

24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

“ANALISIS DE LA ASOCIACION DE ROTIFEROS, EN SISTEMAS TEMPORALES Y PERMANENTES LOCALIZADOS EN EL CENTRO-SUR DE MEXICO”.

T E S I S

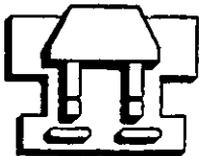
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

ALMA ESTRELLA GARCIA MORALES

DIRECTOR DE TESIS DR. MANUEL ELIAS GUTIERREZ



LOS REYES IZTACALA

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## DEDICATORIA

Dedicada de una manera muy especial

A mi madre:

Bertha Morales Ramírez.

y a mis hermanos:

Santa y Oscar Omar.

Por ser lo más importante en mi vida. Gracias por todo el apoyo, la confianza y el cariño que siempre me han brindado.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UNAM y en especial al Campus Iztacala por mi formación profesional.

Al Dr. Manuel Elías Gutiérrez mi asesor y amigo por todo el apoyo y la confianza depositada en mí.

A los revisores de tesis: Dr. Sri Subrahmanya Singaraju Sarma, Dra. Ma. del Rosario Sánchez Rodríguez, Dr. Alfonso Lugo Vázquez y al Biol. Mario Fernández Araiza por sus valiosas correcciones y comentarios sobre el trabajo.

Al Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A todo el equipo del laboratorio de Plancton por su apoyo y grata compañía: al Dr. Eduardo Suárez, la M. en C. Rebeca Gasca, y a los biólogos Rosy Hernández, Ivan Castellanos, Soledad Jiménes, Conchita Curiel y César Quintal.

Al Biol. Gabriela Zacarias de León por su apoyo en la consulta y disposición de material bibliográfico y por su amistad. Igualmente a José Santos Gómez por su ayuda.

Al Biol. Humberto Bahena Basave por su ayuda en la elaboración del material fotográfico para la exposición.

A mis compañeros y amigos del Campus Iztacala: Las amibitas Angélica, Karla y Vanessa, a Bárbara, Rosario, Ana Lilian, Judith, Claudia, Ivett, Ivan, Xavier, Gustavo y Armando, por creer en mí y por todos los momentos gratos e inolvidables que compartimos.

A la M. en C. Martha Gutiérrez y al biólogo Adrián Cervantes por sus comentarios, por su valiosa ayuda y compañerismo.

Y a mis nuevos cuates Elena, Horacio, Ivan, Gaspar y Tere, por su apoyo y por todos los momentos que compartimos.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>INTRODUCCION</b> .....	6
<b>ANTECEDENTES</b> .....	11
<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	15
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b> .....	15
<b>AREA DE ESTUDIO</b> .....	16
<b>MATERIAL Y METODO</b> .....	19
<b>TRABAJO DE CAMPO</b> .....	19
<b>TRABAJO DE LABORATORIO</b> .....	19
<b>METODOS ESTADISTICOS</b> .....	20
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	22
<b>SISTEMÁTICA</b> .....	22
<b>DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN MEXICO</b> .....	27
<b>CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	33
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	34
<b>TABLAS</b> .....	40
<b>GRAFICAS</b> .....	54
<b>CLAVE DE IDENTIFICACION PARA ROTIFEROS (ROTIFERA, MONOGONONTA)</b> .....	56
<b>TIPOS DE MÁSTAX EN ROTIFEROS MONOGONONTOS</b> .....	71
<b>VARIANTES DEL TROPHI VIRGADO</b> .....	72

## RESUMEN

Los rotíferos, junto con copépodos y cladóceros, constituyen los elementos más importantes y conocidos del plancton de aguas dulces, aunque al igual que estos crustáceos han derivado a formas bénticas y litorales que expresan una enorme diversidad. Con el presente trabajo se determinó la presencia y diversidad de rotíferos tanto pláncnicos como litorales, se analizó la composición de las especies en el altiplano mexicano, y en las planicies y tierras bajas. Se recolectaron muestras de 22 sistemas del centro y sureste de México, filtrando como mínimo 100 litros de agua a través de una red de plancton con apertura de malla de 50µm. Del material examinado se determinaron 103 especies de rotíferos de los cuales 4 son nuevos registros: *Colurella sulcata*, *Lepadella cyrtopus*, *Lecane rhytida* y *Collotheca ornata*. De acuerdo a los datos obtenidos de los muestreos y en las fuentes bibliográficas se encontró que la composición de especies varía entre el altiplano, las planicies y tierras bajas debido a las condiciones particulares de cada lugar, así como por el estado trófico de los cuerpos de agua; manifestando la presencia o dominancia de algunos taxa. Es así que se puede apreciar cambios en la composición y abundancia de los rotíferos en un gradiente altitudinal y trófico. Además se concluyó que la diversidad de especies es elevada tanto en altas y bajas altitudes, así como en sistemas temporales y permanentes.

## INTRODUCCION

Los reservorios de agua dulce constituyen un excelente hábitat para las comunidades bénticas, nécticas y pláncicas. En México existen una gran cantidad de cuerpos de agua epicontinentales, que incluyen lagos, lagunas, presas y pequeños ecosistemas acuáticos de distinta naturaleza, que reciben diferentes nombres dependiendo de su ubicación geográfica y de su origen, tales como bordos temporales y permanentes, estanques, jagüeyes, ollas de agua, cajas de agua, remansos aislados de ríos, charcas temporales, haltunes, sartenejas, cenotes, aguadas, petenes, pozas de excavación en roca caliza y bancos de arena (Arredondo y Flores, 1992).

Estos sistemas han sido utilizados de manera tradicional como almacén de agua para actividades agrícolas, abrevaderos para el ganado, uso doméstico y recreación. No obstante, en muchos casos han servido como fuente de proteína de origen animal, ya que algunos de ellos han resultado ser excelentes productores de peces o crustáceos de importancia económica (Arredondo y Flores, 1992, *op.cit.*), ya que algunos de estos sistemas pueden presentar características limnológicas particulares que favorecen el incremento de la productividad primaria, principal sostén del zooplancton.

El plancton es la comunidad que vive suspendida en el seno del agua, los organismos que lo componen se caracterizan por su tamaño pequeño, vida corta, reproducción rápida, así como por su limitado poder de locomoción, lo que los incapacita para contrarrestar la fuerza de las corrientes, por lo cual se desplazan con ellas (Margalef, 1983). Los organismos pláncicos se dividen en dos grandes grupos: el fitoplancton y el zooplancton; los organismos que pasan su ciclo biológico completo en el plancton (por ejemplo ciertos rotíferos y los copépodos calanoides) constituyen el plancton permanente u holoplancton, y aquellos que sólo están en parte de su existencia (como larvas de peces), forman parte del meroplancton o plancton temporal. Los organismos pláncicos están adaptados tanto a hábitats marinos (haliplancton) como a ambientes de agua dulce (limnoplantón) (Uicab-Sabido, 1998). En este último, los componentes más representativos son las bacterias, algas, protozoos, rotíferos, cládoceros, copépodos y larvas de insecto del género *Chaoborus* (Cole, 1979). El zooplancton obtiene la energía del fitoplancton, bacterias y detritus y sus principales representantes son los protozoos, rotíferos y crustáceos (cládoceros y copépodos).

