



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**“DIVERSIDAD DE ROTÍFEROS (ROTIFERA: MONOGONONTA) DE LA
LAGUNA ATEZCA, HIDALGO, MÉXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A

RICARDO REYES GARCÍA

ASESOR: DR. SINGARAJU SRI SUBRAHMANYA SARMA



LOS REYES IZTACALA EDO. DE MÉXICO.

JUNIO, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

*“Es de importancia para quien desee alcanzar una
certeza en su investigación, el saber dudar a
tiempo”*

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

“A las personas que siempre me han apoyado, que siempre han estado ahí cuando las he necesitado y por las cuales la culminación de esta etapa de mi vida ha sido posible, a ellos lo maspreciado que tengo en esta vida, dedico este trabajo”

A MI MADRE

“A ella, la persona que me dio la vida, aquella a la que siempre veremos leyendo un libro por las noches, la persona que me enseñó desde niño el valor de un libro y de la cual he heredado ese gusto por la lectura, la persona que siempre me ha apoyado, aun cuando en ocasiones le he hecho pasar malos ratos, a ella, mi Madre uno de los tesoros maspreciados que tengo en esta vida dedico esta tesis”

A MI PAPA

“A mi papa, el que me enseñó desde niño lo que es el valor del trabajo, la persona que me enseñó que no hay nada imposible, que todo se puede con trabajo y esfuerzo, aquel que me ha enseñado que la flojera solo esta en la cama, a él, la persona que siempre veremos trabajando y de la cual me siento orgulloso de ser su hijo y espero algún día ser tan buena persona como él, a él dedico esta tesis”

A MIS HERMANOS

ANGEL

“A mi hermano, el ahora Ing. Ángel Reyes, él que ha sido mi compañero durante toda mi vida, la persona que después de mis padres más ha influido en mí y que gracias a sus consejos y motivaciones, me ha hecho crecer como persona, el que siempre estará ahí cuando lo necesite, el que en ocasiones actúa como mi conciencia, aquel que dice que soy duro sin saber que su fortaleza es mucho mayor que la mía, a él, mi hermano dedico esta tesis”

ANDRES

“Al más “pequeño” de la familia, el que en ocasiones me hace rabiar y sacar mi lado temperamental, que no es muy distinto del suyo, aquel que hace preguntas y preguntas, que en ocasiones nos saca de quicio, pero que a la vez nos hace enriquecernos con tal de contestarlas, aquel en que ponemos nuestras esperanzas de que llegue a ser una persona mejor que nosotros y del cual nos sentimos contentos de sus altas aspiraciones y que esperamos algún día leer sus propias dedicatorias, a él, mi hermano dedico esta tesis”

AGRADECIMIENTOS

Y como olvidar a los cuates, amigos, brothers, con los que he compartido infinidad de momentos felices y amargos, aquellos que han llegado a formar una parte importante de mi vida.

Primeramente agradecer a los compañeros con los cuales compartí infinidad de momentos felices en el CCH-N, aquellos amigos a los que siempre se les puede convocar con una “kasko fiesta”, las mejores fiestas que existen en este mundo, y en especial agradecer a los mejores amigos que tuve la dicha de conocer durante esta etapa de mi vida, a Edgar (el Punk), el amigo mas loco y chévere que he conocido, a Cesar (Cesarín), aquel amigo con verdaderos dotes de artista, y por último pero no menos importante, a Octavio (el Kasko), un amigo con el que siempre se puede confiar, y no solo por que nos preste su casa para las fiestas, a ellos les agradezco por haber formado parte de esa etapa de mi vida.

Y un agradecimiento especial a todos los amigos que he hecho durante esta carrera tan maravillosa como lo es Biología, a los amigos con los que compartí innumerables protocolos, proyectos y en ocasiones horas de aburrimiento en aquellas clases de 4 o 5 hrs, a

ellos o debería decir a ellas, Ximena el “mejor amigo” que tuve durante la carrera, aquella personita que siempre tiene ganas de probar cosas nuevas y con la que compartí grandes momentos, a Laurita la persona mas directa y sincera que he conocido y que me cayo bien desde que la conocí, por su humor ácido, a Karo (la Abuela), una de las tantas personas más locas y bizarras que he tenido la dicha de conocer, a Andrea, que según dicen es mi hermana, la única chica del grupo y a la que no hay día en que los hombres no la volteen a ver y por último a Marisela, una gran amiga digna de confianza, que siempre se preocupaba por terminar las cosas a tiempo. A ell@s les agradezco y les aseguro que siempre seremos unos “Ermitaños Grises”.

Y como olvidarme de amigos como: Arturo el amigo de tantas borracheras y que como siempre lo he asegurado es el único que me aguanta el ritmo, Eduardo (el amigo de la tarde), un buen amigo, que por lo que se ve será uno de esos maestros eternamente jóvenes, antes era chévere, Abigail, nunca olvidaré aquellas tardes de lunes y cumpleaños que compartimos junto con Ximena en el “clandes” y en su casa.

Por último agradecer al Dr. S.S.S. Sarma y a la Dra. Nandini Sarma por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto, así como por su apoyo y paciencia, así mismo al cuerpo de sinodales, el Dr. Pedro Ramírez, Dr. José Luis Gama y al Dr. Alfonso Lugo, por su tiempo y las correcciones brindadas a este trabajo. Un agradecimiento especial a la Dra. Carmen Serranía, por la ayuda en la identificación de algunas especies y a la Biol. Ximena Leal por la ayuda brindada en los muestreos y por aportar los datos Físicoquímicos.

Att. Ricardo Reyes García

“Por mi raza hablara el espíritu”

Resumen

El cuerpo de agua "Laguna Atezca" se encuentra situado en el estado de Hidalgo, en el municipio de Molango de Escamilla. Ubicado en latitud Norte, 20° 47' 04"; longitud Oeste 98° 43' 03", a una altitud sobre el nivel del mar de 1,620 metros, con una superficie de 268, 000 m², y un volumen aproximado de tres millones de m³. En el presente trabajo se analizó la riqueza de especies de rotíferos presentes en el cuerpo de agua durante un ciclo anual comprendido de Noviembre del 2008 a Noviembre del 2009, en 5 sitios de muestreo de la zona litoral. Se registraron un total de 72 especies representadas en dos órdenes: Ploimida (con 14 familias y 24 géneros) y Gnesiotrocha (con 5 familias y 5 géneros). Las familias que presentan un mayor número de especies son: Lecanidae, Brachionidae y Colurellidae. Se reportan un total de 27 especies nuevas para el estado de Hidalgo y un nuevo registro para el país *Aspelta circinator* considerada como una especie depredadora. La mayor riqueza de especies se presentó durante la época de otoño e invierno y en los sitios con presencia de macrofitas abundantes. En relación con estudios anteriores se presentó un gran cambio en cuanto a la riqueza de especies y su composición.

Abstract

The lake "Laguna Atezca " is located in the municipality of Molango de Escamilla (State of Hidalgo). It is situated in northern latitude 20 ° 47 '04", west longitude 98 ° 43' 03", at an altitude of 1,620 m above sea level, covering an area of 268, 000 m² and a volume of approximately three million m³. In this work the species richness of rotifers from the lake during a year (November 2008 to October 2009) at 5 sampling sites from the littoral zones was studied. This study yielded a total of 72 species belonging to two orders: Platyoida (with 14 families and 24 genera) and Gnesiotrocha (with 5 families and 5 genera). Families with a greater number of species were: Lecanidae, Brachionidae and Colurellidae. A total of 27 species new to the State of Hidalgo and a new record for the country *Aspelta circinator* were documented. The highest species richness was presented in autumn and winter at sites with abundant macrophytes. Comparison with previous works from this waterbody revealed a large change in terms of species richness and composition of Rotifera.

Contenido

Resumen	
Abstract	
Introducción.....	1
Antecedentes.....	8
Objetivos.....	13
Área de Estudio	14
Materiales y métodos.....	17
Resultados	19
Discusión.....	40
Conclusiones.....	47
Literatura citada	48
Anexo I.....	54
Anexo II.....	74

Introducción

Hoy en día nuestro ambiente se encuentra gravemente amenazado por el calentamiento global, el deterioro de la capa de ozono, la erosión, la acumulación de desperdicios tóxicos y la contaminación. Sin embargo, existe un problema ambiental que, a largo plazo, sobrepasa en importancia a todos los demás: la pérdida de la diversidad biológica de nuestro planeta. Esa riqueza de especies, ecosistemas y procesos ecológicos que convierten a la tierra en el único lugar del universo donde sabemos que existe con certeza la vida. Esta diversidad biológica es nuestro principal recurso natural (Mittermeier y Mittermeier 1992).

Con el objeto de situar a México en el contexto mundial es necesario mencionar el concepto de áreas críticas que en inglés se conocen como "hot spots". Estas áreas críticas, alrededor de 15 en total, aunque sólo ocupan aproximadamente el 1% de la superficie del planeta albergan sin embargo entre el 30 y 40% de la biodiversidad terrestre del planeta (Myer et al. 2000), la región sur de México se encuentra claramente señalada dentro de estas áreas.

Sin embargo en el caso de México; la totalidad de su territorio es importante por su biodiversidad; de hecho, México está considerado entre los principales países de megadiversidad. El concepto de megadiversidad solo se aplica a un número muy pequeño de países: aquellos que contienen un porcentaje extraordinario de la biodiversidad del planeta. México se encuentra en una categoría especial junto con Brasil, Colombia e Indonesia, países que generalmente ocupan los primeros lugares en todas las listas de diversidad biológica (Mittermeier y Mittermeier, 1992).

La ubicación y la accidentada topografía del país favorecen en el desarrollo de una gran diversidad de cuerpos de agua (ecosistemas), así como de una biota diversificada. Los hábitats acuáticos epicontinentales en algunos estados de la República ocupan una gran superficie. Entre los ambientes acuáticos epicontinentales, los que cubren una gran superficie del territorio son los cuerpos de agua artificiales, debido a los grandes embalses construidos para abastecer

extensas zonas de riego. Según la Comisión Nacional del Agua, las zonas inundables representan el área más extensa del total de los cuerpos de agua y humedales del país. Por área inundable debemos entender al terreno adyacente y casi al mismo nivel que el cauce de un río, que es inundable sólo cuando el caudal excede la capacidad del cauce. También puede ser un encharcamiento natural del terreno durante los periodos de aguas altas (Arriaga et al. 2000).

Con respecto a las aguas epicontinentales, existe una preocupación creciente sobre el mantenimiento de estos ecosistemas y los riesgos que enfrentan muchas especies en relación con la pérdida de hábitat (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), la sobreexplotación y la introducción de especies exóticas. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con un conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. A pesar de que el hombre siempre ha hecho uso de los sistemas dulceacuícolas y sus especies, es alarmante que en los últimos 200 años, a raíz de la Revolución Industrial, el rápido desarrollo económico y el crecimiento poblacional acelerado, las actividades humanas hayan generado transformaciones sin precedente en estos ecosistemas (Arriaga et al. 2000).

Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre sus recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado (Arriaga et al. 2000).

El zooplancton constituye un eslabón clave en la trama trófica de los sistemas acuáticos. La información sobre el zooplancton constituye una herramienta importante en el análisis del funcionamiento de estos ecosistemas y en el establecimiento de pautas de manejos y usos. El establecimiento y la expansión de las poblaciones humanas están supeditadas al abastecimiento de agua dulce, lo cual implica que un alto porcentaje de las aguas interiores del mundo están

sometidas al efecto más o menos intenso de las actividades antropogénicas (Infante 1988).

Los rotíferos son metazoos diminutos (50-2000 μm), los caracteriza la presencia de una corona ciliada en la parte anterior, una pared al rededor del cuerpo de rigidez variable llamada lorica, y un órgano faríngeo especializado, el mastax que contiene elementos duros, denominado trophi. Estos son un grupo de consumidores primarios de agua dulce. Los rotíferos juegan un papel fundamental en muchos ecosistemas de agua dulce ya que habitan en casi todos los tipos de agua dulce desde los grandes lagos permanentes a los pequeños charcos temporales, en el océano abierto, lagos ácidos, lagos alpinos oligotróficos en incluso en estanques de agua residual. Generalmente, se presentan en densidades de 1,000 individuos por litro y son importantes filtradores de algas y bacterias. Su ubicuidad y abundancia explica su posición como uno de los tres grandes grupos de zooplancton de agua dulce en estudios limnológicos junto con los cladóceros y los copépodos (Wallace et al. 2006).

El Phylum Rotifera comprende unas 2030 especies conocidas las cuales se clasifican en tres grupos principales: el marino Seisonida (3 especies), Los Monogononta (1570 especies) y el único y exclusivamente partenogenético Bdelloidea con 461 especies (Segers 2007).

A diferencia de los bdelloideos, que tiene un plano corporal relativamente uniforme, los monogonontos presentan una amplia gama de formas. El plano corporal del cuerpo se encuentra dividido en tres secciones principalmente, la cabeza, el tronco y el pie, sin embargo estas regiones se encuentran indistinguibles en algunas familias por ejemplo Asplanchnidae.

En algunos casos la identificación de las especies se lleva a cabo por medio de la estructura presente en la región muscular de la faringe, conocida como Trophi

(Mandíbulas) o también llamado mastax, debido a que en muestras fijadas los especímenes de algunos géneros como: *Cephalodella*, *Asplanchna*, *Proales*, *Aspelta*, etc. aparecen contraídos; el trophi (Figura 1) consta de un variable número de elementos duros cuticularizados. Estas características sistemáticas son importantes y esenciales para la identificación de algunas especies, estas son: El fulcrum (fu), se encuentra por debajo de la parte media del trophi. Es compatible con los pares del rami (ra). El unci (un) se apoya en los lados exteriores del rami y se articula a dos manubria (man). Bajo el unci dentado puede haber dientes preunciales. Entre el unci y el manubria está el intramalleus (in). Los alulae (al) son proyecciones parecidas a las que a menudo se encuentran en la base del ramus (bul).

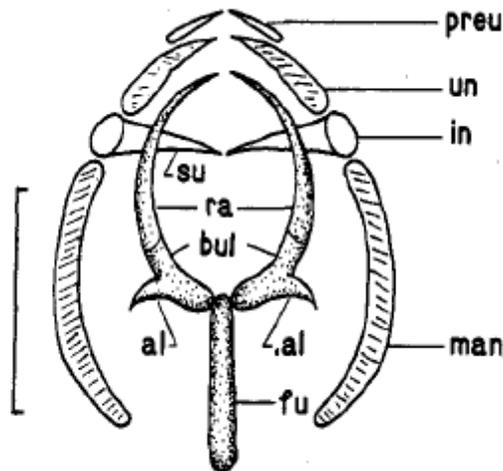


Figura 1. Plano de un trophi forcipado: al, alula; bu, bulbi; fu, fulcrum; in, intramaleus; man, manubrium; preu, preuncus; ra, rami; su, supramanubrium; u, unci (tomado de KosteyShiel 1987).

Algunos tipos de trophi son:

Maleado: Fulcrum corto, unci 4-7 dientes grandes, rami y manubria muy fuertes, su acción principal es la de cortar y masticar, presente en la familia Brachionidae y Lecanidae.

Maleoramado: Se encuentra sólo en el orden Flosculariacea. Es parecido al maleado, excepto porque los rami poseen dientes muy fuertes y los unci tienen una serie de dientecillos.

Virgado: Este tipo de trophi está especializado para perforar y bombear el fluido de las células vegetales o presas animales. El fulcrum es muy largo. Los rami son placas anchas triangulares y el unci tiene uno o dos dientes. Se encuentran presentes en las familias Gastropodidae, Notommatidae, Synchaetidae y Trichocercidae.

Cardado: La función del trophi es la de perforar y succionar. El fulcrum y el manubrium son generalmente largos. Tiene los rami muy fuertes, con una proyección en la parte basal denominada álula. El unci esta conformado de dientes muy desarrollados. Presente en la familia Lindiidae.

Forcipado: Son semejantes a unas pinzas, el fulcrum y el manubrium están muy desarrollados. El unci funciona como mandíbulas y toda la estructura puede ser proyectada hacia fuera para atrapar a la presa. Familia Dicranophoridae.

Incudado: El unci y el manubrium están muy reducidos. El ramus está muy desarrollado y parece una pinza. Familia Asplanchnidae.

Uncinado: El unci tiene pocos dientes, uno de ellos es más desarrollado, el fulcrum es relativamente pequeño. Familia Collotheceidae.

Dentro de los ambientes acuáticos, la fauna de zooplancton puede variar mucho entre los compartimientos de la zona litoral y pelágica. Varios estudios han demostrado una mayor riqueza de especies de zooplancton en las zonas litorales especialmente cuando estos son colonizados por macrofitas acuáticas (Pieczynska 1990).

