6         | 1,2         | 0           |
| <i>Keratella cochlearis</i>   |                          | 1        | 5         |          | 1         | 1,2            | 0                | 1,2        | 6           | 0           | 1,2         |
| <i>Lecane closterocerca</i>   |                          |          |           | 1        | 1         | 2,1            | 0                | 0          | 0           | 2,1         | 2,1         |
| <i>Lecane hamata</i>          | 1                        |          | 1         | 1        | 1         | 1,4            | 1,4              | 0          | 1,4         | 1,4         | 1,4         |
| <i>Lepadella acuminata</i>    |                          | 1        |           |          |           | 1,3            | 0                | 1,3        | 0           | 0           | 0           |
| <i>Lepadella ovalis</i>       | 1                        |          |           | 1        | 3         | 1,2            | 1,2              | 0          | 0           | 1,2         | 3,6         |
| <i>Lepadella patella</i>      | 1                        | 1        |           |          | 1         | 1,4            | 1,4              | 1,4        | 0           | 0           | 1,4         |
| <i>Polyartra dolychoptera</i> |                          |          |           |          | 1         | 1,5            | 0                | 0          | 0           | 0           | 1,5         |
| <i>Synchaeta pectinata</i>    |                          |          |           |          | 1         | 1,7            | 0                | 0          | 0           | 0           | 1,7         |
| <i>Trochocerca similis</i>    | 1                        |          | 3         | 1        |           | 1,5            | 1,5              | 0          | 4,5         | 1,5         | 0           |
| <b>ΣN</b>                     | <b>6</b>                 | <b>4</b> | <b>14</b> | <b>8</b> | <b>13</b> | <b>Σ(N*IS)</b> | <b>8,5</b>       | <b>5,1</b> | <b>18,3</b> | <b>12,1</b> | <b>19,6</b> |

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ISPB=</b> | <b>1,417</b> | <b>1,275</b> | <b>1,307</b> | <b>1,513</b> | <b>1,508</b> |

|                       |   |                              |
|-----------------------|---|------------------------------|
|                       | N |                              |
| <b>Pocas</b>          | 1 | Abundancias por debajo de 10 |
| <b>Abundantes</b>     | 3 | Abundancias entre 10 y 100   |
| <b>Muy abundantes</b> | 5 | A. por arriba de 100         |

- ▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I
- ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II
- ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III
- ▲ 3.6≥4.0: muy contaminada, polisaprobico, calidad de agua clase IV.

## Correlación de Pearson; parámetros físicos y químicos-rotíferos.

%O<sub>2</sub>= (P > 0.050)

OD= (P > 0.050)

T° = (P > 0.050)

Ph= (P > 0.050)

Secchi= (P > 0.050)

PO<sub>4</sub> = (P > 0.050)

NO<sub>4</sub>= (P > 0.050)

Conductividad= (P > 0.050)

## Calidad saprobica de la "Laguna Atezca" por sitio durante el muestreo

| MES      | Saprobiedad por ISPB |       |       |       |       |
|----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
|          | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     |
| NOV      | 1,693                | 1,540 | 1,555 | 1,572 | 1,645 |
| DIC      | 1,479                | 1,570 | 1,488 | 1,467 | 1,497 |
| ENE      | 1,414                | 1,686 | 1,527 | 1,579 | 1,478 |
| FEB      | 1,618                | 1,878 | 1,822 | 1,742 | 1,840 |
| MAR      | 1,631                | 1,683 | 1,509 | SD    | 1,618 |
| MAY      | 1,654                | 1,657 | 1,550 | 1,659 | 1,539 |
| JUN      | 1,500                | 1,555 | 1,554 | 1,594 | 1,613 |
| AGO      | 1,400                | 1,623 | 1,583 | 1,533 | 1,500 |
| SEP      | 1,363                | 1,417 | 1,520 | 1,446 | 1,510 |
| OCT      | 1,490                | 1,564 | 1,608 | 1,478 | 1,580 |
| nov-09   | 1,417                | 1,275 | 1,307 | 1,513 | 1,508 |
| PROMEDIO | 1,514                | 1,586 | 1,548 | 1,558 | 1,575 |

▲ 1.0-1.5: limpia, oligosaprobio, calidad de agua clase I  
 ▲ 1.6-2.5: moderadamente contaminada, beta-mesosaprobio, calidad de agua clase II  
 ▲ 2.6-3.5: contaminada, alfa-meso saprobio, calidad de agua clase III  
 ▲ 3.6-4.0: muy contaminada, polisaprobio, calidad de agua clase IV.