Entre los factores que afectan su distribución se cuentan la luz, calor, gases disueltos y nutrientes. La competencia, la depredación y el parasitismo, influyen de modo especial en la dinámica de sus poblaciones. Las respuestas del plancton a los cambios ambientales en el transcurso del año son rápidas y evidentes; en las latitudes tropicales, donde la luz y la temperatura son relativamente constantes en el curso del año, las variaciones estacionales del plancton dependen del efecto de las lluvias o de la sequía, y muy especialmente, del régimen anual de vientos (Uicab-Sabido, 1998).

El plancton constituye la unidad básica de producción de materia orgánica en los ecosistemas acuáticos; el zooplancton es el eslabón vital a través del cual la energía alimentaria del fitoplancton pasa hacia los niveles tróficos superiores, y es considerado como importante fuente de alimento, por lo que juega un papel preponderante dentro de la dinámica de los ecosistemas dulceacuícolas.

Un grupo muy importante dentro del zooplancton es el de los rotíferos, muy comunes en los ecosistemas acuáticos. Constituyen el filo Rotifera, un grupo relativamente pequeño de invertebrados microscópicos. Existen alrededor de 2000 especies de las cuales el 90% son habitantes de lagos, reservorios artificiales, estanques, ríos y charcos (Serranía, 1996). Aunque existen algunas especies marinas o que habitan en aguas salobres o sobre musgos y líquenes (Barnes, 1980). Aproximadamente 100 especies son completamente pláncicas, junto con los cladóceros y copépodos conforman los grupos dominantes del zooplancton de agua dulce.

Los rotíferos constituyen un grupo de animales metazoos, que por su origen dulceacuícola, exhiben gran diversidad y son muy abundantes en aguas continentales. Los rotíferos más pequeños alcanzan de 50-1000 micras de largo aunque las especies más grandes pueden sobrepasar las 2000 micras (Margalef, 1983., Nogrady *et al.*, 1993). Son organismos unisegmentados, bilaterales y pseudocelomados. El cuerpo siempre está cubierto por una cutícula o lóricas elásticas, que en algunas especies es suave (iloricadas) y en otras es rígida formando placas (loricadas) que pueden estar ornamentadas (Ruttner-Kolisko, 1974., Barnes, 1980).

El cuerpo es usualmente transparente (aunque algunos pueden presentar coloraciones en el tracto digestivo). En una gran mayoría, la forma del cuerpo tiende a alargarse distinguiéndose tres regiones: cabeza, tronco (abarca la mayor parte del organismo) y el pie, estas regiones están separadas una de la otra por medio de pliegues; el pie presenta un par de dedos que contienen dentro dos glándulas de cemento que secretan un material pegajoso que le ayudan a fijarse a un sustrato, por lo tanto los organismos son sésiles; algunas especies no presentan pie, entonces estos rotíferos son libre nadadores (Edmondson, 1959., Barnes, 1980., Nogrady *et al.*, 1993). Los rotíferos pláncicos se desviaron considerablemente de este patrón básico, no solo en la forma de sus cuerpos, su lórica o apéndices, sino a menudo también en su anatomía.

Estos organismos en general poseen dos características distintivas: una zona apical (cabeza) donde se localiza la corona que es una región ciliada (vibrátil) o en forma de embudo. Esta es usada en la locomoción y/o alimentación, y presenta formas complicadas y diversas. La otra característica de los rotíferos se presenta en la parte anterior del tubo digestivo, que se encuentra diferenciada en una faringe muscular, el mástax, que posee una compleja serie de piezas duras, llamada trophi, cuya estructura y composición tiene significado ecológico y taxonómico (Margalef, 1983). Las variaciones en el trophi no sólo se utilizan para separar clases, ordenes y familias, sino que en algunos casos las

variaciones son tales, que las especies pueden ser reconocidas por los detalles del trophi exclusivamente.

Los trophi están formados de dos unidades funcionales: 1) el incus compuesto por una pieza central, el fulcrum, al que se unen dos ramas laterales, los ramus (rami en conjunto); y 2) el mallei (en singular malleus), compuesto por los manubrios articulados a dos piezas de estructura dentada llamados unci (uncus en singular); (Segers, 1992., Nogrady *et al.*, 1993). El mástax es interesante como ejemplo de finos cambios adaptativos. Se distinguen nueve tipos de trophi basados en el tamaño, la forma de varios de sus elementos y la presencia o ausencia de sus partes, y son los siguientes: maleado, maleoramado, virgado, forcipado, incudado, cardado, uncinado, ramado y fulcrado (Serranía, 1996). El trophi ramado pertenece a los bdelloideos, el fulcrado a los seisonaceos y los siete restantes pertenecen a los monogonontos.

En los rotíferos monogonontos, se encuentran los siguientes tipos de trophi: a) Maleado, muy común en la familia Brachionidae; b) Maleoramado en la familia Hexarthridae; c) Uncinado presente en la familia Collotheidae; d) Virgado común en las familias Trichocercidae, Notommatidae, Gastropodidae y Synchaetidae; e) Forcipado, presente en la familia Dicranophoridae; f) Incudado común de la familia Asplanchnidae y el g) Cardado en la familia Lindiidae. El trophi maleado sirve para asir y moler, el maleoramado para moler únicamente; el uncinado para desgarrar; el virgado para taladrar y chupar, y el forcipado para sujetar. Las especies micrófagas presentan un trophi maleado o ramado; las especies macrófagas atrapan a sus presas con un trophi virgado, forcipado o uncinado (Segers, 1992).

Los rotíferos monogonontos se reproducen por un mecanismo llamado partenogénesis cíclica, donde se presenta la reproducción asexual y sexual, siendo la asexual prevalente; los machos son producidos por periodos cortos únicamente. Los rotíferos ordinariamente encontrados (dulceacuícolas) son hembras amícticas, es decir que producen partenogénicamente huevos diploides que dan lugar a nuevas hembras amícticas (fase amíctica); siguiendo ciertas pistas ambientales en algunas especies son formados huevos mícticos haploides, que dan lugar a los machos. Se lleva a cabo la reproducción sexual (fase mítica), desarrollándose huevos de resistencia que tienen una cubierta protectora gruesa, que los protege del frío y la desecación, así cuando las condiciones son favorables, las hembras salen de estos huevos y comienzan una nueva generación amíctica (Sládeček, 1983., Nogrady *et al.*, 1993).