La comunidad de rotíferos presentes en el perifiton de la zona litoral es típicamente diversa en los lagos, y tiene una composición diferente a las de las aguas abiertas. En los ríos la diversidad y la composición de las especies pelágicas y litorales parecen ser similares, debido a las corrientes presentes en este tipo de sistemas. Los rotíferos muestran preferencia por algunas especies de macrofitas con las que se asocian, probablemente debido a su estructura física o su complejidad, concentración o composición del alimento, factores químicos, edad de las macrofitas, y a las diferencias en el grado de protección de la depredación proporcionado por las macrofitas. Estos mecanismos en general no se encuentran bien estudiados en los rotíferos (Duggan 2001).

Familias como: Lecanidae, Euchlanidae, Mitylinidae, Trichotriidae, Colurellidae, Proalidae, Notommatidae, Dicranophoridae, son muy comunes en la zona litoral de un gran número de cuerpos de agua dulceacuícolas (Koste 1978). Sin embargo un gran número de trabajos están enfocados a familias de rotíferos tales como: Brachionidae, Synchaetidae, Asplanchnidae, Conochilidae, Hexarthridae, y Filinidae, las cuales forman menos de 30% de las especies de rotíferos (Koste 1978). México cuenta con un gran número de cuerpos de agua someros, estos cuerpos de agua normalmente presentan alrededor de 15 a 20 especies planctónicas y hasta 30 o más especies no planctónicas (Sarma y Elías-Gutiérrez 2000, Garza-Mouriño et al. 2003, 2005), en previos trabajos sobre diversidad de los

rotíferos de México el énfasis ha sido sobre todo de especies planctónicas en cuerpos de agua tal como Valle de Bravo (Ramírez-García et al. 2002), estos estudios forman bases para seguir estudiando sobre otros nichos presentes en los cuerpos de agua.

Las especies de rotíferos bentónicos y litorales tienen adaptaciones distintas a las especies planctónicas por ejemplo: en primer lugar, los taxones del litoral no se encuentran en tan alta abundancia como el los de la zona pelágica, se conoce que machos y huevos de resistencia se encuentran presentes en algunas especies planctónicas, pero solo en unas pocas especies de rotíferos litorales, por lo tanto la posibilidad de sexualidad y producción de huevos de resistencia es menos frecuente en estos taxa (Wallace et al. 2006). En segundo lugar, los hábitats litorales son más inestables que los pelágicos, ya que son más susceptibles a las condiciones adversas como la desecación y la congelación. Esta previsibilidad implica que la recolonización es más frecuentemente requerida en los hábitats de la zona litoral que en la zona pelágica. Por otra parte la alta diversidad de especies de la zona litoral indica una mayor heterogeneidad del hábitat (Segers2007).

Desde el punto de vista de especies litorales de rotíferos, García-Morales y Elías-Gutiérrez (2007) y Sarma et al. (2009) entre otros mencionaron alrededor de 30 y 40 especies por cuerpo de agua; sin embargo estos estudios se han basado en uno o dos muestreos por año y no de manera continua, debido a que los rotíferos responden a los cambios ambientales la riqueza taxonómica de las especies de rotíferos colectados en uno o dos meses del año no representan la diversidad de un cuerpo de agua dado, en este sentido los estudios comprendidos en el periodo de un año darán una mejor idea de la diversidad de especies.

Estos aspectos se contemplaron en este estudio, llevándose a cabo en el cuerpo de agua conocido como “Laguna Atezca” el cual es considerado en la región como un área recreativa en la cual existe pesca deportiva, renta de lanchas, nado, etc.

Por su ubicación topográfica, presenta un comportamiento térmico típico de un sistema monomictico cálido, que ha tenido una fuerte influencia en la dinámica del lago, junto con otros factores externos que han influido a lo largo del tiempo en la productividad y en el estado de salud del ecosistema (Díaz-Pardo, 1986). Sin embargo los estudios realizados en este cuerpo de agua son muy escasos y en su mayoría enfocados al conocimiento del fitoplancton (Sánchez-Rodríguez y Vázquez. 1990, Vázquez y Favila. 1998a, Díaz-Pardo et al. 1998b), por lo tanto uno de los objetivos del estudio es contribuir al enriquecimiento de datos de este cuerpo de agua en materia de zooplancton (Rotifera: Monogononta), cuyo único antecedente es el trabajo realizado por Díaz-Pardo(1986).

Antecedentes

En los últimos años los estudios taxonómicos muestran la fauna de rotíferos de algunas partes de la Ciudad de México, y los estados de Guanajuato, Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Colima, Sinaloa, México, Aguascalientes, Morelia, Querétaro, Nayarit, Yucatán, Morelos, Tabasco, Quintana Roo, San Luis Potosí y Veracruz, que representan aproximadamente el 60% de los estados del país, y todavía el conocimiento de la diversidad de rotíferos de México está limitada a menos de 300 especies. Considerando que la información que se tiene de rotíferos en México es fragmentaria y por sus características geográficas y climáticas, es posible que el número de especies conocidas para México pueda ser superior a los 283 especies reportadas por Sarma (1999).En los últimos 20 años aproximadamente se han llevado a cabo una serie de trabajos en relación al conocimiento de la diversidad de rotíferos y estos se citan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Se presentan los diversos trabajos realizados sobre diversidad de rotíferos en México.

Autores	Localidad	Reporte
Samano 1931	Xochimilco y Chapultepec	Realizo un estudio sobre la fauna de rotíferos encontrando 10 especies
Ahlstrom 1932	Jalisco, Nayarit, Estado de México	Reporto 62 especies de rotíferos de 4 localidades, es el primer trabajo dedicado exclusivamente a rotíferos en México.
Brehm 1932	Michoacán	analiza taxonómicamente rotíferos provenientes de distintas regiones de México y describe a <i>Keratella stipitata</i> y otras especies del lago de Pátzcuaro
Carlin 1935	Veracruz, Xochimilco y Texcoco	identifico 47 especies y variedades de rotíferos y algunas especies no mencionadas por Ahlstrom
Sámano 1936	Estanques cerca de Actopan	Realizo un estudio en estanques cerca de Actopan reportando 13 especies
Hoffman y Sámano 1938a	Oaxaca	Realizaron un estudio de diferentes cuerpos de agua del estado de Oaxaca y Reportaron 6 especies
Hoffmann y Sámano 1938b	Veracruz	Realizaron un estudio de diferentes cuerpos de agua y Reportan 8 especies
Osorio-Tafall 1942	Lago de Pátzcuaro, Michoacán.	Realizo un estudio taxonómico y distribucional de este grupo en nuestro país encontrando 122 especies

Brehm 1942	Lago de Pátzcuaro, Michoacán.	Realizo un estudio del plancton en el lago de Pátzcuaro registrando 4 especies de rotíferos
Vilaclara y Sládeček 1989	Valle de Bravo, estado de México.	Registraron 34 especies y describieron una nueva para Valle de Bravo: <i>Collothecariverai</i> .
Silva-Briano y Segers 1992	Aguascalientes.	Reportaron una nueva especie: <i>Brachionusjosefinae</i> .
Örstan 1995	Sonora	Reporta una nueva especie de rotífero bdelloideo <i>Macrotrachela sonorensis</i>
Kutikova y Silva-Briano 1995	Aguascalientes	Reportan una nueva especie en un cuerpo de agua localizado a 7 Km de Palo alto <i>Keratella mexicana</i> .
Serranía-Soto 1996	Ríos Lerma y Pánuco (en la parte centro y norte del estado de México).	Registró 86 especies, de las cuales 26 especies se reportaron por primera vez en México.
Sarma, Elías-Gutiérrez y Serranía-Soto 1996	Lagos cráter del Nevado de Toluca	Encontraron 34 especies, 11 fueron nuevos registros para la fauna de México.
Sarma y Elías-Gutiérrez 1997	Estado de México	Reportaron 123 taxa de los cuales 28 especies fueron nuevos registros para México.
Sarma y Elías-Gutiérrez 1998	Diversidad de rotíferos de un pequeño cuerpo de agua localizado en el km 28 de la carretera federal Ixtlahuaca- Jilotepec, Estado de México.	Encontraron 78 especies de las cuales 20 fueron nuevos registros para México.
Silva-Briano y Adabache-Ortiz 1999	Analizaron 104 localidades en Aguascalientes y en 10 de estas localidades, reportaron una nueva especie y la distribución de la misma en el estado.	Descripción de <i>Keratella mexicana</i> , así como su distribución.

Sarma y Elías-Gutiérrez 1999	Diversidad de rotíferos de cuatro localidades en el estado de Michoacán.	Encontraron 110 especies de rotíferos de los cuales 29 especies son nuevos registros para México.
Sarma 1999	Realizo una recopilación de los trabajos realizados hasta 1999, de diversos cuerpos de agua en varias partes de México.	Menciona que se han reportado 283 especies de rotíferos.
Sarma y Elías-Gutiérrez 1999	Realizan un análisis de la fauna de rotíferos de 12 localidades de la Península de Yucatán.	Reportaron 102 especies de las cuales 15 fueron nuevos registros para fauna de rotíferos de México.
Silva-Briano y Adabache-Ortiz 2000	Elaboraron un checklist en el estado de Aguascalientes de un género de rotíferos de 44 localidades.	Reportan 10 especies del género <i>Brachionus</i> , y una nueva especie <i>Brachionus josefinae</i> descrita en 1992.
Sarma y Martínez 2000	Llevaron a cabo el análisis morfométrico de <i>Filinia cornuta</i> del lago del parque Tezozomoc, (D. F.).	Además encontraron 19 especies.
Sarma et al. 2000	Análisis de las muestras obtenidas de la Laguna salobre de Mecoaacán (Tabasco).	Reportaron 37 especies y cinco de ellas fueron nuevos registros para México.
Sarma y Elías-Gutiérrez 2000	Análisis de rotíferos de cuatro cuerpos de agua dentro del estado de México.	Reportan 77 especies de las cuales seis son nuevos registros para México.
Silva-Briano y Adabache-Ortiz 2000	Estudiaron 44 cuerpos de agua de Aguascalientes.	Reportaron 10 especies del género <i>Brachionus</i> .
Elías-Gutiérrez et al. 2001	Realizaron un análisis de zooplancton de agua dulce en neotrópicos: El caso de México.	Concluyen que los rotíferos son los mas diversos en relación con cladóceros y copépodos.
Ramírez et al. 2002	Estudio de la variación estacional de la abundancia de zooplancton en el reservorio Valle de Bravo, estado de México.	Reportaron 25 especies de rotíferos.

Flores, Sarma y Nandini 2003	Realizaron un estudio preliminar de la fauna de rotíferos de Xochimilco (D. F.).	Encontraron 53 especies de rotíferos. <i>Brachionus durgae</i> es reportada por primera vez para México.
Serranía-Soto y Sarma 2003	Algunos aspectos taxonómicos de Rotíferos de la parte central de México (Tlaxcala, Hidalgo, estado de México y D. F.).	Registran 83 especies y una de ellas <i>Keratellamorenoi</i> es un nuevo registro para México.
Granados y Álvarez 2003	Estudiaron los rotíferos de algunos embalses de la sucuencia del río Cuautla, Morelos.	Reportan 16 especies y la ampliación de la distribución de <i>Horaella thomassoni</i> .
Rico-Martinez et al. 2003	Actualizaron y revisaron la lista de rotíferos del Lago de Chapala, Jalisco.	Reportan 57 especies de las cuales 15 especies se reportan por primera vez para el Lago de Chapala, además consideran que este número es bajo.
Garza et al. 2003	Estudiaron un género en la zona Chinampera del lago de Xochimilco.	Reportan 13 especies del género <i>Brachionus</i> .
García-Morales y Elías-Gutiérrez 2004	Veracruz, Chiapas, Tabasco y la Península de Yucatán.	Registraron 128 especies, de los cuales 14 constituyen ampliaciones de ámbito para la región.
Sarma, Serranía-Soto y Nandini 2005	Recopilación de los estudios realizados en 24 localidades del Estado de México de las cuales de cinco cuerpos de agua no se habían estudiado.	Se registran 210 especies, aproximadamente 13 especies se reportan por primera vez para el estado

Objetivos

Objetivo General

- Reconocer la riqueza y distribución de rotíferos en la zona litoral de la laguna Atezca, durante el periodo comprendido de un año.

Objetivos Particulares

- Presentar la distribución de los rotíferos dentro de los distintos microambientes seleccionados
- Presentar la descripción taxonómica de algunas especies raras en el cuerpo de agua y los nuevos registros para México incluyendo microfotografías de microscopio óptico
- Conocer la Similitud existente entre los sitios de muestreo utilizando en índice de similitud de Sorensen.

Área De Estudio

El área de estudio del presente trabajo se encuentra situada en el Estado de Hidalgo, específicamente en el municipio de Molango de Escamilla.



Figura 1. Ubicación del municipio de Molango de Escamilla en el Estado de Hidalgo (Fuente www.hidalgo.gob.mx 2012)

Localización

El Municipio de Molango está situado al norte del estado de Hidalgo, a una altitud sobre el nivel del mar de 1,620 metros. La cabecera municipal se ubica sobre la carretera federal 105 México-Tampico.

Su localización geográfica es por el Norte, latitud de 20° 47' 04"; por el Oeste, longitud de 98° 43' 03". Colinda al norte con el municipio de Tepehuacán de

Guerrero, al sur con el municipio de Metztitlán, al oeste con los municipios de Tlahuiltepa, Juárez Hidalgo, y Eloxochitlán, y al este con Xochicoatlan.

Orografía

Molango está enclavado en la Sierra Madre Oriental, región denominada por los conquistadores españoles como "Sierra Alta". La caracterizan enormes montañas y profundas barrancas, de tupida vegetación.

Clima

Presenta un clima templado, con lluvias regulares y precipitaciones promedio anual de 1,438 mm., Con temperatura de 22°C, por lo que presenta un clima semi-cálido.

Hidrografía

Los ríos, arroyos y manantiales con que cuenta el municipio de Molango son: El río Malila, el río Chichapan, el arroyo del agua fría, los manantiales de Xochico, El Chorro y Atlapachotl, aparte de cientos de manantiales más en pueblos, rancherías y potreros, el río Cuxhuacán y la Laguna de Atezca.

Dentro de los atractivos turísticos de este municipio se encuentra el cuerpo de agua que concierne a este estudio conocido en la región como "Laguna Atezca" (Figura 2).



Figura 2. Imagen satelital de la “Laguna Atezca”, se muestra la ubicación los sitios de muestreo (Tomado de Google Earth, 2012).

Esta laguna ocupa una superficie de 268, 000 m² y un volumen aproximado de tres millones de m³. Con una profundidad máxima es de 16 y la media de 6.4 m.

Este puede considerarse como un sistema lacustre abierto, pues presenta tres pequeñas corrientes tributarias, que aportan agua en forma permanente, y algunos escurrimientos no puntuales; además, en el borde sur del lago existe un efluente regulado por compuertas, que mantienen el nivel del agua casi constante.

Es posible que un fenómeno de tipo obstructivo haya sido inicialmente el origen del lago de Atezca, esto es, que los tributarios hayan sido represados por derrumbes de las montañas adyacentes, aunque no se descarta la intervención en mayor o menor medida del hombre, pues como ya se dijo existen compuertas que regulan su salida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la diversidad del Phylum Rotifera en el cuerpo de agua los muestreos se llevaron a cabo mensualmente durante un ciclo anual comprendido entre Noviembre del 2008 a Octubre del 2009, en un horario entre las 10:00 am y 12:00 pm. Se establecieron un total de 5 sitios de muestreo tomando en cuenta las siguientes consideraciones para cada sitio:

- Sitio 1. Zona con abundante vegetación libre flotadora.
- Sitio 2. Aquel que presente una “perturbación”, como una salida de aguas negras, o una alta actividad humana como el nado, campismo o actividad ganadera.
- Sitio 3. Ubicado en un claro con pequeños arroyos durante la época de lluvias
- Sitio 4. Con una concentración visible de florecimientos de cianobacterias
- Sitio 5. Dispuesto a los márgenes de las compuertas de la salida de agua.

Para la colecta en cada sitio se filtraron aproximadamente 120 L de agua de la zona litoral con una red para plancton de 50 μm de forma horizontal, concentrándose en 100 ml, fijando la misma con formol al 4%.

Las muestras fijadas de rotíferos se analizaron, colocando una parte de ellas en una caja petri para ser observadas bajo un microscopio estereoscópico (Nikon SMZ 645) a una magnificación de 40X, después las especies encontradas fueron transferidas con una pipeta Pasteur a un porta objetos para su análisis en un microscopio de luz (Nikon Eclipse, E600), en el cual se llevó a cabo el análisis morfológico de cada una de las especies usando literatura especializada tal como, Koste 1978; así mismo se tomaron fotografías de las especies, utilizando una cámara digital Nikon Coolpix 4300.