## Coefficiente propuesto por Sladeczek; QB/T.

Brachionus: 1

Trichocerca: 3

|                                 |
|---------------------------------|
| <b>QB/T</b><br><b>1/3=0.333</b> |
|---------------------------------|

## Preferencia alimenticia con el Índice de $\alpha$ Manly

| <i>A. priodonta</i> | Especies de presas   | Presas en el medio | Presas ingeridas | Media total | Proporcion media | Total ingerido | Proporcion ingerida | Ratio | Total   | Valores de $\alpha$ |
|---------------------|----------------------|--------------------|------------------|-------------|------------------|----------------|---------------------|-------|---------|---------------------|
| Repeticion 1        | <i>B. falcatus</i>   | 15                 | 1                | 15          | 1                | 1              | 1                   | 1     | 1       | 1                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1/total | 0                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1       | 0                   |
| <i>A. priodonta</i> | Especies de presas   | Presas en el medio | Presas ingeridas | Media total | Proporcion media | Total ingerido | Proporcion ingerida | Ratio | Total   | Valores de $\alpha$ |
| Repeticion 2        | <i>K. cochlearis</i> | 401                | 1                | 401         | 1                | 1              | 1                   | 1     | 1       | 1                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1/total | 0                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1       | 0                   |
| Repeticion 3        | Especies de presas   | Presas en el medio | Presas ingeridas | Media total | Proporcion media | Total ingerido | Proporcion ingerida | Ratio | Total   | Valores de $\alpha$ |
| 3                   | <i>B. falcatus</i>   | 3                  | 1                | 3           | 1                | 1              | 1                   | 1     | 1       | 1                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1/total | 0                   |
|                     |                      |                    |                  |             |                  |                |                     |       | 1       | 0                   |

## VII. ANEXO II

### Especies de rotíferos dominantes



*Keratella cochlearis*



*Polyarthra vulgaris*



*Conochilus unicornis*



*Kellicottia bostoniensis*



*Lepadella patella*



*Trichocerca similis*



*Hexarthra intermedia*



*Filinia terminalis*



*Cephalodella gibba*



*Lecane hamata*



*Lepadella ovalis*



*Collurella obtusa*



### Especies de rotíferos constantes

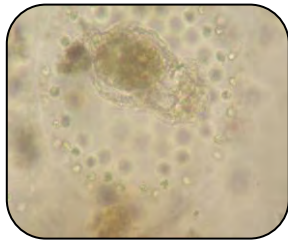


*Lecane tenuiseta*



*Lepadella apsida*

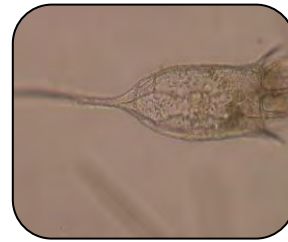
### Especies de rotíferos ocasionales



*Ascomorphella volvocicola*



*Brachionus falcatus*



*Keratella americana*

### Especies de rotíferos raras



*Dicranophorus epicharis*



*Lecane aculeata*

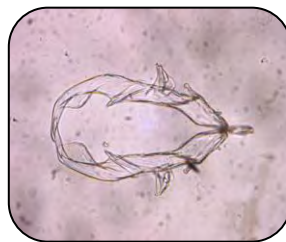


*Lecane luna*

### Especies de *Asplanchna*



*A. priodonta*



*A. silvestri*



*A. tropica*

**MUESTREO CON VALORES MINIMOS DE NO<sub>3</sub> (JUNIO)**



SITIO 1



SITIO 2



SITIO 3



SITIO 4



SITIO 5

**MUESTREO CON VALORES MAXIMOS DE NO<sub>3</sub> (SEPTIEMBRE)**



SITIO 1



SITIO 2



SITIO 3



SITIO 4



SITIO 5