Los rotíferos muestran un amplio margen de variabilidad en sus adaptaciones y variaciones morfológicas lo que sugiere una historia geológica larga, sin embargo desafortunadamente no se conocen fósiles (Storer y Usinger, 1980). Entre las principales adaptaciones a la vida pláncica se pueden mencionar la disminución del peso específico a través de la lóricia (ejemplo *Brachionus calyciflorus*), la inflación de volumen (*Asplanchna* y *Synchaeta*), la atrofia parcial o completa de los órganos de fijación, así como del pie y los dedos (como en la mayoría de las formas plánticas). De igual manera, pueden desarrollar

apéndices útiles para la flotación y natación, por ejemplo espinas rígidas en *Keratella*, y aletas para impulsarse en *Hexarthra* y *Polyarthra* (Uicab-Sabido, 1998).

Los rotíferos en su mayoría son litorales, un gran número son sésiles y están asociados al sustrato. Viven principalmente entre la vegetación de la zona litoral de los cuerpos de agua. Los rotíferos litorales constituyen el 75% de las especies conocidas y solamente cerca de 100 taxa son típicamente pelágicos, formando parte sustancial del zooplancton. Muchos de los rotíferos litorales son filtradores, ingiriendo generalmente células pequeñas de menos de 12 o 20  $\mu\text{m}$ , pudiendo observarse preferencias por algunos alimentos; mientras que rotíferos pláncnicos como *Asplancha* y *Ascomorpha* son verdaderos depredadores y suelen alimentarse de otros rotíferos (Margalef, 1980).

Los rotíferos se encuentran ampliamente distribuidos en todos los hábitats de agua dulce, con densidades aproximadas a los 1000 ind/litro; la densidad máxima depende de la cantidad de nutrientes disponibles en el agua y la temperatura, alcanzando densidades poblacionales de más de 5000 ind/litro en aguas eutróficas. La gran mayoría de los rotíferos tiene su máximo en el epilimnion, en la región donde el fitoplancton es producido (Havens, 1991). Parece que cuando incrementa la profundidad el número de rotíferos disminuye rápidamente. Viven generalmente entre una y dos semanas, que se pueden prolongar en ciertos casos hasta el mes (*Keratella*). Bajo condiciones favorables, las generaciones se suceden con mayor rapidez, con un tiempo medio, entre huevo y huevo, de sólo dos o tres días. Por otra parte, la duración de la vida de los rotíferos está fuertemente influenciada por la temperatura (Nogrady *et al.*, 1993).

De acuerdo a datos ecológicos, las formas pláncnicas requieren una gran cantidad de oxígeno disuelto, significativamente por encima de 1.0 mg/l. El hipolimnion de lagos eutróficos, deficiente en oxígeno, en general contiene pocos rotíferos a pesar de la gran cantidad de alimento disponible, ya que estos organismos carecen de órganos respiratorios y la respiración se efectúa por difusión a través de la superficie del cuerpo. Por esta razón los rotíferos son incapaces de vivir en medios anaerobios, aunque existen algunas especies resistentes que toleran hábitats microanaerobios (<0.1 mg/l) como por ejemplo *Filinia* y *Polyarthra* (Sládeček, 1983).

La importancia de los rotíferos en el plancton de agua dulce es muy grande. Pueden poblar nichos vacantes con extrema rapidez, convirtiendo la producción primaria en una forma utilizable para los consumidores secundarios dentro de un sistema y así transferir la energía dentro del ecosistema de un lago. En las cadenas alimenticias por lo tanto juegan el mejor papel en el ciclaje de nutrientes hacia niveles tróficos más altos (Havens, 1991).

Además su estudio es importante para la acuicultura pues se ha demostrado que son altamente nutritivos y su composición bioquímica puede ser mejorada mediante dietas especiales. Adicionalmente, algunas especies de rotíferos pueden ser fácilmente cultivadas, obteniendo densidades hasta de 100,000 individuos por litro, por lo que suelen ser uno de los componentes más importantes en la dieta de larvas de peces comerciales (Nogrady *et al.*, 1993).

También se utilizan como indicadores altamente confiables de la calidad del agua (Sládeček, 1983).

Los rotíferos fueron considerados cosmopolitas por muchos autores que abordaron aspectos sobre su distribución geográfica, como Beauchamp (1907) y Rousselet (1909), citados por De Ridder (1981). Estas aseveraciones se basaron en el hecho de que los huevos de resistencia de los monogonontos y los estados anhidrobióticos de los bdelloideos son transportados por el viento, el agua y por las aves migratorias (Nogrady *et al.*, 1993). Sin embargo actualmente se reconoce que el grado de cosmopolitanismo y endemismo varía entre grupos, como lo reflejan las contribuciones de De Ridder (1981) y Dumont (1983). Estos autores consideraron el fenómeno de endemismo importante en algunos géneros como *Keratella* y *Notholca*. Unos cuantos ejemplos de especies con distribuciones restringidas se observan en el trabajo de Koste y De Paggi (1982) para los géneros *Anuraeopsis*, *Brachionus*, *Lecane* y *Lepadella*. Por otra parte América Central y el sur de Estados Unidos tienen afinidades con la fauna tropical de Sudamérica; mientras que en las regiones más norteñas (como Alaska y Canadá) tienen afinidades aparentes con Europa (Dumont, 1983., Nogrady *et al.*, 1993). En particular se ha observado este fenómeno para algunas especies de *Keratella*, *Notholca* y *Synchaeta*.

Sládeček (1983) comenta que la distribución de los rotíferos es considerada como potencialmente cosmopolita y que muchas especies muestran una extensa distribución mundial; sin embargo hay algunas especies que muestran una distribución geográfica claramente restringida. Por ejemplo algunos braquionidos están fuertemente representados en lagos tropicales (Collado *et al.*, 1984; Lewis, 1996). Mientras que *Keratella cochlearis* esta generalmente ausente de los tropicos y es una de las especies pláncnicas más comunes en regiones templadas.

Segers (1994, 1995 parte I) mencionó la existencia de un gradiente latitudinal en la distribución de *Lecane*, y que dicho gradiente ya había sido sugerido por diversos autores como Pejler (1977), citado por Segers (1994-1995), pues apuntan que la latitud es solo una aproximación representativa del clima, similar al efecto de la altitud. Aunque en general la fauna de elevadas altitudes y latitudes está compuesta por relativamente pocas especies con amplia distribución.

Sin embargo la existencia de la mayoría de las especies en una localidad dada parece estar controlada comúnmente por las características ambientales de esa localidad y no por su localización geográfica (Edmondson, 1959).

## ANTECEDENTES

En México, el estudio de los cuerpos de agua continentales es limitado, a pesar de que la mayor parte de ellos son ecosistemas sometidos a presión antropogénica continua, y frecuentemente constituyen receptáculos de desechos urbanos, agrícolas e industriales (Suárez *et al.*, 1991). De hecho muy pocos trabajos tratan con rotíferos.