Para el caso de las especies no loricadas, fue necesario hacer la identificación por medio del Mastax, esto debido a que solo la morfología no es suficiente para

identificarlos. La obtención del mastax se llevó acabo agregando una gota de hipoclorito de sodio a la muestra para su posterior identificación a una magnificación de 40 y 100X.

Para determinar la similitud existente entre los 5 sitios de muestreo se utilizó el Índice de Similitud de Sorensen que se expresa como:

$$C_s \frac{2c}{a + b} \times 100$$

Dónde:

a= número de especies en la comunidad o muestra 1

b= número de especies en la comunidad o muestra 2

c= número de especies que se presentan en ambas comunidades o muestras

Resultados

En el cuerpo de agua se registró un total de 72 especies (Tabla 1 y Anexo II.), representadas en dos órdenes: Ploimida (con 14 familias y 24 géneros) y Gnesiotrocha (con 5 familias y 5 géneros). Las familias que presentan un mayor número de especies son: Lecanidae con 20 especies, Brachionidae y Colurellidae con 7 especies cada una. Se reportan un total de 27 especies nuevas para el estado de Hidalgo y un nuevo registro para el país.

Tabla 1. Lista de las especies de rotíferos encontradas en la “Laguna Atezca” durante 2008-2009.
*Nuevos registros para el estado de Hidalgo; **Nuevos registros para el país

Phylum: Rotifera

Clase: Monogononta

Orden: Ploimida

Familia: Brachionidae

Brachionus falcatus Zacharias, 1898

Brachionus rubens Ehrenberg, 1838

Keratella americana Carlin, 1943

Keratella cochlearis (Gosse, 1851)

Keratella tropica (Apstein, 1907)

Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908)

Platylabus quadricornis (Ehrenberg, 1832)

Familia: Euchlanidae

Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832

Euchlanis deflexa (Gosse, 1851)*

Euchlanis pyriformis Gosse, 1851

Familia: Mitylinidae

Mytilina bisulcata (Lucks, 1912)*

Familia : Trichotriidae

Trichotria tetractis (Ehrenberg, 1830)

Familia: Colurellidae

Colurella obtusa (Gosse, 1886)
Colurella uncinata (Müller, 1773)
Lepadella acuminata (Ehrenberg, 1834)
Lepadella apside Harring, 1916*
Lepadella ovalis (Müller, 1786)
Lepadella patella (Müller, 1773)
Squatinella mutica (Ehrenberg, 1832)

Familia: Lecanidae

Lecane aculeata (Jakubski, 1912)
Lecane arcuata (Bryce, 1891)*
Lecane bulla (Gosse, 1851)
Lecane closterocerca (Schmarda, 1859)
Lecane curvicornis (Murray, 1913)
Lecane decipiens (Murray, 1913)
Lecane doryssa Harring, 1914*
Lecane flexilis (Gosse, 1886)
Lecane furcata (Murray, 1913)
Lecane hamata (Stokes, 1896)
Lecane inermis (Bryce, 1892)*
Lecane inopinata Harring & Myers, 1926*
Lecane luna (Müller, 1776)
Lecane monostyla (Daday, 1897)*
Lecane nana (Murray, 1913)
Lecane obtusa (Murray, 1913)*
Lecane pyriformis (Daday, 1905)
Lecane quadridentata (Ehrenberg, 1830)
Lecane stichaea Harring, 1913*
Lecane tenuiseta Harring, 1914*

Familia: Proalidae

Proales decipiens (Ehrenberg, 1832)*
Proales fallaciosa Wulfert, 1937

Familia: Lindiidae

Lindia ecela Myers, 1933*
Lindia torulosa Dujardin, 1841

Familia: Notommatidae

Cephalodella forficula (Ehrenberg, 1830)
Cephalodella gibba (Ehrenberg, 1830)
Cephalodella megaloccephala (Glascott, 1893)*

Cephalodella ventripes (Dixon-Nuttall, 1901)*
Eosphora thoides Wulfert, 1935*
Notommata glyphura Wulfert, 1935

Familia: Trichocercidae

Ascomorphella volvocicola (Plate, 1886)
Trichocerca elongata (Gosse, 1886)
Trichocerca similis (Wierzejski, 1893)
Trichocerca tenuior (Gosse, 1886)
Trichocerca vernalis (Hauer, 1936)

Familia: Gastropidae

Ascomorpha ovalis (Bergendal, 1892)*
Ascomorpha saltans Bartsch, 1870*

Familia: Synchaetidae

Polyarthra major Burckhardt, 1900*
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943
Synchaeta oblonga Ehrenberg, 1831

Familia: Asplanchnidae

Asplanchna priodonta Gosse, 1850
Asplanchna silvestrii Daday, 1902*
Asplanchna tropica Koste & Tobias, 1989*

Familia: Dicranophoridae

Aspelta circinator (Gosse, 1886)**
Dicranophorus epicharis Harring & Myers, 1928
Dicranophorus uncinatus (Milne)*

Orden: Gnesiotrocha

Family: Testudinellidae

Testudinella emarginula (Stenroos, 1898)

Familia: Flosculariidae

Ptygura furcillata (Kellicott, 1889)*

Familia: Conochilidae

Conochilus natans (Seligo, 1900)
Conochilus unicornis Rousselet, 1892*

Familia: Hexarthridae

Hexarthra intermedia (Wiszniewski, 1929)*

Familia: Filiniidae

Filinia pejleri Hutchinson, 1964*

Filinia terminalis (Plate, 1886)

A continuación se muestra en la figura 1, los géneros dominantes en el presente trabajo: *Lecane*, *Lepadella*, *Cephalodella*, *Trichocerca*, *Keratella*, *Euchlanis* y *Asplanchna* representan más del 50% de la riqueza encontrada en el estudio.

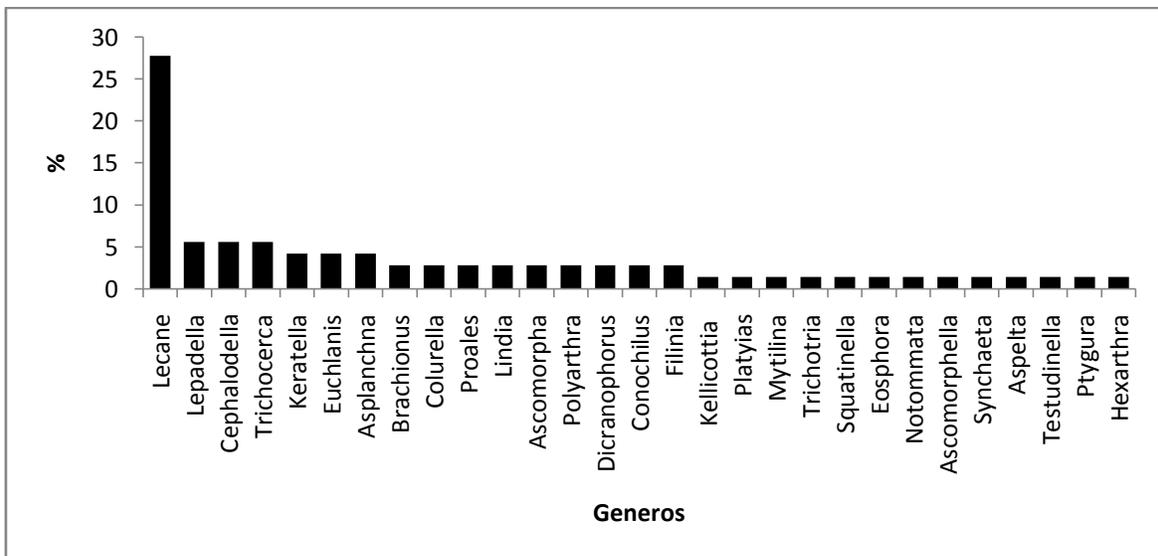


Fig 1. Géneros de rotíferos dominantes en la "Laguna Atezca".

En la Figura 2, se muestran las familias dominantes presentes en el cuerpo de agua, estas son: Lecanidae, Brachionidae, Colurellidae, Notomatidae y Trichocercidae las cuales representan mas del 50% del total de especies encontradas.

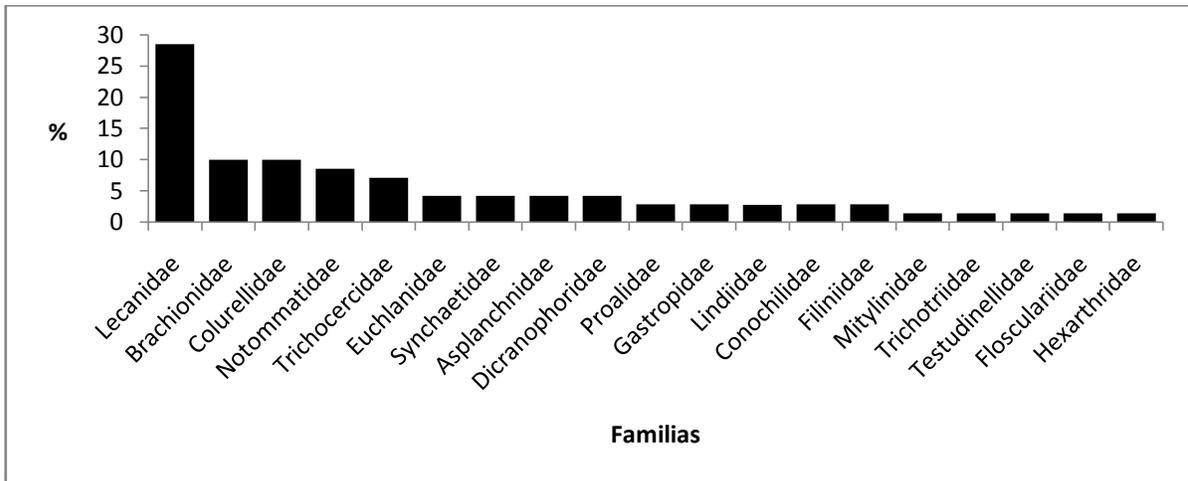


Figura 2. Familias de rotíferos dominantes presentes en la “Laguna Atezca”.

A continuacion la Figura 3, muestra el numero de especies que presento cada uno de los sitios de muestreo durante todo el periodo de muestreo, observando una gran riqueza en los sitio 1,4 y 5.

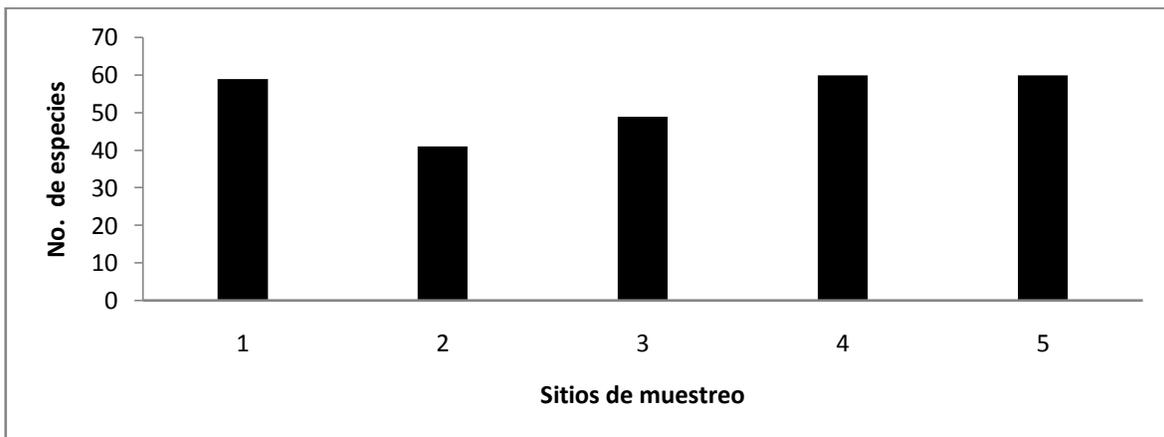


Figura 3. Numero de especies registradas en los distintos sitios de muestreo en la “Laguna Atezca”

En la Figura 4, se muestra el numero de especies presentes en el estudio durante las distintas estaciones del año (Anexo I), denotando una mayor riqueza en las estaciones Otoño e Invierno.

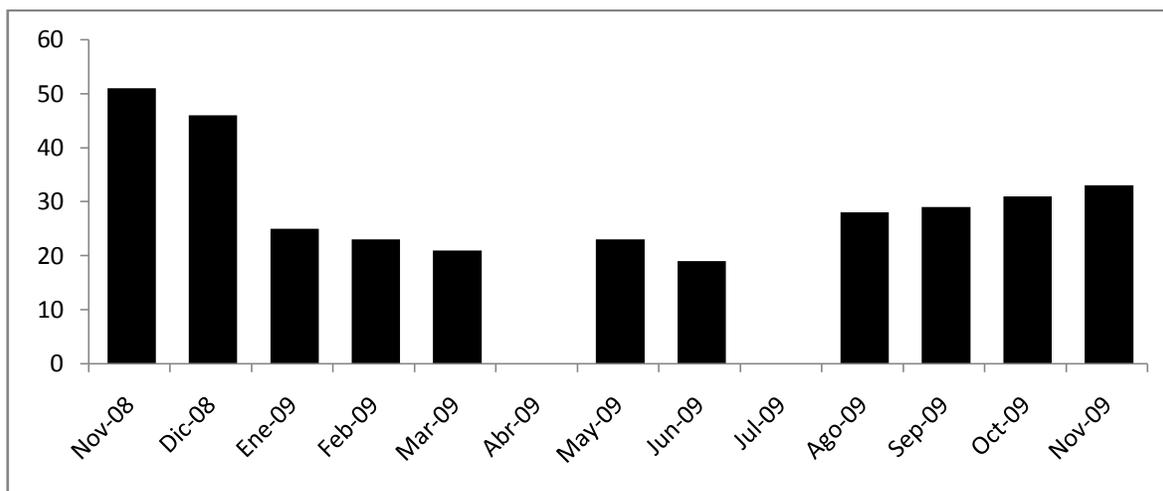


Figura 4. Numero de especies presentes durante los meses de muestreo en la "Laguna Atezca"

La tabla 2, muestra la similitud existente entre los distintos puntos de muestreo de acuerdo con resultados obtenidos del indice de Sorensen, el cual mostró que los sitios con mayor similitud son el 4 y 5 (86%), a su vez los sitios con la menor similitud son el 2 y el 4 (68%).

Así mismo a continuación se presenta la descripción taxonómica de algunas especies de rotíferos los cuales son raros para el cuerpo de agua o interesantes desde el punto de vista de taxonomía de rotíferos; así como el nuevo registro reportado en el presente trabajo.

Tabla 2. Resultados de índice de similitud de Sorenesen basado en la riqueza de las especies de Rotifera en Laguna Atezca (Estado de Hidalgo) durante 2008-2009.

Índice de similitud de Sorensen(%)

Sitios de muestreo	1	2	3	4	5
1		73	79	82	79
2			71	68	70
3				84	74
4					86
5					

***Brachionus rubens* Ehrenberg, 1838**

Descripción:

La lorica rígida y de forma ovalada, en el extremo anterior de la lorica dorsal tiene seis pequeñas espinas asimétricas, el par de espinas anteromedianas ligeramente más largo que las otras; sin espinas posteriores ni posterolaterales; El extremo anterior de la lorica ventral generalmente con dos ondulaciones centrales.

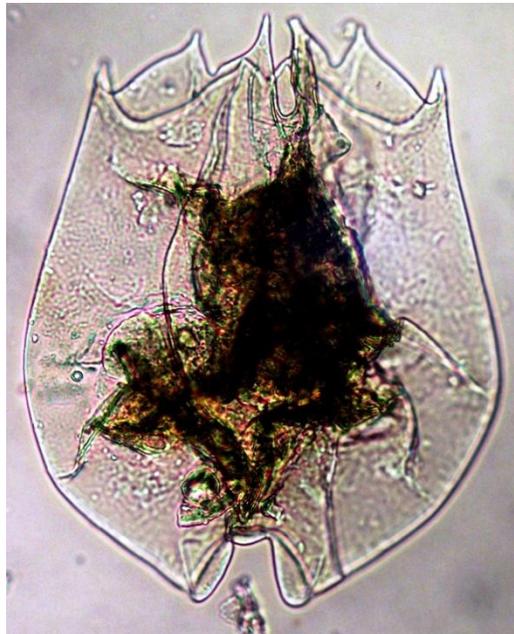


Figura 5. Microfotografía (40x) de una hembra de *Brachionus rubens* Ehrenberg, 1838 encontrada en la "Laguna Atezca".