En el país se consideran los siguientes trabajos de importancia publicados:

Sámamo (1931) fue la primera en describir exclusivamente especies de rotíferos para el país.

Alhstrom (1932) describió 62 especies de rotíferos encontrados en cuatro localidades en México, y es este trabajo quizá la más importante contribución en su tiempo al conocimiento de este grupo en nuestro país.

Brehm (1932) describió a *Keratella stipitata* y a otras especies del lago de Pátzcuaro.

Carlin-Nilson (1935) registró 47 especies, formas y variedades en las que se incluyeron muchas mencionadas por Alhstrom (1932).

Sámamo (1936) enlistó 20 especies de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares aledaños, además de los lagos de Xochimilco y Chapultepec.

Hoffman y Sámamo (1938a, 1938b) encontraron 14 nuevos registros de rotíferos en cuerpos de agua de Veracruz y Oaxaca.

Uéno (1939) determinó 9 especies de rotíferos dentro de siete géneros encontrados en el lago de Chapala.

Alhstrom (1940) reportó 24 especies de rotíferos de las cuales 2 son nuevos registros, encontrados en muestras del lago de Pátzcuaro.

Rioja (1940) estudió muestras obtenidas en el lago de Pátzcuaro reportando 11 especies.

Rioja (1942) encontró 18 especies de rotíferos durante sus observaciones de plancton en la laguna de San Felipe Xochiltepec, Puebla.

Osorio (1942) fué el primer investigador que analizó simultáneamente 20 locaciones del país. Como resultado de este trabajo registró 122 taxa diferentes de rotíferos. También indicó la importancia del género *Brachionus* en México por su frecuente presencia.

Osorio (1943) encontró 6 especies de rotíferos en dos cuevas de la región de Valles, San Luis Potosí.

Después de este período súbitamente el interés por el conocimiento de estos organismos desapareció hasta finales de los 80's, en que se vuelven a realizar algunos trabajos, aunque es importante notar que estos han sido realizados por distintos autores y no tienen continuidad. Entre estos destacan Vilaclara y Sládeček (1989), quienes realizaron un estudio de los rotíferos mexicanos como indicadores de la calidad del agua y registraron 34 especies de varios cuerpos de agua localizados dentro y alrededor de la Ciudad de México. Describieron a *Collotheca riverai* como nueva especie para Valle de Bravo; sin embargo esta especie es dudosa ya que no existe suficiente material de referencia (Sarma y Elías, 1997).

Suárez *et al.* (1991) a partir de un estudio considerando un ciclo anual sobre la distribución y abundancia de rotíferos plánticos en la presa J.A. Alzate, localizada en el Estado de México registraron un total de seis especies y un género. Solamente el género *Ascomorpha* fue el único que no se había registrado previamente en otros estudios del plancton dulceacuícola en aguas mexicanas.

Silva y Segers (1992) describieron una nueva especie, *Brachionus josefinae* que encontraron en un charco temporal en el estado de Aguascalientes. Sin embargo esta especie podría tratarse de una simple variante de algunas ya conocidas (Sarma y Elías, 1997).

Flores y Martínez (1993) estudiaron tres lagos artificiales con diferentes características limnológicas. Del total de la fauna zoopláctica, 9 especies de rotíferos fueron caracterizadas.

Rico y Silva (1993) analizaron los rotíferos de numerosos sistemas distribuidos en el centro-sur del país; determinaron 96 especies de las cuales 41 fueron nuevos registros.

Suárez *et al.* (1993) a partir de un estudio estacional del zooplancton de la presa J.A. Alzate, encontraron 6 especies de rotíferos algunos de los cuales mostraron tener variaciones estacionales relacionadas con la depredación.

Kutikova y Silva (1995) descubrieron una nueva especie, *Keratella mexicana*, un rotífero de Aguascalientes y al parecer bastante común en el altiplano mexicano (Elías *com.pers.*), aunque restringido en distribución a localidades por encima de 1500 msnm.

Örstan (1995) encontró una nueva especie de rotífero bdelloideo en una región desértica del estado de Sonora y fue descrita como *Macrotrachela sonorensis*.

Sarma (1996) describió 210 especies de rotíferos de aguas epicontinentales del Estado de México y a lo largo del río Lerma-Santiago en los estados de Michoacán y Estado de México.

Serranía (1996) registró 86 especies de rotíferos monogonontos en ocho cuerpos de agua del Estado de México, de los cuales 26 fueron nuevos registros para México.

Sarma *et al.* (1996), en un estudio sobre la fauna de rotíferos en los lagos del Sol y la Luna, localizados en el cráter del volcán Nevado de Toluca encontraron 35 taxa de las cuales 11 fueron nuevos registros.

Sarma y Elías (1997), de ocho localidades de México determinaron 123 taxa de rotíferos monogonontos, incluyendo un bdelloideo. De estos, 28 especies constituyeron nuevos registros.

Sarma y Elías (1998), de un charco localizado en el Km 28 de la carretera Federal Ixtlahuaca-Jilotepec, encontraron 78 especies de rotíferos, de los cuales 20 son nuevos registros.

Uicab-Sabido (1998) determinó 26 especies de rotíferos de tres cenotes del estado de Yucatán.

Sarma y Elías (1999), de 12 localidades de la parte centro y sur de Quintana Roo determinaron 102 especies de rotíferos, de los cuales 15 son nuevos registros para México.

Según Toledo (1988), México cuenta con una riqueza biológica muy importante debida a la intersección de los dominios geográficos Neártico y Neotropical y a la compleja topografía, producto de una intrincada historia geológica. Por ejemplo Vilaclara y Sládeček (1989) encontraron que la cadena montañosa del centro de México tiene condiciones muy similares a las de Europa central (en verano) pues las grandes altitudes compensan el efecto del clima tropical. Mientras que Rico y Silva (1993) encontraron en varias localidades del centro y sur del país a 4 especies, *Ascomorphella volvocicola*, *Cephalodella panarista*, *Keratella taurocephala* y *Kellicotia bostoniensis* que sólo han sido registradas en Norteamérica. Por otro lado Pourriot (1982), consideró que la fauna de rotíferos de México muestra afinidad con la fauna de Sudamérica.

Sin embargo, es importante anotar que los datos sobre especies de rotíferos en México son incompletos e incipientes, comparados con los de otras regiones del mundo (Nogrady *et al.*, 1993).

Sarma y Elías (1997) comentaron que más del 70% de las especies registradas hasta entonces en México eran cosmopolitas. Alrededor del 25% fueron tropicales o americanas. En cuanto el endemismo parece ser limitado excepto por *Keratella mexicana* y *Macrotrachela sonorensis*.