Keratella tropica Apstein, 1907

Descripción:

La lorica se presenta rígida de forma casi rectangular. La lorica dorsal presenta cuatro placas poligonales tres completas y una incompleta la cual se une con el extremo posterior de la lorica. Presenta seis espinas anteriores y en su extremo posterior tiene dos espinas desiguales situadas lateralmente.

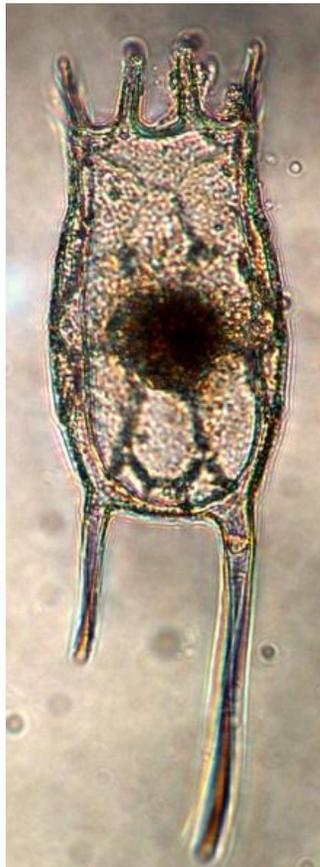


Figura 6. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Keratella tropica* Apstein, 1907 encontrada en la "Laguna Atezca".

***Platyas quadricornis* (Ehrenberg, 1832)**

Descripción:

Cuerpo aplanado dorsoventralmente, presenta un pie pseudosegmentado con dedos firmes y puntiagudos. La lorica dorsal con tres marcas de forma poligonal, en el extremo anterior de la misma con un par de espinas centrales, fuertes, curvadas y truncadas lateralmente. En la parte posterior de la lorica cuenta con un par de espinas pequeñas.



Figura 7. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Platyas quadricornis* (Ehrenberg, 1832) encontrada en la "Laguna Atezca".

***Mytilina bisulcata* (Lucks, 1912)**

Descripción:

Lorica larga, lateralmente comprimida, sin espinas con extremo anterior estrecho y el posterior casi recto. Tiene dedos largos y fuertes.



Figura 8. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Mytilina bisulcata* (Lucks, 1912) encontrada en la “Laguna Atezca”.

***Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830)**

Descripción:

Cuerpo, pies y dedos rígidamente loricados. El pie se encuentra triseudosegmentado, con un par de dedos largos y esbeltos, en la base del pie pseudosegmentado tiene un par de espinas triangulares.



Figura 9. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830) encontrada en la "Laguna Atezca".

***Lecane curvicornis* (Murray, 1913)**

Descripción:

Lorica redondeada, amplia y recta en la región anterior y estrecha en su región posterior. En su parte anterior los márgenes anterolaterales tienen dos proyecciones cortas de forma pseudotriangular. Tiene un par de dedos largos, paralelos, con pseudouñas y uñas accesorias.



Figura 10. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Lecane curvicornis* (Murray, 1913) encontrada en la “Laguna Atezca”.

***Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1830)**

Descripción:

Lorica casi ovalada, el margen anteroventral tiene una depresión central. La placa anterodorsal presenta dos espinas en su parte media curvadas lateralmente, las cuales pueden ser largas o cortas. Tiene un solo dedo, con los márgenes bulbosos, en su parte inferior tiene una uña con uñas accesorias laterales.

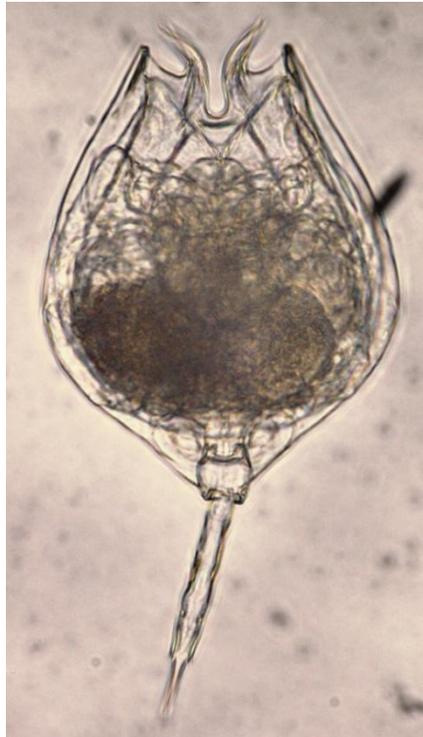


Figura 11. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1830) encontrada en la "Laguna Atezca".

***Lecane stichaea* Harring, 1913**

Descripción:

Lorica de forma alargada con dos proyecciones anterolaterales en la parte anterior. Placa dorsal con márgenes elípticos organizados en cuatro líneas. tiene un par de dedos cortos con uñas largas.



Figura 12. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Lecane stichaea* Harring, 1913 encontrada en la "Laguna Atezca"

***Lecane tenuiseta* Harring, 1914**

Descripción:

lorica alargada y sin espinas posteriores ni anteriores. La placa anterodorsal sin ondulaciones. placa dorsal y ventral son casi del mismo ancho por lo cual los márgenes anteriores de la placa dorsal y ventral parecen rectos; Presenta dedos largos, con uñas muy largas.

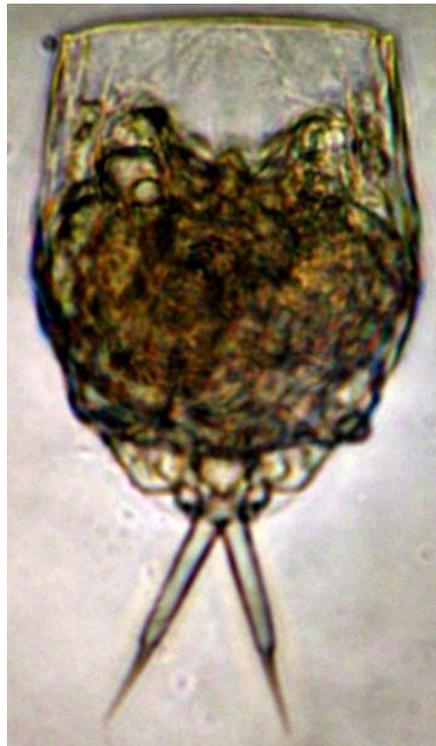


Figura 13. Microfotografía (40x) de microscopio óptico de una hembra de *Lecane tenuiseta* Harring, 1914 encontrada en la "Laguna Atezca".

***Lindia ecela* (Myers, 1933)**

Descripción:

Es una especie con cuerpo flexible. Presenta dedos cortos. El trophi es cardado y con epifaringe delgada, el manubrio es característico de la familia y con ganchos. Alulae del rami con espinas prominentes.



Figura 14. Microfotografía (100x) de microscopio óptico del trophi de una hembra de *Lindia ecela* (Myers, 1933) encontrada en la "Laguna Atezca"

***Eosphora thoides* Wulfert, 1935**

Descripción:

Mastax de tipo virgado, el ramus con puntas triangulares y curvadas, fulcrum largo y distalmente amplio, el manubrio presenta una membrana basal.

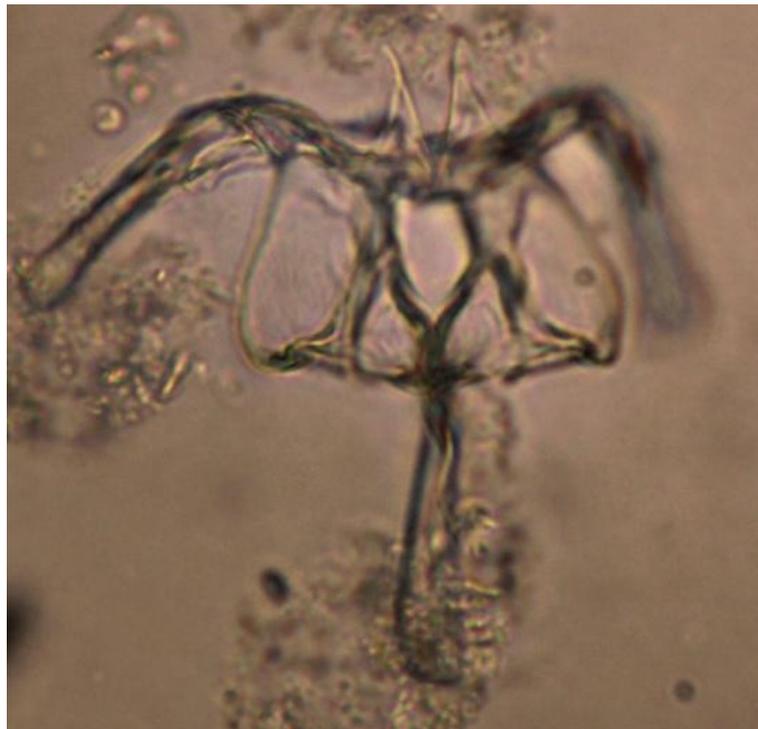


Figura 15. Microfotografía (100x) de microscopio óptico del trophi de una hembra de *Eosphora thoides* Wulfert, 1935 encontrada en la "Laguna Atezca".

***Notommata glyphura* Wulfert, 1935**

Descripción:

Cuerpo flexible no loricado, con dos dedos, cortos y esbeltos. Mastax de tipo virgado, alula y ramus asimétrico con terminación en forma de espina muy definida, fulcrum largo y amplio en su parte distal, el ramus en la parte anteroposterior se encuentra moderadamente dentado. Es una especie predadora.



Figura 16. Microfotografía (100x) de microscopio óptico del trophi de una hembra de *Notommata glyphura*, Wulfert, 1935 encontrada en la "Laguna Atezca".

***Trichocerca elongata* (Gosse, 1886)**

Descripción:

Lorica larga y cilíndrica, con forma tubular. Presenta un dedo largo y simple. El mastax es de tipo virgado.



Figura 17. Microfotografía (100x) de microscopio óptico de una hembra de *Trichocerca elongata* (Gosse, 1886) izquierda y el trophi de la misma a la derecha, encontrada en la "Laguna Atezca".

***Aspelta circinator* (Gosse, 1886)**

Descripción:

Cuerpo alargado ligeramente loricado, el pie con dos dedos curvados y agudos, ramus largo, con forma de hoz y alula de ramus bulboso, uncus sencillo, manubrio largo curvado interiormente, fulcrum largo y delicado.

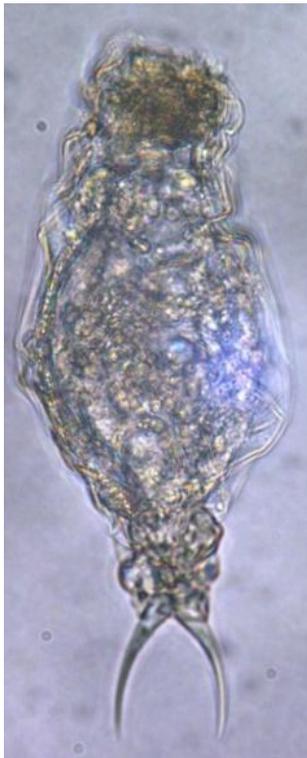


Figura 18. Microfotografía (100x) de microscopio óptico de una hembra de *Aspelta circinator* (Gosse, 1886) izquierda y un trophi de la misma derecha, encontrada en la "Laguna Atezca".

***Asplanchna silvestrii* Daday, 1902**

Descripción:

Ramus largo con un par de espinas en el margen exterior. Extremo anterior del ramus de forma semicircular con proyecciones internas de forma laminar bien desarrolladas. Apofisis de la base del ramus agudamente señalado. Fulcrum corto.

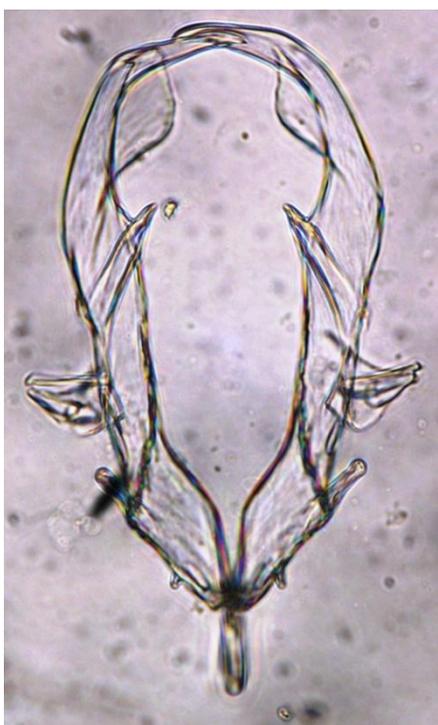


Figura 19. Microfotografía (40x) de microscopio óptico del trophi de una hembra de *Asplanchna silvestrii* Daday 1902, encontrada en la "Laguna Atezca".

Discusión

En este trabajo específicamente no tomamos variables fisicoquímicas, sin embargo en el mismo periodo y en los mismos sitios Leal (2012) realizó un estudio donde relacionó las abundancias de zooplancton con las variables fisicoquímicas. De los parámetros reportados por Leal (2012), se tomaron en cuenta solo los parámetros *in situ* los cuales fueron: Temperatura (°C) cuyo promedio anual observado en el estudio fue de 23 °C, pH con un valor promedio de 7.3, prácticamente neutro, oxígeno disuelto con un valor promedio de 7.5 mg l⁻¹, Conductividad con un promedio anual de 93 µS cm⁻¹, cuyos intervalos van desde 72 hasta 125 µS cm⁻¹. Por lo cual Leal considera este cuerpo de agua con una calidad de agua limpia (oligosaprobio), y un estado mesotrófico con tendencia a la eutrofización.

Estrictamente el intervalo de las variables físicas y químicas, encontrado en este lugar no tiene mucha influencia para explicar la diversidad taxonómica de los rotíferos. Por ejemplo Pennak (1989), Koste (1978) y Wallace et al. (2006) mencionaron que normalmente en las áreas tropicales los géneros más comunes son: *Brachionus*, *Keratella*, *Polyarthra* y *Synchaeta* entre otros; la casi ausencia de *Brachionus* en el estudio fue posiblemente debida a que las especies de este género normalmente son planctónicas y la muestra fue concentrada de la zona litoral. Sin embargo la ausencia de *Brachionus* en cuerpos de aguas mexicanos se ha reportado en varios trabajos previos, por ejemplo Jiménez-Contreras et al. (2009) mostraron las especies zooplanctónicas, en el embalse de Valle de Bravo en el Estado de México con una altura comparable al presente estudio y reportaron pocas especies del género *Brachionus* en un ciclo anual; por otro lado Nandini et al. (2005) reportaron no más que 8 especies de *Brachionus* en el cuerpo de agua del lago de Xochimilco en el D.F. con la misma altura sobre el nivel del mar. Varios factores pueden ser responsables para la ausencia total o la disminución de la población de *Brachionus* en cuerpos de aguas naturales, entre ellos la depredación por larvas de peces y la competencia con otras especies de zooplancton, incluyendo los cladóceros, que pueden afectar la abundancia y distribución del género *Brachionus*.

Generalmente, cuando existe mucha abundancia de cladóceros hay poca abundancia de rotíferos, esta relación inversa fue reportada en Valle de Bravo (Ramírez-García 2002). Sin embargo el enfoque del estudio fue sobre la diversidad de rotíferos, y no se tomaron en cuenta las densidades de cladóceros. Sin embargo durante las observaciones de zooplancton de la Laguna Atezca se han encontrado algunos cladóceros pero no fue posible obtener la relación entre la abundancia de cladóceros y los rotíferos. La presencia de *Brachionus rubens* en el presente estudio explica una coexistencia entre los cladóceros y los braquionidos. Iyer y Rao (1995) observaron que debido a que *B. rubens* vive como epizoico sobre el caparazón de algunos cladóceros, esta especie ahorra energía al utilizar la fuerza de nado del cladóceros para alimentarse, lo que causa una disminución en el desplazamiento del cladóceros impidiendo un buen desarrollo de este lo cual lo lleva eventualmente a ganar en la competencia sobre los cladóceros. En este estudio no se cuantificó la abundancia de *B. rubens* sobre el caparazón de cladóceros, sin embargo se observaron algunos individuos sobre el cuerpo de los cladóceros.

Brachionus falcatus es una de las especies del género *Brachionus* bien armada con espinas tanto posteriores como anteriores, las cuales posiblemente ayudan a resistir la competencia e interferencia contra los cladóceros. No hay estudios específicamente sobre *B. falcatus* y cladóceros, sin embargo hay varios estudios donde podemos inferir que la espinas de varias especies de *Brachionus* protegen contra depredación, competencia e interferencia de algunos copépodos y cladóceros (Gilbert 1998).