Algunos otros estudios hechos sobre la distribución de rotíferos a nivel global mencionan algunos géneros (*Brachionus* y *Keratella*) que presentan altos niveles de endemismo en regiones como Australia y Sudamérica (Dumont, 1983). De Ridder (1981)

encontró que el 48% de todos los taxa tratados en su trabajo mostraban una distribución limitada (debido a que se trataba de especies perifíticas o béntico/perifíticas).

Sládecek (1983) señaló que muchas especies de rotíferos muestran una extensa distribución mundial, pero algunas tienen una distribución geográfica claramente restringida, por ejemplo *Trichocerca platessa*, *Pseudoploesoma formosa* y *Kellicotia bostoniensis* de Norteamérica, así como algunos braquionidos que están restringidos a climas cálidos. Además hace notar que en general la fauna de rotíferos de grandes altitudes y latitudes esta compuesta de relativamente pocas especies de extensa distribución.

Finalmente es menester mencionar que recientemente Rico y Snell (1996) se han dedicado a realizar estudios del comportamiento en rotíferos, particularmente en el reconocimiento sexual y factores de atracción.

## **OBJETIVOS**

Con base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer un listado de la fauna de rotíferos de algunos sistemas del altiplano mexicano; las planicies y tierras bajas. Con base en este listado y la información publicada hasta el momento establecer una comparación de la composición específica de este grupo en México.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Reconocer las especies de rotíferos presentes en muestras de diversos cuerpos de agua pertenecientes a los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato, Hidalgo, Tabasco y Quintana Roo.

Realizar descripciones del material que constituya nuevos registros.

Registrar las siguientes variables limnológicas: Temperatura, transparencia, profundidad, pH, conductividad, alcalinidad, dureza y oxígeno disuelto de los sistemas donde se recolectaron los rotíferos.

Elaborar una clave de determinación para los rotíferos encontrados en este estudio.

## AREA DE ESTUDIO

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayores características y variedades topográficas contrastantes y heterogéneas, que influyen en las características climáticas, en el tipo de suelos y en la vegetación, por lo que es poseedor de un gran potencial en recursos naturales.

El área de estudio del centro del país comprende la provincia de la Mesa del Centro, así como porciones de las provincias de las Sierras Madre Occidental y Madre Oriental y del Eje Neovolcánico que colindan con la primera mencionada. Los cuerpos de agua muestreados se sitúan en estas provincias y pertenecen a las localidades San Sebastián y El Capulín en Hidalgo, Bordo Blanco y Tequisquiapan en Querétaro, La Saucedá y Km 89 en Guanajuato, Zaragoza y Huatépango 1 y 2 en SLP (Mapa 1). Estas localidades se encuentran dentro de la Cuenca del Río Pánuco. La localización exacta de cada sistema se resume en la Tabla 1. En esta gran región se pueden encontrar temperaturas que van desde 10°C-18°C y de 18°C-22°C, según la conformación que se da entre llanuras, sierras y lomeríos, así como por la altitud de estas últimas. Lo mismo sucede con la precipitación pluvial que varía entre 300-600mm y entre 600-1000mm con zonas hasta +1000mm anuales. De acuerdo a la clasificación de Köppen, los tipos de clima que se pueden encontrar en esta región son secos Bskw y Bskw(w) así como el templado subhúmedo Cw1 y templado húmedo C(fm) (INEGI, 1991).

Este gran territorio se caracteriza por amplias llanuras y cuencas (ejemplo la de Pátzcuaro, el Valle de México y la Fosa de Chapala) interrumpidas por sierras y lomeríos, la mayoría de naturaleza volcánica (rocas volcánicas y derrames de lava) de la era Cenozoica, así como por rocas sedimentarias de origen marino del Cretácico. Los suelos predominantes son el regosol asociado con litosol y el feozem asociado con andosoles, cambisoles y vertisoles; las comunidades vegetales comunes son los pastizales y matorrales desérticos donde se practica la ganadería de caprinos y bovinos, así como los bosques de Pino-Encino, bosque Mesófilo de montaña y matorral subtropical de uso forestal (INEGI, 1991 *op.cit.*).

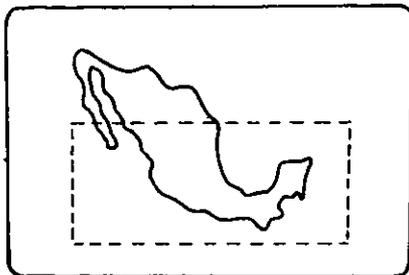
Las planicies son las partes más bajas, constituidas por relieves fundamentalmente llanos de escasa altitud y por terrenos planos cercanos al mar o litorales. Dentro de este tipo de zonas los cuerpos de agua estudiados pertenecen a las localidades Laguna Matillas, Km 51 y El Espino en Tabasco (Mapa 1), influenciados por la Cuenca del Río Grijalva. La localización exacta de los sistemas está resumida en la Tabla 3. El clima predominante en este lugar es el Am(f) cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano, aunque también se presenta el Aw2(x') cálido-subhúmedo con lluvias en verano. El régimen térmico es bastante uniforme y se registran temperaturas medias anuales que oscilan entre 25°C y 27°C, con variaciones debidas a los nortes. La precipitación pluvial es mayor a los 1500 mm anuales y solo en el sur se registra un volumen de 4000mm; el período de lluvias abarca de junio a octubre y el de secas en marzo y abril; de octubre a

marzo de 20 a 25 nortes atraviesan el Golfo e invaden Tabasco provocando llovizna; haciendo que esta región sea la más lluviosa de México (INEGI, 1986).