Entre otras especies de Brachionidae, *Keratella americana*, *K. cochlearis*, *K. tropica*, se han reportado frecuentemente en casi todos los cuerpos de agua dulce acuáticas de México y a veces con densidades más altas que 1000 ind. l⁻¹; tanto *K. americana* como *K. cochlearis*, tienen espinas posteriores, sin embargo la espina posterior de *K. cochlearis*, puede estar totalmente ausente; por otro lado no hay reportes sobre la ausencia de la espina posterior de *K. americana*.

Kellicottia bostoniensis es común en varios cuerpos de agua de México incluyendo Valle de Bravo y varios cuerpos de agua del estado de Aguascalientes.

Las especies de *Euchlanis* generalmente viven cerca de la vegetación, en la zona litoral. *Euchlanis dilatata* se considera como una especie cosmopolita (Koste 1978), *Mytilinabisulcata* fue previamente reportada por Sarma y Elías-Gutiérrez (1997), esta generalmente coexiste con *M. mucronata* y *M. ventralis*, sin embargo en este estudio se encontró sólo *M. bisulcata*.

Generalmente las especies de *Colurella* y *Lepadella* tienen un tamaño de lorica de menos de 100 µm lo cual causa dificultad para separar e identificar varias especies, *Lepadellaapsidaes* la especie más pequeña encontrada en el estudio y fue identificada utilizando las características de la placa dorsal, ventral y de la apertura de la base del pie (Koste 1978).

Entre varias especies de rotíferos *Lecane* es uno de los géneros más diversos con alrededor de 120 especies. En México también estudios previos en varios cuerpos de agua, mencionan que este género es el más común y diverso; *Lecane inopinata*, *L. monostyla*, normalmente son especies raras en cuerpos de agua de México ya que solo han sido reportadas en unos cuantos estudios de los realizados en las últimas dos décadas; las especies de este género más comunes a nivel mundial son *L. closterocerca*, *L. luna*, *L. quadridentata* y *L. curvicornis*, en el presente estudio también se encontraron estas especies.

Los miembros de Notommatidae son depredadores y su identificación se basa exclusivamente en la morfología del trophi. En el presente estudio se identificaron *Eosphorathoides* y *Notommataglyphura* las cuales son especies grandes y depredadoras de acuerdo a Koste (1978).

Entre varias especies del género *Asplanchna* generalmente *A. girodi*, *A. brightwellii*, *A. intermedia*, *A. priodontapodemos* encontrarlas en varios cuerpos de agua de México; *A. silvestrii* es una especie rara y fue por primera vez reportada en México por Sarma et al. (2009). *A. tropica* puede ser confundida con *A. brightwellii*, debido a su similitud en la espina sobre el margen lateral del ramus, sin embargo Koste y Tobias (1989) y Jose de Paggi (2002) aclararon las diferencias entre *A. brightwellii* y *A. tropica*; de

acuerdo a estos autores en *A. tropica* el ramus aparece dividido en dos segmentos en la parte donde se presenta la espina en el interior del ramus.

Los miembros de Dicranophoridae no tienen lorica dura y en muestras fijadas generalmente aparecen de forma contraída. *Aspelta* es uno de los géneros más raros a nivel mundial debido a las dificultades de aislamiento del trophi o a los errores en la identificación (De Smet 1997).

Ascomorphella volvocicola especie reportada en México por primera vez por Rico-Martínez y Silva-Briano (1993), es una especie considerada como parasitaria de algunas especies de *Volvox*, ya que este rotífero nunca se ha observado en otras especies de fitoplancton, o que viva de forma libre (Ganf et al. 1983). Este rotífero madura, entra en la colonia de *Volvox* y se alimenta de las células que forman la colonia causándole daños, sin embargo no se conoce si este parasitismo provoca una disminución en la población de *Volvox* (Ganf et al. 1983). En el presente estudio esta especie se encontró en gran abundancia y de forma temporal presentándose únicamente en los meses de Noviembre y Diciembre del 2008 (Anexo I).

El índice de Sorensen es uno de los métodos característicos para comparar las similitudes entre dos o más muestras. Una de las ventajas del índice Sorensen es el hecho de que no toma en cuenta la abundancia de las especies, en comparación con otros índices, por ejemplo el de Morisita (Franco-López 2005). Debido a que el presente estudio sólo fue cualitativo y no se cuantificaron las abundancias, fue posible utilizar este índice basándose en la presencia y ausencia de las especies. De acuerdo con mis resultados (Anexo I), el sitio 4 y 5 presentan una mejor similitud en comparación con los otros sitios, Geográficamente los sitios 1 y 2 reciben agua de pequeños arroyos durante la época de lluvias, en el sitio 3 se encuentra la entrada del río del “agua fría” y en el sitio 5 se encuentra la salida del cuerpo de agua pasando a través del sitio 4; los sitios 1, 4 y 5 tienen una alta diversidad de rotíferos debido a la alta densidad de macrofitas. En la Figura 6, se muestra que el número de especies presentes en estos sitios es similar, esto debido tal vez a que como lo mencionan Pennak (1966), Morales-Baquero (1989) y Duggan (2001) las 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. Por otro lado, los sitios 2 y 3 mostraron una menor similitud en relación con los demás sitios ya que en estos no se observó la presencia de macrofitas durante el periodo de muestreo, además de que al sitio 2 podríamos denominarlo como “perturbado” por la presencia de actividades humanas, ya que en este sitio es en el que se muestra una mayor actividad humana y ganadera debido a su poca profundidad además de ser el lugar donde posiblemente se encuentra la salida de agua residual de los baños del lugar.

Cabe señalar que para el Estado de Hidalgo sólo existen 2 estudios recientes sobre taxonomía de rotíferos: el de García (1999), que reporta 11 especies y el de Serranía-Soto (2006); que reporta 93 especies. Cabe señalar que Serranía-Soto también llevo a cabo un estudio similar al presente, ya que también lo realizó durante el periodo de un año obteniendo no más de 50 especies en cada uno de los 6 cuerpos de agua muestreados, por lo tanto podemos decir que el presente estudio muestra una riqueza de especies mayor a la reportada para los cuerpos de agua del Estado de Hidalgo hasta ahora. En el presente estudio, de las 72 especies encontradas se reportan 27 de estas como nuevos registros para el estado de Hidalgo y un nuevo registro para el país: *Aspeltacircinator*.

Aspelta circinator, vive en el fango sobre diferentes sustratos, como musgos y se encuentra presente también en aguas ácidas (Koste 1978) entre la vegetación litoral en fondos arenosos y fangosos de lagos y ríos. Como sus congéneres es una especie carnívora y se alimenta de otros rotíferos, ciliados y nematodos (Bertani 2011).

La familia Lecanidae fue la que presentó la mayor diversidad en el cuerpo de agua con un 27%, esto debido seguramente a que los representantes de esta familia son de hábitos litorales y son comunes en las aguas poco profundas con presencia de macrofitas (Koste y Shiel 1990, Pejler y Berzins 1994). Así mismo la familia Colurellidae (10%) es la que le sigue en dominancia, la cual también se encuentra presente en la zona litoral, comúnmente en zonas poco profundas con presencia de

vegetación (Koste y Shiel 1989). La familia Brachionidae (10%), en el presente estudio 3 de las 7 especies reportadas son consideradas como raras (*Brachionus rubens*, *Keratella tropica*, *Platyias quadricornis*) para la "laguna Atezca" ya que la frecuencia con que se presentaron a lo largo del periodo de muestreo fue mínima, esto debido a que el muestreo se llevó a cabo estrictamente en la zona litoral del cuerpo de agua y en su mayoría tales especies son de hábitos planctónicos (Koste y Shiel 1987), a excepción de una de ellas *Platyias quadricornis* considerada de hábitos litorales con presencia de vegetación (Koste y Shiel 1987).

De acuerdo a los resultados obtenidos durante las diferentes estaciones del año el verano fue la estación que presentó una menor riqueza de especies, el otoño fue la estación que presentó una mayor riqueza de especies esto concuerda con lo reportado por Suarez (1991) y Sharma (2009), en los cuales reportaron que durante el Invierno se presentó una disminución de la riqueza continuando hasta el verano con una alza durante el periodo de otoño esto debido a que existe una correlación con la temperatura y la precipitación, lo que concuerda con los resultados obtenidos ya que durante los meses en los que se presentó la mayor riqueza de rotíferos fueron los que presentaron los valores de temperatura menos variables los cuales van desde los 20 a los 23°C, a diferencia de los observados durante los meses que presentaron la menor riqueza cuyos valores se disparaban hasta los 29°C.

En cuanto a la riqueza de zooplancton en este caso de rotíferos, la mayor riqueza se presentó en los meses de Noviembre y Diciembre del 2008, lo que no concuerda con Díaz-Pardo (1986) que la sitúa en el mes de Marzo, por otro lado el reporta que la riqueza máxima de rotíferos fue de 10 especies cuando en el presente estudio la riqueza máxima fue de 72 especies, una riqueza muy superior a la reportada anteriormente. Sin embargo cabe señalar que en el estudio de Díaz-Pardo, se tomaron muestras de forma vertical y no horizontal como en el caso de este estudio, además de que las muestras fueron de la zona limnetica y no de la zona litoral. En su estudio menciona que el cuerpo de agua se encontraba en un proceso de eutrofización acelerado en los periodos de 1981 a 1994, indicado por el aumento del hipolimneo anóxico de un 50 a un 62% del total de la columna de agua, sin embargo

también menciona que en el año 1998, el cuerpo de agua presentaba signos de recuperación, ya que el hipolimneo mostraba nuevamente una reducción al 50% del total de la columna de agua. Por lo cual posiblemente la diferencia en relación a la riqueza de especies entre su estudio y el presente sea tan diferente. Por lo que posiblemente los datos presentes en este estudio, aunado a los realizados por Leal (2012), reafirme su hipótesis en cuanto a la recuperación del lago.

De las especies encontradas tenemos que de acuerdo con Segers (2007), la mayoría de éstas, el 90%, pertenecen a dos regiones biogeográficas la Neártica y la Neotropical. Así mismo tenemos que el 33% de las especies son consideradas como cosmopolitas; como pantropicales tenemos a: *Brachionus falcatus*, *Lecane monostyla*, *L. inopinata* y *L. doryssa*. En tanto como pancontinentales: *Trichocerca similis* y *T. elongata*. Como tropicopolitas: *Lecane aculeata* y *L. curvicornis* estas con un 3%, respectivamente. Algunas otras solo registradas para el Norte de América como: *Lepadella aapsida*, *Cephalodella ventripes*, *Ascomorphella volvocicola*. (Koste y Shiel 1987; 1989, 1990, Shiel y Koste 1992). Lo que concuerda con Rico-Martínez y Silva-Briano (1993) y otros autores (Sarma y Elías-Gutiérrez 1997, 1999), que mencionan que México se encuentra en un área de transición entre estas dos regiones, por lo cual podemos encontrar especies características tanto de la región norte como de la región sur de América.

Por otro lado Duggan (2001) sitúa a 8 de las especies reportadas en este estudio (*Euchlanis dilatata*, *Lecane bulla*, *L. quadridentata*, *Lepadella patella*, *Platylabus quadricornis*, *Trichocerca elongata*, *T. similis* y *Trichotriatetractis*), como restringidas esencialmente a la vegetación y raramente encontradas en aguas abiertas.

Conclusiones

Del presente estudio se registran 72 especies, 27 especies nuevas para el estado de Hidalgo y un nuevo registro para el país, con lo cual se enriquece el conocimiento faunístico en materia de zooplancton de la “Laguna Atezca”, ya en el trabajo previo realizado por Diaz-Pardo en (1986), el cual solo reporta 10 especies de rotíferos.

Se observó que la zona litoral de la “Laguna Atezca” presentó una riqueza de especies mayor, en las zonas con presencia de macrofitas como lo fueron los sitios 1, 4 y 5, lo cual concuerda con algunos autores los cuales señalan que la zona litoral de algunos cuerpos de agua con asociaciones de macrófitas, presenta una gran diversidad de rotíferos en comparación con la zona pelágica de lagos o ríos, por la gran variedad de microhábitats.

Con los resultados obtenidos y de acuerdo al análisis de estudios previos los géneros de rotíferos representativos de la zona litoral, o que tienen una amplia ocurrencia son los géneros: *Lecane*, *Trichocercay* *Colurellidae*.

Se observó que en los sitios que presentan una mayor actividad humana, como lo fueron los sitios 2 y 3, presentaron una menor riqueza de especies, además de haber sido los sitios en los que no hubo presencia de macrofitas durante algunos periodos del año, en especial el sitio 2, en el cual también se presume se ubica la salida de aguas negras de los baños existentes en el lugar, por lo cual se considera como un sitio “perturbado” por actividades humanas.

Literatura citada

- Ahlstrom E.H. 1932. Plankton rotatoria from México. Transactions of the American Microscopical Society. 51: 242-251
- Arriaga C. L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO. México.
- Bertani I, Segers H. y Rossetti G. 2011. Biodiversity down by the flow: new records of monogonont rotifers for Italy found in the Po River. Journal of Limnology. 70:321-32
- Brehm V. 1932. Notizen zur swasserfauna Guatemalas un Mexikos. Zoologische Anzeiger. 114: 63-66
- Brehm V. 1942. Plancton del Lago de Pátzcuaro. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 3:81-85.
- Carlin N. B. 1935. Rotarien aus Mexico. Kungl. Fysiog. Sallsk. Lund. Fhrhand. 5:175-185
- Díaz- Pardo, E, G. Vázquez y C. Guerra-Magaña, 2002. El Lago de Atezca. En: G. de la Lanza-Espino y J.L. García-Calderón, Lagos y Presas de México, p 109-126. AGT Editor S.A., México, D.F.
- Duggan I. C. 2001. The ecology of periphytic rotifers. Hydrobiologia 446/447: 139 148.
- Flores B. J., S. S. S. Sarma y S. Nandini. 2003. Estudio preliminar sobre la fauna de rotíferos de Xochimilco (México). En E. Stephan-Otto (ed), El agua en la cuenca de México: Sus problemas históricos y perspectivas de solución. Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco, A. C., Parque Ecológico de Xochimilco, UAM. México. (1): 163-171.
- Franco-Lopez J. 2005. Manual de ecología. Editorial Trillas, Mexico. 266pp.
- Ganf, G. G., Shiel R. J. y Merrick C. J. 1983. Parasitism: The possible cause of the collapse of a *Volvox* population in Mount Bold Reservoirs, South Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 34: 489-494.
- García-Morales. A. E. 1999. Análisis de la asociación de rotíferos, en sistemas temporales y permanentes localizados en el centro-sur de México. Tesis Profesional. UNAM. 70pp.
- García-Morales. A. E. y Elías-Gutiérrez M. 2004. Rotifera from southeastern Mexico, New Records and Comments on Zoogeography. Anales del instituto de Biología. México, 75: 99-120.

- Garza M. G. C. Santillan, M. E. Castellanos y M. P. Corona. 2003. Género *Brachionus* (Rotifera) en la Zona Chinampera del Lago de Xochimilco, Distrito Federal, México. 6: 63-68.
- Garza-Mouriño G, Silva-Briano M, Nandini S, Sarma SSS y Castellanos-Páez M.E. 2005 Morphological and morphometrical variations of selected rotifer species in response to predation: a seasonal study of selected brachionid species from Lake Xochimilco (Mexico). *Hydrobiologia* 546:169-179
- Gilbert J.J. 1998. Kairomone induced morphological defenses in rotifers. In Tollrian, R. & Harvell, C. D. (eds), *The Ecology and Evolution of Inducible Defenses*. Princeton University Press, Princeton, pp. 127–141.
- Hoffman C. V. y A. B. Sámano. 1938b. Notas acerca de los criaderos invernales de *Anopheles albimanus* Wide en los pantanos de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología*. México, 9:193-208.
- Hoffman C. V. y A. B. Sámano. 1938a. Los criaderos invernales de *Anopheles pseudopunctipennis* en el estado de Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología*. México, 9:181-192.
- Iyer N. y Rao T. R. 1995. Epizoic mode life in *Brachionus rubens* Ehrenberg as a deterrent against predation by *Asplanchna intermedia* Hudson. *Hydrobiologia*. 313/314:377-380.
- Infante A. G. 1988. El plancton de las aguas continentales. OEA. Monogr. 33, Ser. Biología. Washington. 130 pp.
- Jiménez-Contreras J, Sarma SSS, Merino-Ibarra M y Nandini S. 2009. Seasonal changes in the rotifer (Rotifera) diversity from a tropical high altitude reservoir (Valle de Bravo, Mexico). *Journal of Environmental Biology*. 30:191-195.
- Jose de Paggi S. 2002. Rotifera, Vol. 6. Family Asplanchnidae. En: Nogrady, T. y H. Segers (eds), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Backhuys Publishers, The Hague, 1–27
- Koste W. 1978. *Rotatoria, Die Radertiere Mitteleuropas*. Gebruder Borntraeger, Berlin, 673 pp.
- Koste W. y R. J. Shiel. 1987. Rotifera from Australian inland Waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta) *Invertebrate Taxonomy*. 7:949-1021.
- Koste W. y R.J. Shiel. 1987. Rotifera from Australian Inland Waters. III. Euchlanidae, Mytilinidae and Trichotriidae (Rotifera: Monogononta). *Transactions Royal Society of South Australia*. 113: 85-114.
- Koste W. y R.J. Shiel. 1989. Rotifera from Australian inland waters. IV. Colurellidae (Rotifera: Monogononta). *Transactions Royal Society of South Australia*. 113: 119-143.