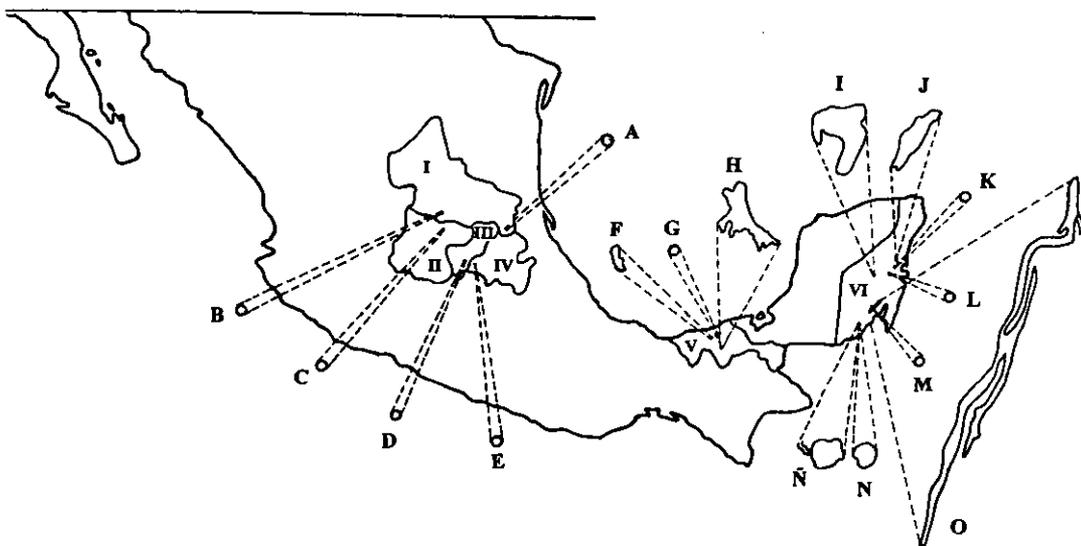
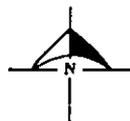
El territorio geológicamente es una planicie sedimentaria representada por depósitos de rocas sedimentarias calcáreas principalmente de origen marino (Cretácico Superior) de alternancia rítmica con rocas clásticas (lutitas-areniscas y limolitas) del Terciario, así como con acumulación de grandes depósitos fluviales como el lacustre y palustre (Cuaternario). Dominan los suelos jóvenes y profundos de origen aluvial como son los gleysoles, vértisoles, cambisoles, regosoles y fluvisoles que presentan acumulación de sales; los suelos son de moderada fertilidad, pero en algunas porciones la fertilidad es baja. La vegetación sobresaliente son las asociaciones de Tular-Popal con elementos de Manglar así como la selva alta y baja perennifolia y la sabana con uso pecuario (INEGI, 1986 *op.cit.*).

Finalmente, en el estado de Quintana Roo los sistemas estudiados fueron las lagunas de Bacalar, Chunyaxché y Kaná, así como los cenotes: El Avispero, Minicenote, Cenote sin nombre, Cenote Azul, Subteniente López (Lagunas 1 y 2) y Canal Subtte López (Mapa 1). La localización exacta de los sistemas esta resumida en la Tabla 2. La región presenta un régimen térmico anual que oscila entre 25°C y 27°C, siendo el mes de enero el menos cálido y los de abril y mayo los más calurosos. El flujo pluvial varía entre los 1000 y los 1500 mm anuales. Los vientos regulares son los alisios que dominan durante el verano, su dirección es de este-sureste, aunque hay vientos periódicos llamados nortes que siguen una dirección norte-sureste que dominan a finales de otoño y durante el invierno, así también son vientos periódicos los huracanes que se originan en las zonas marítimas y se presentan en el verano (Escobar, 1986).

El territorio es generalmente plano conformado por roca caliza muy permeable perteneciente a los períodos Terciario Superior y Cuaternario. Predominan los suelos delgados y pedregosos y con poca materia orgánica tales como lúvisol crómico, regosol eútrico, vertisol pélico y rendzinas; estos suelos no son favorables para la agricultura; sobre el relieve no existen corrientes superficiales debido a la absorción del suelo y a la rápida evaporación. De acuerdo a la clasificación de Köppen, el estado tiene clima tropical con lluvias en verano, con variantes ligeras en la temperatura y pluviosidad, resultando cinco climas de los cuales destacan el tipo AW(x')i = Cálido subhúmedo con lluvias en verano y el Aw2(i) = Cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano que domina en la mayor parte del estado. La vegetación dominante es la selvática (selva mediana y selva baja subperennifolia), resaltando el Tular y Manglar hacia la costa (Escobar, 1986 *op.cit.*).



REPUBLICA MEXICANA



**Mapa 1.-** Ubicación de los cuerpos de agua muestreados. A) Huatepango 1 y 2, B) Zaragoza, C) Km 89 y La Saucedá, D) Bordo Blanco y Tequisquiapan, E) El Capulín y San Sebastián, F) Laguna El Espino (1:500,000), G) Km 51, H) Laguna Matillas (1:500,000), I) Laguna Kaná (1:50,000), J) Laguna Chunyaxché (1:500,000), K) Cenote El Avispero y Minicenote, L) Cenote sin nombre, M) Cenote Azul, N) Laguna 2 (1:50,000), Ñ) Laguna 1 y Canal Subteniente López (1:50,000), O) Laguna Bacalar (1:500,000). Los estados están designados de la siguiente manera: I) San Luis Potosí, II) Guanajuato, III) Querétaro, IV) Hidalgo, V) Tabasco y VI) Quintana Roo.

## MATERIAL Y METODO

### TRABAJO DE CAMPO

Se colectaron muestras de diferentes cuerpos de agua temporal y permanente de varias localidades del centro y sur de México. Las localidades del centro son: El Capulín, San Sebastián, La Sauceda, Bordo Blanco, Tequisquiapan, Km 89, Zaragoza y Huatepango 1 y 2, la temporada de muestreo en estas fué durante la época de secas; mientras que las localidades de las planicies del sureste son: Laguna Matillas, Km 51 y El Espino, (muestreadas en época de secas); así como las lagunas de Bacalar, Chunyaxché y Kaná; y los cenotes El Avispero, Minicnote, Cenote sin Nombre, Cenote Azul, Laguna 1 y 2 Subteniente López y Canal Subteniente López, que fueron muestreadas en época de lluvias (Mapa 1). El muestreo se efectuó filtrando 100 litros de agua como mínimo en cada zona por medio de una red cónica de plancton con apertura de malla de 50 micras. El material biológico se colectó de la siguiente manera: 1) Litorales, en el perímetro del cuerpo de agua donde había influencia de vegetación acuática con una red de 50  $\mu\text{m}$  de apertura de malla, fija a un mango 2) Limnéticas. En superficie se realizó un arrastre durante 5 minutos con una red cónica de plancton, con malla de 50  $\mu\text{m}$  y boca de 40 cms de diámetro. Para las muestras de profundidad se utilizó una botella tipo Van Dorn de 2.5 l de capacidad. En estas últimas se filtraron al menos 50 litros de agua. Una vez obtenidas, las muestras se fijaron inmediatamente con formaldehído hasta dejarlas al 4 %.

Así mismo se midieron ocho parámetros físicos y químicos del agua: temperatura con un termómetro de mercurio graduado, transparencia con un disco de Secchi, profundidad con una sonda; el pH y la conductividad con un potenciómetro-conductímetro de campo Corning; la alcalinidad y la dureza mediante métodos colorimétricos totales y el oxígeno disuelto por el método de Winkler (APHA *et al.*, 1989). Mientras que las coordenadas geográficas de los lugares muestreados se registraron con un geoposicionador marca Garmin (Datum WGS84).

### TRABAJO DE LABORATORIO

De cada muestra se extrajeron los rotíferos con ayuda de un microscopio estereoscópico y tubos capilares. La determinación se realizó con un microscopio óptico ZEISS (con los objetivos de 10X, 40X y 100X) y con la ayuda de claves y literatura especializada entre las que destacan: Koste (1978 vol.1), Koste y Shiel (1987,1989), Sanoamuang (1993), Segers (1994-1995 Parte II), Nogrady *et al.* (1995) y De Smet y Pourriot (1997). Para la determinación de algunas especies fue necesario examinar la estructura del trophi. Para realizar este trabajo se procedió a desintegrar al organismo colocándolo en un portaobjetos y añadiendo unas gotas de hipoclorito de sodio (solución comercial), una vez desintegrados los tejidos se procedió a la esquematización del trophi con la ayuda de una cámara clara adaptada a un microscopio óptico ZEISS.

Se realizaron montajes de la siguiente manera: primero se colocaron los organismos en una gota de glicerina sobre un portaobjetos, luego se les colocó el cubreobjetos y finalmente se sellaron los bordes con De-Pex (medio de montaje comercial).

Se realizaron descripciones y esquemas originales de aquellos organismos que resultaron ser nuevos registros.

## **METODOS ESTADISTICOS**

Se realizó una lista de especies encontradas en los sistemas estudiados (tanto del centro como del sur de México); señalando la presencia o ausencia de especies en cada localidad.

Se elaboró una tabla de contingencia para determinar la composición entre inventarios (del altiplano y tierras bajas) señalando la presencia o ausencia de especies en cada localidad perteneciente a estas dos grandes regiones a comparar. Mediante la prueba de Distancia Euclidiana, utilizando el programa PC-Ord para Windows Vers. 3.20 (Mc Cune y Mefford, 1997) para establecer la asociación o no de los sistemas. Se utilizaron no sólo los datos generados por los muestreos, sino también se agregaron los datos publicados en la literatura especializada (aquellos donde se han registrado especies de rotíferos en México). Mediante un análisis similar se compararon también los sistemas utilizando como referencia los parámetros físicos y químicos. En el Mapa 2 se muestra la localización geográfica de todas las localidades incluidas en este análisis y en la tabla 19 se muestran las fuentes de donde se obtuvieron.

Finalmente se elaboró una clave de determinación para los rotíferos encontrados en este estudio.

## REPUBLICA MEXICANA



**Mapa 2.-** Localización de los sistemas donde se han registrado rotíferos en México, obtenidos de fuentes bibliográficas. Con estas localidades se realizó la matriz para el análisis de disimilitud.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### SISTEMÁTICA

En el presente estudio se determinaron 103 especies de rotíferos, representadas en 2 clases, 4 ordenes, 18 familias y 31 géneros. Muchas de las especies se encontraron en bajos números, aunque hubo algunas abundantes como es el caso de *Keratella americana* y *Lecane bulla*. El total de especies se encuentran resumidas en las tablas 4 a la 8, donde también se señalan las localidades donde se encontraron.

De los 103 rotíferos encontrados se tienen 4 nuevos registros para México, que se encuentran dentro de 3 familias que son: Colurellidae, Lecanidae y Collothecidae.

En el orden PLOIMIDA se encontraron 12 familias: Brachionidae con 14 especies, Euchlanidae con 4 especies, Mytilinidae con 3, Trichotriidae con 2, Colurellidae con 12 especies, Lecanidae que fue la más abundante con 35 especies, Notommatidae con 5 especies, Lindiidae con una sola especie, Trichocercidae con 8 especies, Synchaetidae y Asplanchnidae con 2 especies respectivamente, mientras que la familia Dicranophoridae con 3 especies. Dentro del orden FLOSCULARIACEAE se encontraron las familias: Hexarthriidae con 4 especies, Flosculariidae con una especie y Testudinellidae con 3 especies, mientras que la familia Filiniidae con 2 especies; en el orden COLLOTHECACEAE la familia Collothecidae con una sola especie. La familia Gastropodidae estuvo representada por un solo género (*Ascomorpha sp*). Finalmente en el orden BDELLOIDEA la familia Philodinidae tuvo una especie.

A continuación se presentan las descripciones de las especies que son consideradas como ampliaciones de ámbito.

Filo ROTIFERA  
Clase MONOGONONTA  
Orden PLOIMIDA  
Familia COLURELLIDAE Bartos, 1955.

*Colurella sulcata* (Stenroos, 1898).  
(Lámina I, Figura 1)

### SINONIMOS

*Metopidia sulcata* Stenroos, 1898.  
*Colurella sulcata* nach Harring, 1913.

### LITERATURA CONSULTADA

Koste, 1978 vol.2, p.55 fig.5; Koste y De Paggi, 1982 p.79;

### DESCRIPCION

Los organismos presentan una lórica alargada, delgada; poseen un pie ancho, que sale de la lórica proyectado hacia adelante. Longitud de la lórica 70-80 $\mu$ m, ancho de la lórica 25-28 $\mu$ m, dedos 18-22 $\mu$ m.

#### **DISTRIBUCION**

Es un estenotermo cálido, las especies prefieren aguas ácidas. Cosmopolita. Organismo proveniente de la Laguna de Chunyaxché, Q.Roo, el 30 de mayo de 1997.

#### ***Lepadella cyrtopus* (Harring, 1914)**

(Lámina I, Figura 2a y b)

#### **SINONIMOS**

*L. (H) cyrtopus.*

#### **LITERATURA CONSULTADA**

Koste, 1978 vol.2, p.65 fig.10; Koste, 1978 vol.1, p. 197; Koste y Shiel, 1989 p.141.

#### **DESCRIPCION**

Los organismos poseen una lórica oval, con una sección cruzada superficial, uniformemente arqueada dorsalmente, el margen anterior dorsal es casi recto, el margen ventral tiene un seno profundo en forma de V. Presentan un collar punteado; el surco del pie es extenso, acampanado posteriormente; el segmento distal del pie es dos veces la longitud del primero y segundo segmentos unidos. Pie entrelazado; el dedo izquierdo se encuentra debajo del derecho; dedos asimétricos, el derecho es dos veces el largo del izquierdo. Longitud de la lórica 80 $\mu$ m, ancho 65 $\mu$ m, dedo derecho 30 $\mu$ m, izquierdo 14 $\mu$ m.

#### **DISTRIBUCION**

Este de Europa y de Norte y Centroamérica (Koste, 1978; Koste y Shiel, 1989). Organismos provenientes del Km 51 y el Espino, Tabasco, colectados el 13 de enero de 1998.

Familia LECANIDAE Nitzsch, 1827.

#### ***Lecane rhytida* Harring & Myers, 1926.**

(Lámina I, Figura 3a y b)

Puede ser confundido con *Lecane donneri*, *L. lauterborni* y *L. simonneae*, pero se diferencia por la forma de proyección de su pie pseudosegmentado, con extensiones laterales.