- Koste W. y R.J. Shiel. 1990a. Rotifera from Australian inland waters.V. Lecanidae (Rotifera: Monogononta).Transactions Royal Society of South Australia.114: 1-36.
- Koste W. y R.J. Shiel. 1990b. Rotifera from Australian inland waters. VI. proalidae, lindiidae (Rotifera: Monogononta Transactions Royal Society of South Australia. 114: 129-143.
- Kutikova L.A. y Silva-Briano M. 1995. *Keratella mexicana* sp. nov., a new planktonic rotifer from Aguascalientes, Mexico. Hydrobiologia, 310: 119-122.
- Leal R. 2012. Estructura e interacciones en las comunidades zooplanctónicas litorales del embalse, la Laguna Atezca (Hidalgo). Tesis de licenciatura. UNAM. Campus Iztacala. 58 pp.
- Mittermeier R. A y Mittermeier C.G. 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad
- Myers N, Mittermeier R. A , Mittermeier C.G, da Fonseca G.. A. B. y Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities.Nature. 403: 853-858
- Nandini S, Ramírez-García P, Sarma S.S.S. 2005. Seasonal variations in the species diversity of planktonic rotifers in Lake Xochimilco, Mexico.Journal of Freshwater Ecology 20: 287-294.
- Osorio T.B.F. 1942. Rotíferos planctónicos de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 3: 23-79
- Örstan A. 1995. A new species of bdelloid rotifer from Sonora, Mexico.The Southwestern Naturalist. 40: 255-258
- Pejler B. y Berzins B. 1994.On the ecology of Lecane (Rotifera). Hydrobiologia 273: 77-80.
- Pennak R.W. 1966. Structure of Zooplankton Populations in the Littoral Macrophyte Zone of Some Colorado Lakes.Transactions of the American Microscopical Society.85: 329-349
- Pennak R.W. 1989 Fresh-water invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca. Wiley Publishers, New York: 628 pp.
- Pieczynska P. 1990.Littoral habitats and communities.Guidelines of Lake Management. Lake shore management. International Lake Environment Committee.United Nations Environment Programme. pp. 39-72.
- Ramírez G. P, S. Nandini S, Sarma S. S. S, V. Robles, E. Cuesta, I. y M. D. Hurtado. 2002. Seasonal variations of zooplankton abundance in the fresh water reservoir Valle de Bravo (Mexico). Hydrobiologia. 467: 99-108.

- Rico-Martinez. R y Silva-Briano M. 1993. Contribution to the knowledge of the rotifera of Mexico. *Hydrobiologia*. 155:467-474.
- Robles-Jarero E. G. y Esqueda-González M. del C. 2008. Composición zooplanctónica en grandes embalses de México. *CUCBA* 423-431
- Sámano Bishop, A. 1931. Contribución al conocimiento de los rotíferos de México. *Anales del Instituto de Biología, Mexico*.2: 157-163
- Sámano A. 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. III. Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares vecinos. *Anales del Instituto de Biología, México*, 7:269-270.
- Sarma, S. S. S. 1991. Rotifers and aquaculture (Review). *Environment and Ecology*.9: 414- 428.
- Sarma, S. S. S., M. Elías G. y C. R. Serranía.1996. Rotifers from high altitude crater-lakes at the Nevado de Toluca Volcano, México. *Hidrobiologica*. 6:33-38.
- Sarma S. S. S. y M. Elias-Gutiérrez, 1997. Taxonomic studies of fresh water rotifers (Rotifera) from México. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*. 44: 341-357.
- Sarma S. S. S. y Elías-Gutiérrez M. 1998. Rotifer diversity in a central Mexican pond. *Hydrobiologia*. 187/388: 47-54.
- Sarma S. S. S. y Elías-Gutiérrez M. 1999. A survey of the rotifer (Rotifera) fauna of the Yucatan Peninsula (Mexico). *Revista de Biología Tropical*. 47 : 191-200.
- Sarma S. S. S. y Elías-Gutiérrez M. 1999. Rotifers (Rotifera) from four natural water bodies of central México. *Limnologica*. 29: 475-483.
- Sarma S. S. S. 1999. Checklist of Rotifers (Rotifera) from Mexico. *Environment and Ecology*.17: 978-983.
- Sarma S. S. S. y Martínez J. 2000. Morfometría de *Filinia cornuta* (Weisse, 1847) (Rotifera: Filiniidae) en el estanque del Parque Tezozomoc (México). *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 3(2): 75-78.
- Sarma S. S. S. y Elías-Gutierrez M. 2000. Rotifers from México: New records in High Altitude Ponds. *The Southwestern Naturalist*.45: 366-373
- Sarma S. S. S, S. Nandini, P. Ramírez Garcia y J. E. Cortes Muñoz. 2000. New records of brackish water Rotifera and Cladocera from Mexico. *Hidrobiologica*. 10: 121-124.
- Sarma S. S. S., Serranía-Soto C. R. y S. Nandini. 2005. Diversidad del Filo Rotifera en el Estado de México. En prensa.
- Segers H. 1996. The biogeography of littoral *Lecane* Rotifera. *Hydrobiologia* 323: 169-197.

- Segers H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa* 1564: 1–104.
- Segers H. 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater *Hydrobiologia*.595:49–59
- Serranía-Soto. C. R. y Sarma S. S. S. 2003. Some taxonomical aspects of rotifer from central Mexico. *Scientia Naturae*. 6(1):53-61.
- Serranía-Soto. C. R. 2006. Diversidad de Rotíferos Monogonontos de la parte Central de México. Tesis de maestría. UNAM, Campus Iztacala. 117 pp.
- Sharma B.K. 2009. Diversity of rotifers (Rotifera, Eurotatoria) of Loktak lake, Manipur, North-eastern India. *Tropical Ecology* 50:277-285.
- Silva-Briano. M. y Segers H. 1992. Una nueva especie del género *Brachionus* (Rotifera: Monogononta) del estado de Aguascalientes, México. *Hydrobiologia*. 25:283-285.
- Silva-Briano. M. y Adabache-O A. 1999. On the taxonomy and distribution of the Rotifer *Keratella mexicana* Kutikova y Silva-Briano, 1995. *Annales de Limnologie*. 35: 105-109.
- Suárez E, Vázquez A. Y Solís E. 1991. Variaciones espacio-temporales de distribución y abundancia de rotíferos planctónicos en la presa J.A. Alzate, México, durante un ciclo anual. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 18: 217-227
- Vilaclara G y Sládeček V. 1989. Mexican rotifers as indicator of water quality with description of *Collotheca riverai*, new species. *Arch. Hydrobiol*. 115: 257-264.
- Wallace RL, Snell TW, Ricci C y Nogrady T. 2006. Rotifera Part 1: Biology, Ecology and Systematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Kenobi Productions Gent/ Backhuys, The Netherlands. 299 pp.

Anexo I

Presencia y ausencia de las especies durante los meses de muestreo.

Clase: Monogononta	NOV. 2-2008	DIC. 7-2008	ENE. 8-2009	FEB. 15-2009	MAR. 29-2009	MAY. 24-2009	JUN. 28-2009	AGO. 16-2009	SEP. 13-2009	OCT. 18-2009	NOV. 29-2009
Orden: Ploimida											
<i>Lecane arcuata</i> (Bryce, 1891)	1	1	1					1	1	1	1
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1		1			1	1	1
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	1						1				
<i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)	1	1									
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)	1	1						1			
<i>Lecane inermis</i> (Bryce, 1892)	1	1	1			1			1		1
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)	1	1									
<i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914							1				
<i>Lecane obtusa</i> (Murray, 1913)									1		1
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)		1									
<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	1	1	1	1				1	1	1	1
<i>Lecane decipiens</i> (Murray, 1913)	1	1	1	1		1					
<i>Lecane nana</i> (Murray, 1913)						1	1				
<i>Lecane doryssa</i> Harring, 1914	1	1									
<i>Lecane inopinata</i> Harring & Myers, 1926	1	1							1	1	1
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	1										
<i>Lecane aculeata</i> (Jakubski, 1912)	1				1	1			1	1	1
<i>Lecane stichaea</i> Harring, 1913	1										
<i>Cephalodella megalcephala</i> (Glascott, 1893):	1	1									
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1

<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1830)	1	1	1	1	1	1					
<i>Eosphora thoides</i> Wulfert, 1935											
<i>Notommata glyphura</i> , Wulfert, 1935				1							
<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	1	1				1	1	1	1	1	1
<i>Ascomorphella volvocicola</i> (Plate, 1886)	1	1									
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	1										
<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	1	1	1	1	1						
<i>Squatinella mutica</i> (Ehrenberg, 1832)	1										
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	1					1		1	1	1	1
<i>Keratella Tropica</i> (Apstein, 1907)										1	
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	1	1	1					1	1	1	1
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg, 1838											
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898							1			1	
<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	1										
<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Colurella uncinata</i> (Müller, 1773)	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
<i>Lepadella apsida</i> Harring, 1916	1	1	1			1					
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	1	1						1	1	1	1
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850		1	1				1	1	1	1	1
<i>Asplanchna silvestrii</i> Daday, 1902	1	1							1		1
<i>Asplanchna tropica</i> Koste & Tobias, 1989		1								1	1
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	1						1		1		1
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	1	1			1			1		1	1
<i>Euchlanis pyriformis</i> Gosse, 1851	1	1			1	1		1	1		1
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	1	1						1			

<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	1	1			1		1	1	1	1	
<i>Aspelta circinator</i> (Gosse, 1886)											1
<i>Dicranophorus epicharis</i> Haring & Myers, 1928	1	1	1			1					
<i>Dicranophorus uncinatus</i> (Milne)	1	1									1
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892):						1					
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	1	1		1						1	1
<i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912)	1										
<i>Proales fallaciosa</i> Wulfert, 1937			1		1		1				
<i>Proales decipiens</i> (Ehrenberg, 1832)		1									
<i>Lindia ecela</i> Myers, 1933					1						
<i>Lindia torulosa</i> Dujardin, 1841			1		1						
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)		1									
<i>Testudinella emarginula</i> (Stenroos, 1898)	1	1	1	1				1	1	1	1
<i>Ptygura furcillata</i> (Kellicott, 1889)	1	1			1			1		1	1
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Conochilus natans</i> (Seligo, 1900)					1		1	1		1	1
<i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
<i>Filinia pejleri</i> Hutchinson, 1964	1				1	1		1		1	
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)				1							
Total de especies	51	46	25	23	21	23	19	28	29	31	33

Presencia y ausencia de especies por sitio

Phylum: Rotifera

Clase: Monogononta

Orden: Ploimida

	SITIOS				
	1	2	3	4	5
<i>Lecane arcuata</i> (Bryce, 1891)	1	1	1	1	1
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1	1
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	1	1	1	1	1
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	1		1		
<i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)	1	1	1	1	1
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	1	1	1	1	1
<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)	1	1	1	1	1
<i>Lecane inermis</i> (Bryce, 1892)	1	1	1	1	1
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)				1	1
<i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914	1				
<i>Lecane obtusa</i> (Murray, 1913)	1			1	1
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)			1		
<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	1	1	1	1	1
<i>Lecane decipiens</i> (Murray, 1913)	1	1	1	1	1
<i>Lecane nana</i> (Murray, 1913)	1		1	1	1
<i>Lecane doryssa</i> Harring, 1914	1			1	1
<i>Lecane inopinata</i> Harring & Myers, 1926	1		1	1	1
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)			1		
<i>Lecane aculeata</i> (Jakubski, 1912)	1		1	1	1
<i>Lecane stichaea</i> Harring, 1913	1				
<i>Cephalodella megalcephala</i> (Glascott, 1893)	1		1		
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	1	1	1	1	1
<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1830)	1		1	1	1
<i>Eosphora thoides</i> Wulfert, 1935				1	
<i>Notommata glyphura</i> , Wulfert, 1935			1	1	
<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	1		1	1	1
<i>Ascomorphella volvocicola</i> (Plate, 1886)	1	1	1	1	1
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	1	1	1	1	1
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)		1			
<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	1		1	1	1
<i>Trichocerca vernalis</i> (Hauer, 1936)				1	1
<i>Squatinella mutica</i> (Ehrenberg, 1832)	1			1	

<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1	1
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	1	1	1	1	1
<i>Keratella Tropica</i> (Apstein, 1907)		1			
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	1	1	1	1	1
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg, 1838					1
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	1	1	1	1	1
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)		1			
<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	1	1	1	1	1
<i>Colurella uncinata</i> (Müller, 1773)	1	1	1	1	1
<i>Lepadella apsidea</i> Haring, 1916	1		1	1	1
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	1	1	1	1	1
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	1	1	1	1	1
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	1	1	1	1	1
<i>Asplanchna silvestrii</i> Daday, 1902	1	1	1	1	1
<i>Asplanchna tropica</i> Koste & Tobias, 1989	1		1	1	
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	1			1	1
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	1	1			
<i>Euchlanis pyriformis</i> Gosse, 1851				1	1
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	1	1	1	1	1
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	1			1	1
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	1	1	1	1	1
<i>Aspelta circinator</i> (Gosse, 1886)					1
<i>Dicranophorus epicharis</i> Haring & Myers, 1928	1		1	1	1
<i>Dicranophorus uncinatus</i> (Milne)	1				1
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892):	1	1	1	1	1
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	1	1	1	1	1
<i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912)	1				
<i>Proales fallaciosa</i> Wulfert, 1937	1	1		1	1
<i>Proales decipiens</i> (Ehrenberg, 1832)				1	1
<i>Lindiaecela</i> Myers, 1933	1				
<i>Lindia torulosa</i> Dujardin, 1841				1	1
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	1				
<i>Testudinella emarginula</i> (Stenroos, 1898)	1	1	1	1	1
<i>Ptygura furcillata</i> (Kellicott, 1889)	1	1		1	1
<i>Conochilus unicomis</i> Rousselet, 1892	1	1	1	1	1
<i>Conochilus natans</i> (Seligo, 1900)	1	1	1	1	1
<i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)	1	1	1	1	1
<i>Filinia pejeri</i> Hutchinson, 1964	1	1	1	1	1
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	1	1		1	1
Total	59	41	49	60	60

Tabla de frecuencias de Familias presentes en la “Laguna Atezca”

Familias	No de spp.	%
Lecanidae	20	27.7
Brachionidae	7	9.7
Colurellidae	7	9.7
Notommatidae	6	8.3
Trichocercidae	5	6.9
Euchlanidae	3	4.2
Synchaetidae	3	4.2
Asplanchnidae	3	4.2
Dicranophoridae	3	4.2
Proalidae	2	2.8
Gastropidae	2	2.8
Conochilidae	2	2.8
Lindiidae	2	2.8
Filinidae	2	2.8
Mitylinidae	1	1.4
Trichotriidae	1	1.4
Testudinellidae	1	1.4
Flosculariidae	1	1.4
Hexarthridae	1	1.4
Total	72	100

Frecuencia de especies por género

GENEROS	No de especies	%
Brachionus	2	28.6
Keratella	3	5.7
Kellicottia	1	5.7
Platyias	1	5.7
Euchlanis	3	4.3
Mytilina	1	4.3
Trichotria	1	4.3
Colurella	2	2.8
Lepadella	4	2.8
Squatinella	1	2.8
Lecane	20	2.8
Proales	2	2.8
Cephalodella	4	2.8
Eosphora	1	2.8
Notommata	1	2.8
Ascomorphella	1	1.4
Trichocerca	4	1.4
Ascomorpha	2	1.4
Lindia	2	1.4
Polyarthra	2	1.4
Synchaeta	1	1.4
Asplanchna	3	1.4
Aspelta	1	1.4
Dicranophorus	2	1.4

Testudinella	1	1.4
Ptygura	1	1.4
Conochilus	2	1.4
Hexarthra	1	1.4
Filinia	2	1.4
Total	70	100

Anexo II

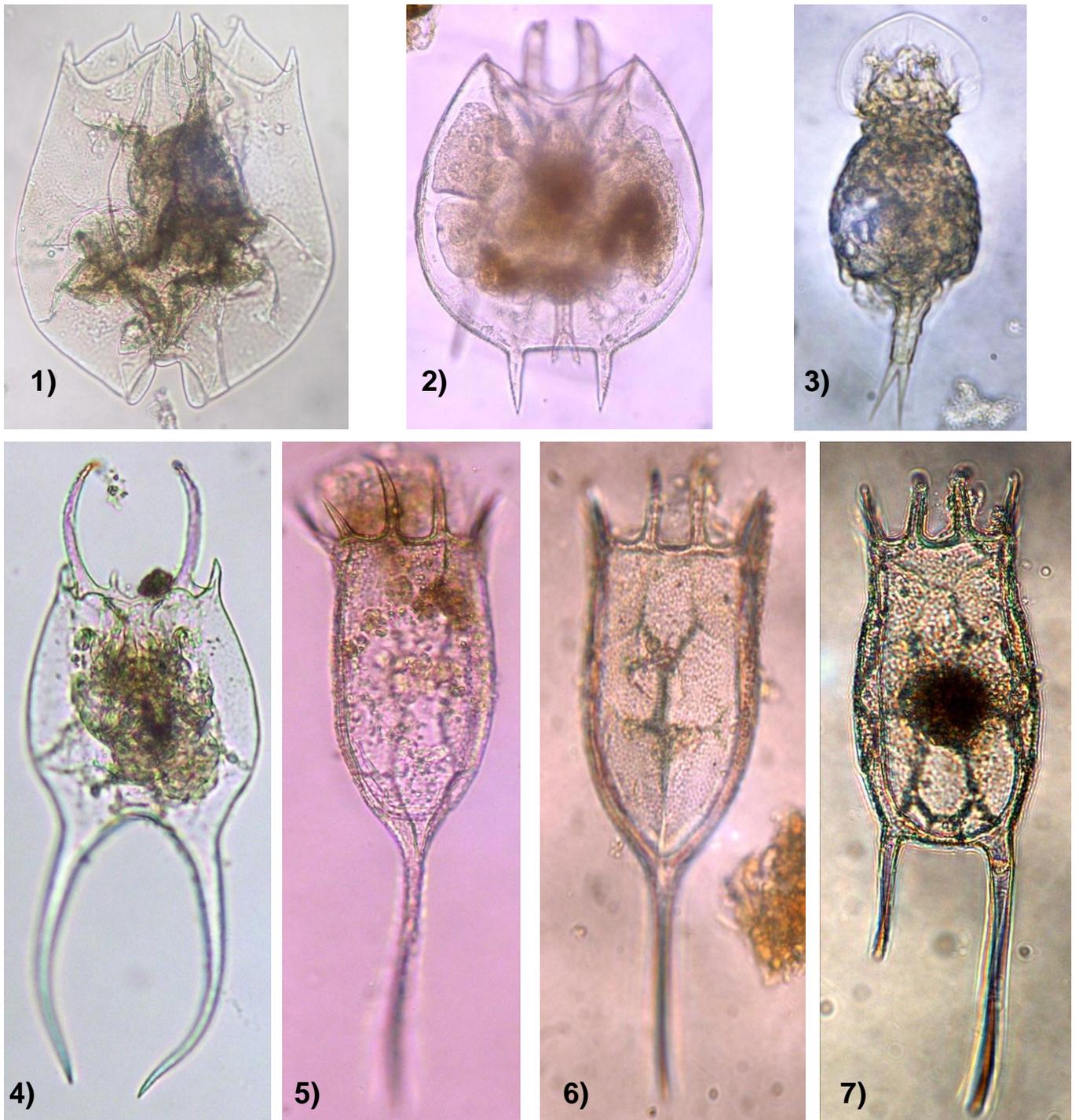


Fig. 1 1) *Brachionus rubens*, 2) *Platygaster quadricornis*, 3) *Squatinella mutica*, 4) *Brachionus falcatus*, 5) *Keratella americana*, 6) *K. cochlearis*, 7) *K. tropica*.



Fig. 8-12, 8) *Kellicottia bostoniensis*, 9) *Lecane aculeate*, 10) *L. arcuata*, 11) *L. curvicornis*, 12) *L. closterocerca*.

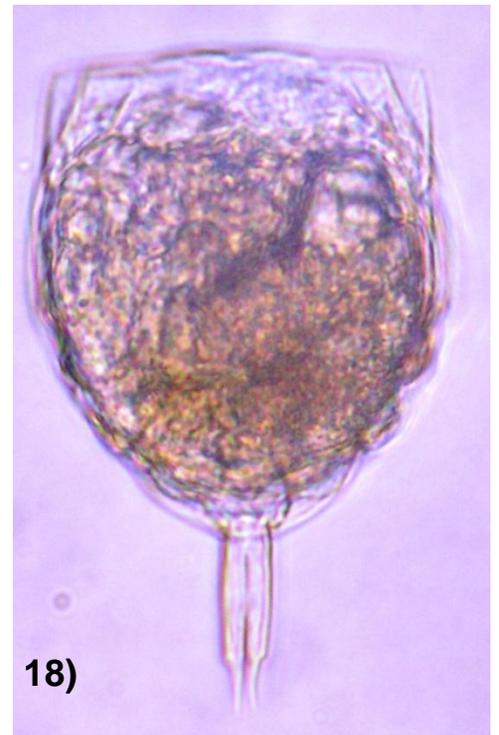
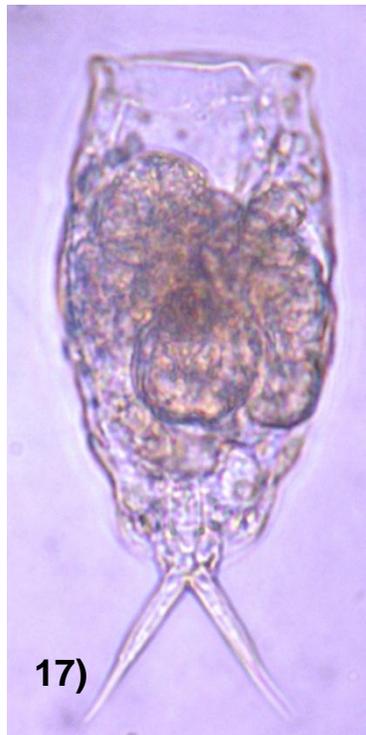
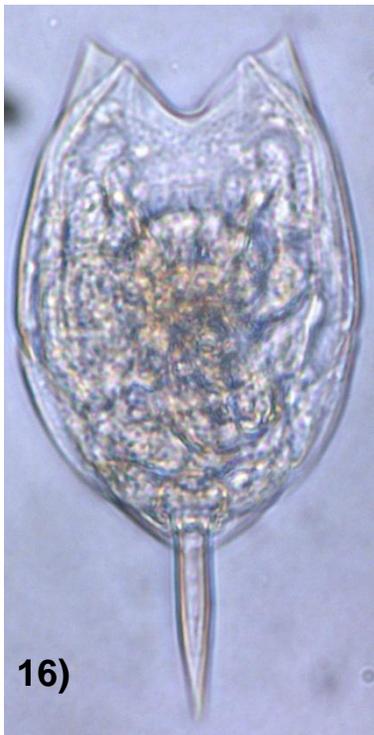
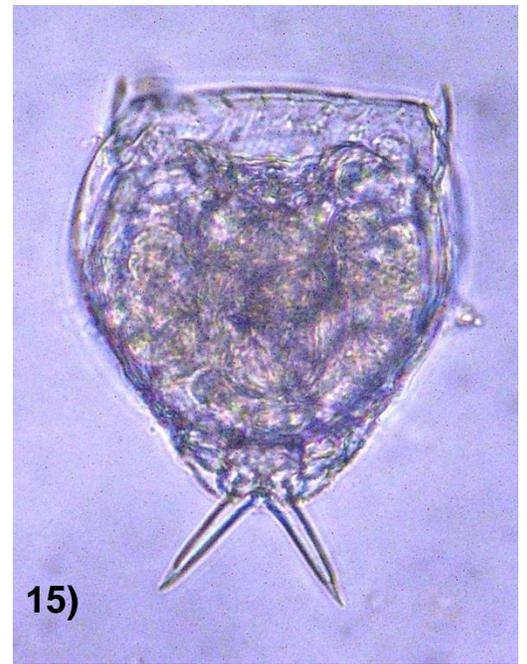


Fig. 13-18, 13) *L. decipiens*, 14) *L. doryssa*, 15) *L. flexilis*, 16) *L. hamata*, 17) *L. inermis*, 18) *L. inopinata*.

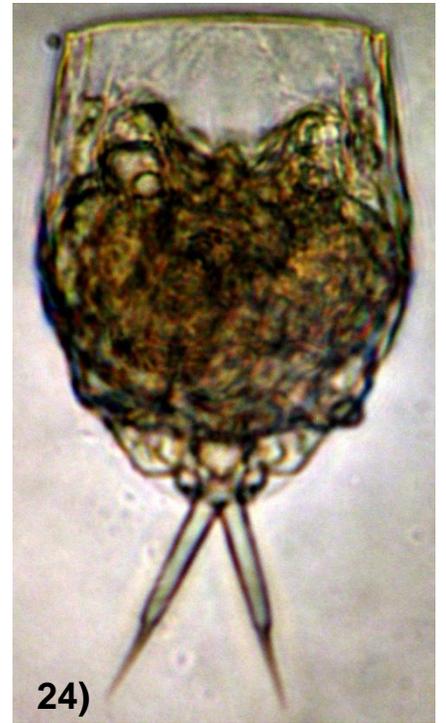
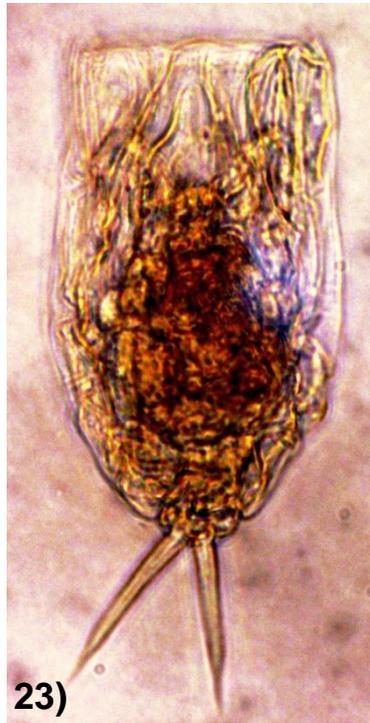
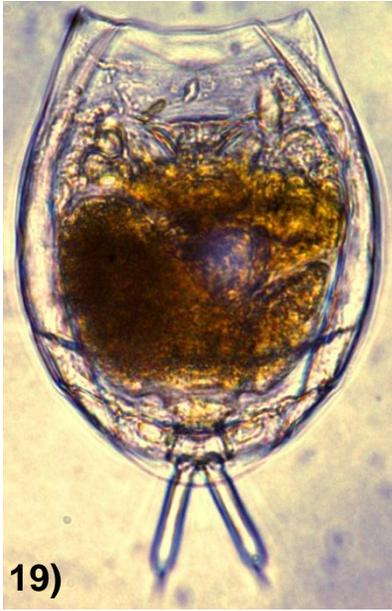


Fig. 19-24. 19) *L. luna*, 20) *L. nana*, 21) *L. pyriformis*, 22) *L. quadridentata*, 23) *L. stichaea*, 24) *L. tenuiseta*

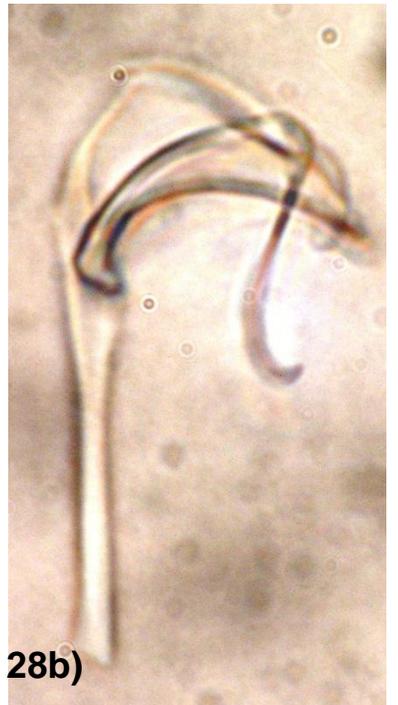
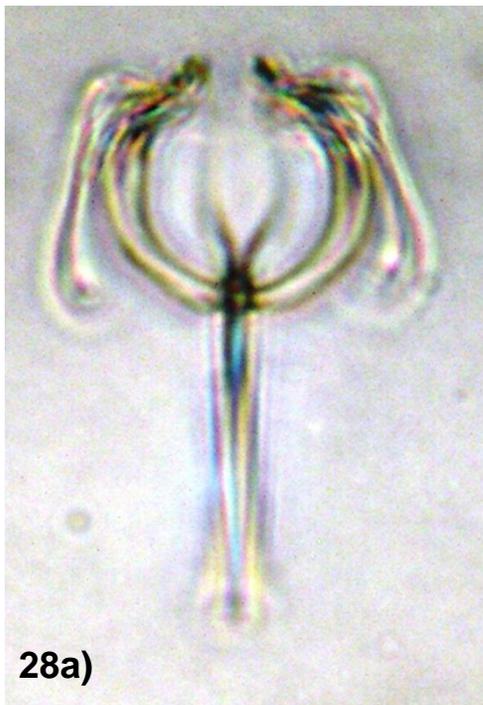
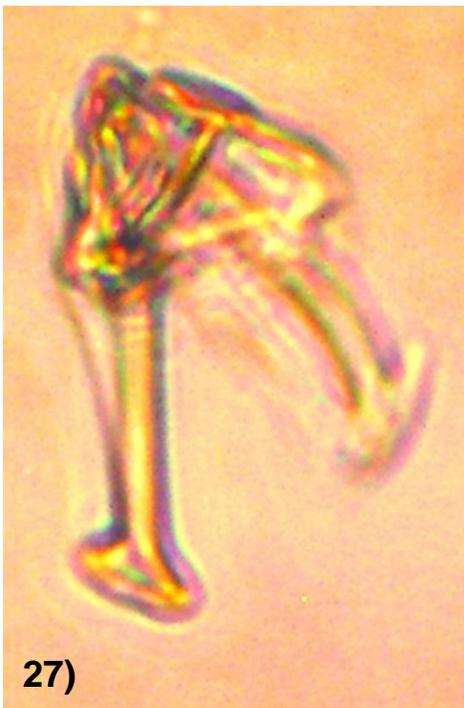
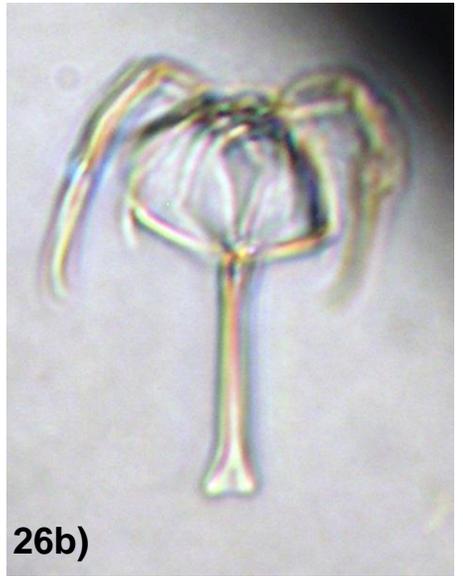


Fig.25-28. 25) *L. monostyla*, 26a) *Cephalodella forficula*, 26b) Trophi, 27) *C. gibba*, Trophi, 28 a y b) Trophi de *C. Megalocephala*.

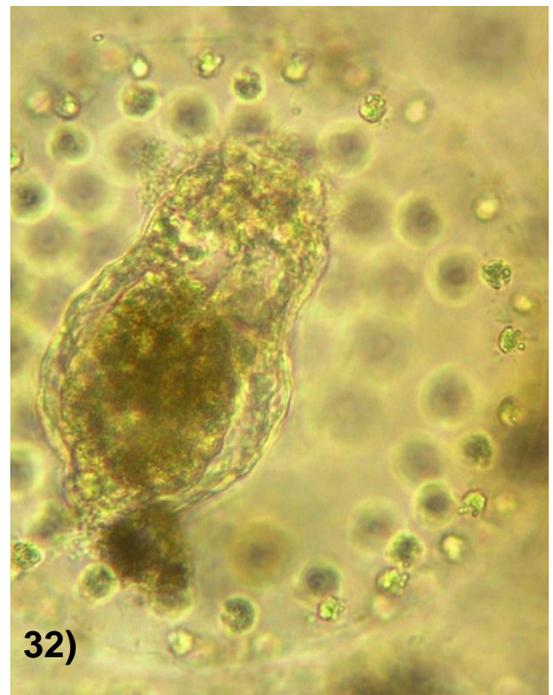
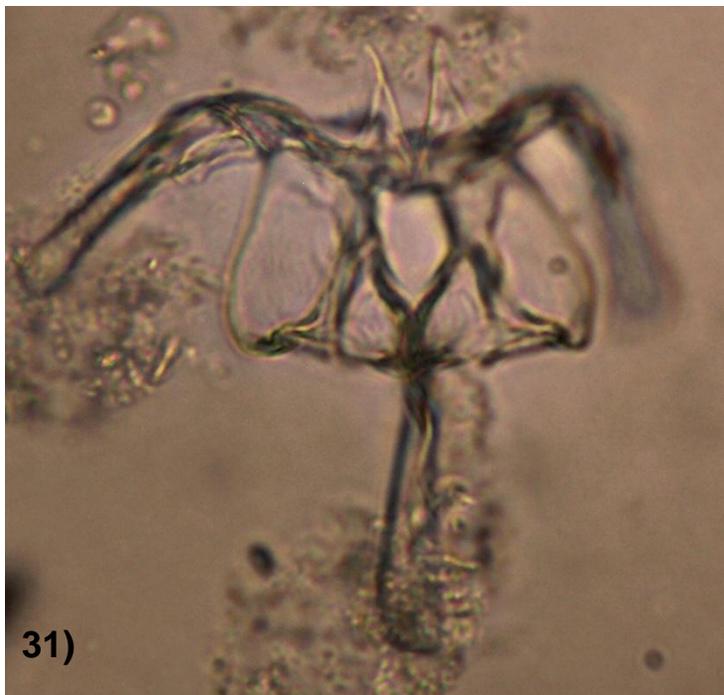
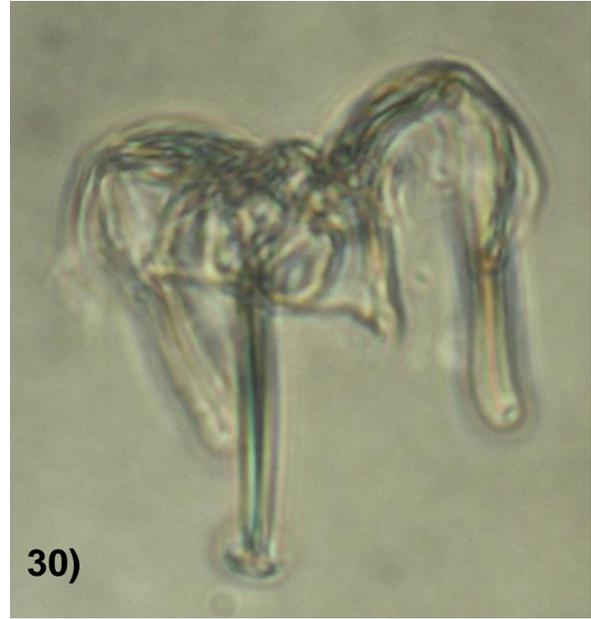


Fig. 29-32. 29a) *C. ventripes*, trophi dorsal, 29b) transversal, 30) *Notommata glyphura*, Trophi, 31) *Eosphora thoides*, Trophi, 32) *Ascomorphella volvocicola*.

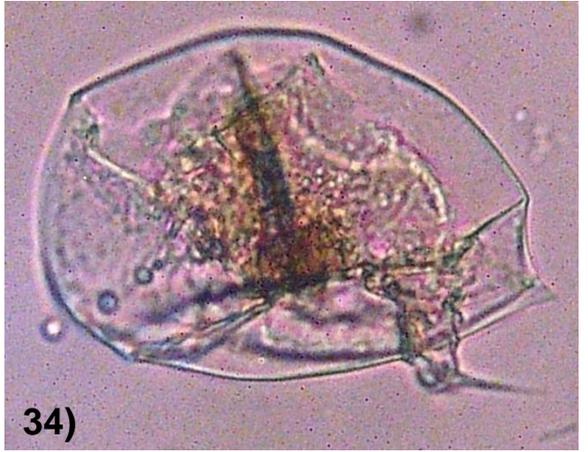


Fig.33-37. 33) *Colurella obtusa*, 34) *C. uncinata*, 35) *Lepadella acuminata*, 36) *L. apsidea*, 37) *L. patella*.

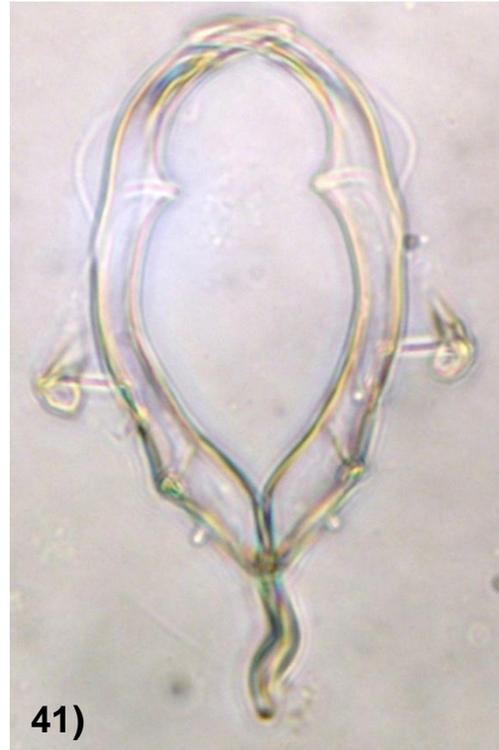
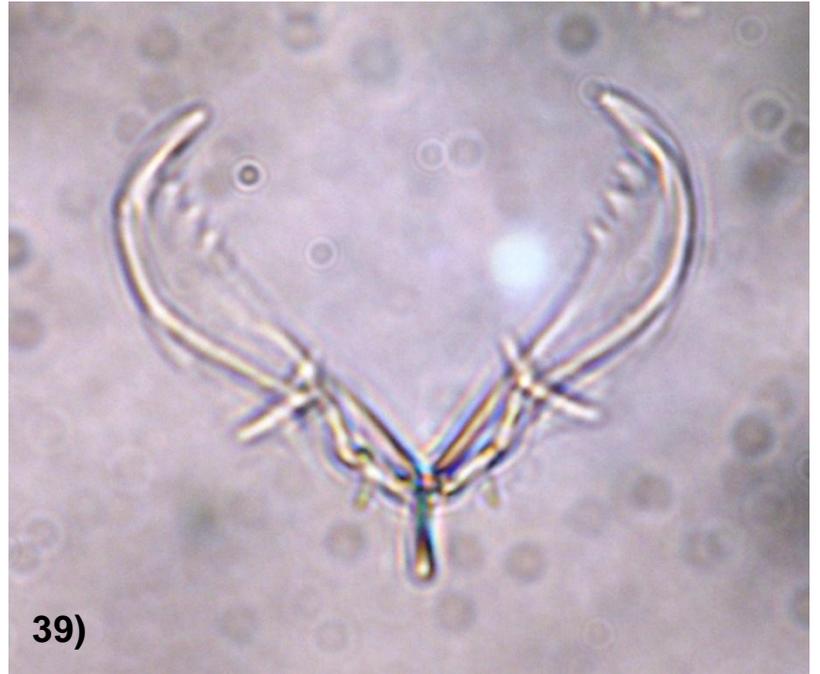


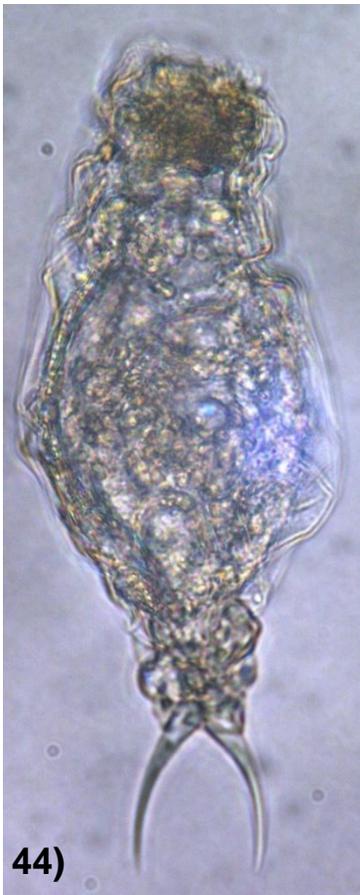
Fig. 38-41. 38) *L. ovalis*, 39) *Asplanchna priodonta*, Trophi, 40) *A. silvestrii*, Trophi, 41) *A. tropica*, Trophi,



42)



43)



44)



44)

Fig. 42-44. 42) *Dicranophorus epicharis*, Trophi, 43) *D. unciantus*, Trophi, 44a) *Aspelta circinator**, 44b) Trophi.

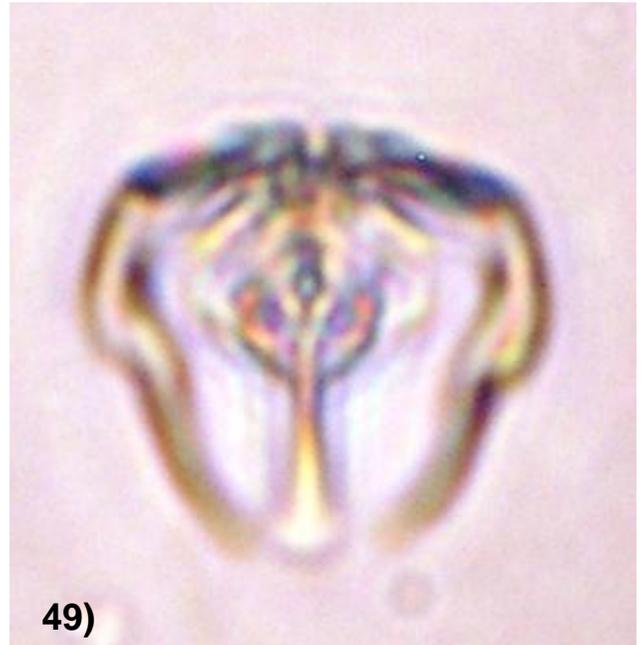
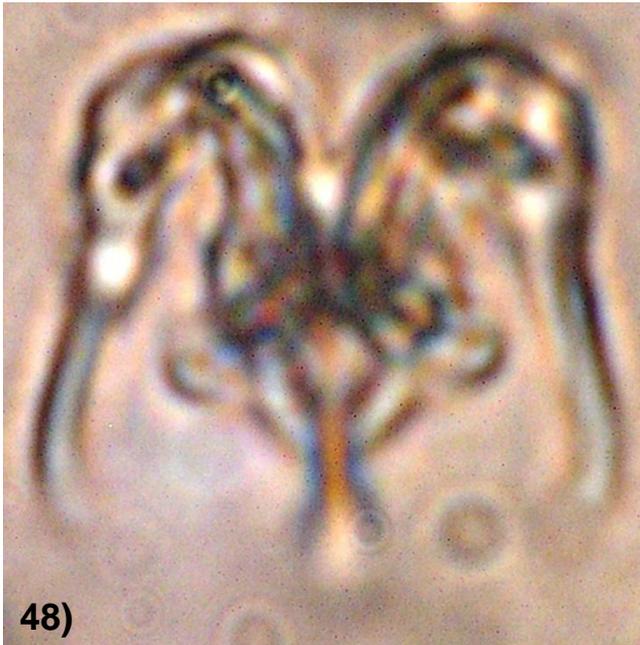
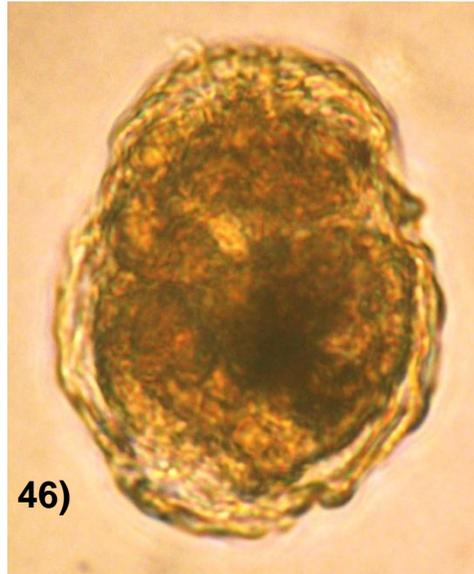


Fig.45-48, 45) *Ascomorpha ovalis*, 46) *A. saltans*, 47) *Mytilina bisulcata*, 48) *Proales fallaciosa*, trophi, 49) *P. decipiens*, trophi.

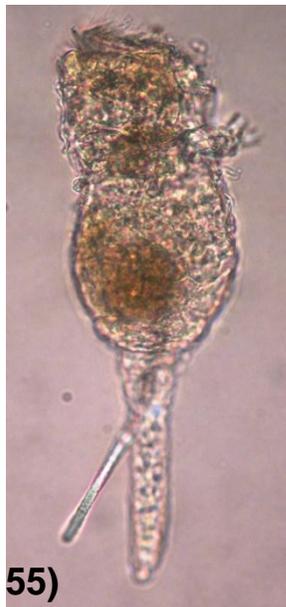
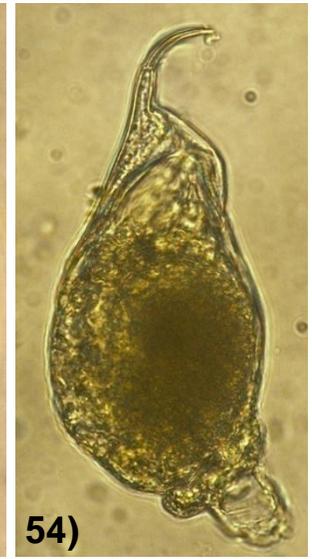
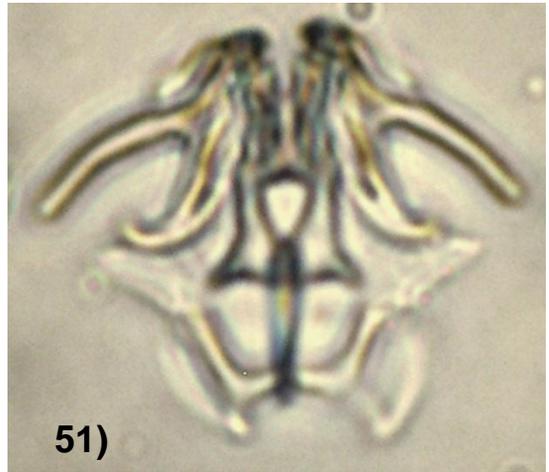


Fig. 50-57. 50) *Lindia ecela* Trophi, 51) *L. torulosa* Trophi, 52) *Trichotria tetractis*, 53) *Testudinella emarginula*, 54) *Ptygura furcillata*, 55) *Conochilus natans*, 56) *C. unicornis*, 57) *Hexarthra intermedia*.



Fig. 58-61. 58) *Filinia pejleri*, 59) *F. terminalis* 60) *Euchlanis dilatata*, 61) *E. deflexa*
62) *Polyarthra major*.

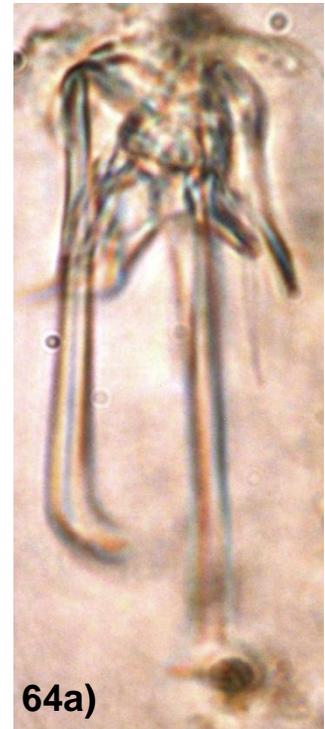
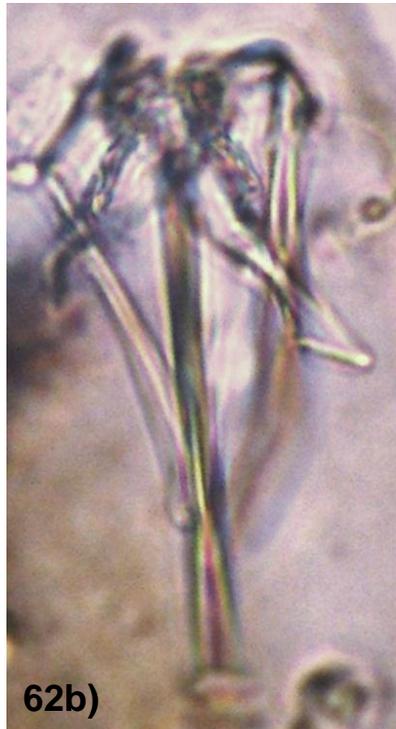


Fig. 62-65. 62a) *Trichocerca elongata*, 62b) trophi, 63) *T. similis*, 64a) *T. tenuior*, trophi, 64b), 65) *T. vernalis*.