#### **LITERATURA CONSULTADA**

Harring y Myers, 1926 p. 346-347 placa XX fig. 3-4; Koste, 1978 vol.2, p.69 fig.11; Koste y De Paggi, 1982 p.89; Koste y Shiel, 1990 p.28,31 fig.14:3; Segers, 1994-1995 parte II p.52-54 fig. 116-118.

### DESCRIPCION

Presentan lórica dura. Placa dorsal anteriormente más estrecha, medianamente más extensa que la placa ventral, ornamentada. Márgenes de la apertura de la cabeza casi coincidentes o paralelos, escasamente cóncavos con espinas antero-laterales. Placa ventral más larga que ancha, con pliegues longitudinales y transverso incompletos, ornamentada. Placa del pie extensa, placas coxales redondeadas triangulares. Pie pseudosegmentado proyectado con extensiones medias-laterales. Dedos paralelos, afilados o puntiagudos, sin uñas. Placa dorsal 75-84 $\mu$ m, placa ventral 80-100 $\mu$ m, dedo 1.36-41 $\mu$ m

### DISTRIBUCION

No conocido en América central y Sudamérica. Con registros confirmados de Nigeria y Papua Nueva Guinea, así como de Atlantic City, Nueva Jersey, Mount Desert Island, Maine, E.U.A.

Los organismos son provenientes de Laguna Matillas y El Espino, Tabasco, colectados el 12 y 13 de enero de 1998, respectivamente.

### Orden COLLOTHECACEAE

Familia COLLOTHECIDAE Bartos, 1954.

### *Collotheca ornata* (Ehrenberg, 1832) (Lámina I, Figura 4)

### SINONIMOS

*Floscularia ornata* (Ehrenberg, 1832).

*Floscularia pentacornis* Costa, 1938.

*Collotheca ornata* nach Harring, 1913.

*Collotheca mira* (Hudson, 1885).

### LITERATURA CONSULTADA

Koste, 1978 vol.2, p.226 fig.2; Koste y De Paggi, 1982 p.80; Koste *et al*, 1983 p.12; Sládecek, 1983 p.181; Koste y Böttger, 1992 p.277;

### DESCRIPCION

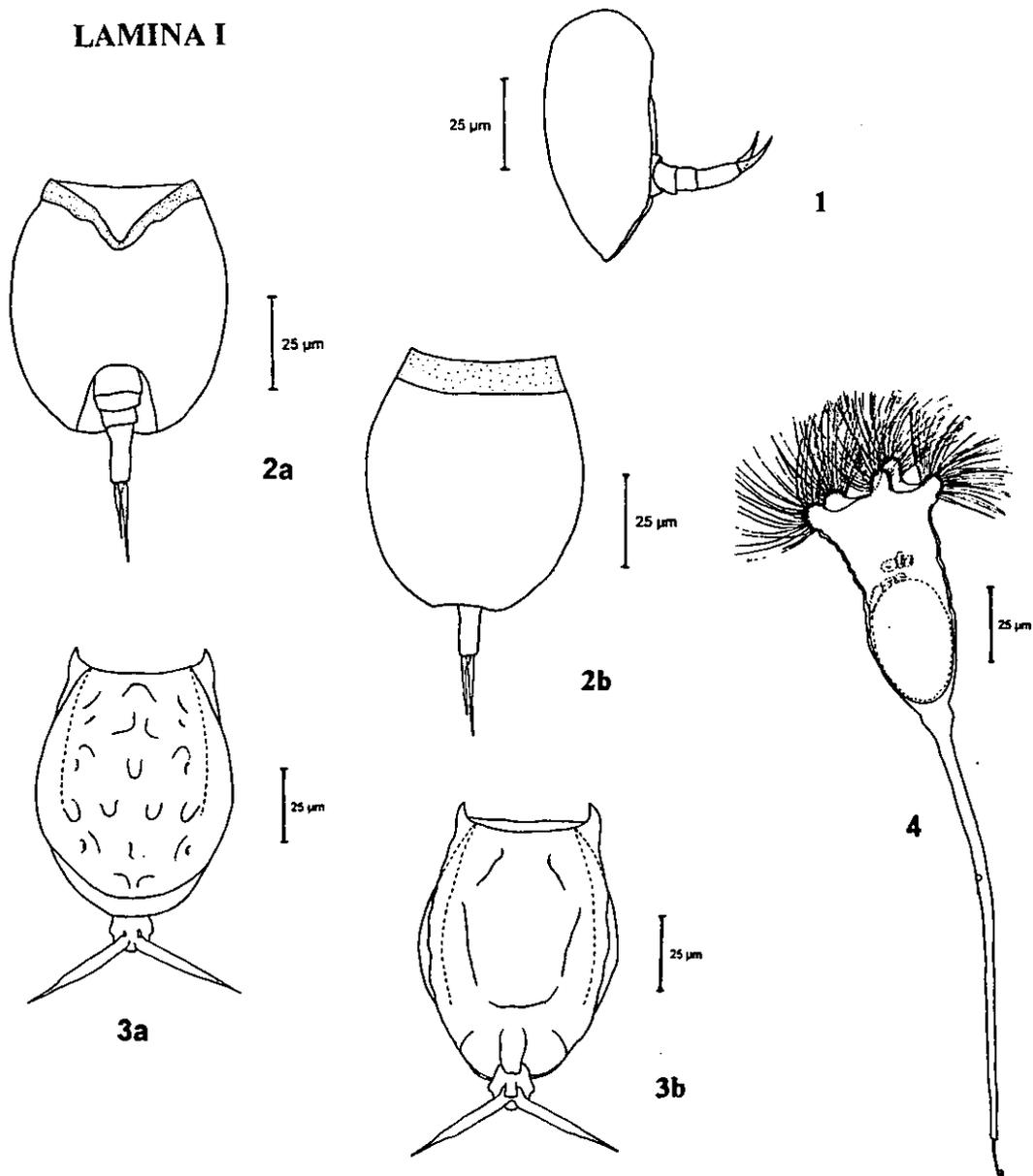
Posee cinco tentáculos con punta en forma de botón. Puntas sin ningún apéndice. Corona sin cilios cortos entre los tentáculos. Pie del doble del cuerpo, pedúnculo corto. Algunas veces se conserva una mancha ocular en los adultos. Uncus bidentado. Longitud total 240-1200 $\mu$ m.

### DISTRIBUCION

Es una típica especie litoral sésil habitante de la macrovegetación acuática y algas en lagos, estanques, charcos, diques y otros pequeños cuerpos de agua. Es una especie cosmopolita.

Organismo proveniente de Laguna Kaná, Q.Roo, colectado el 2 de mayo de 1997.

# LAMINA I



**Figura 1.-** *Colurella sulcata*. Vista ventral. Laguna de Chunyaxché colectado el 30 de mayo de 1997. **Figura 2a.-** *Lepadella cyrtopus*, vista ventral; b) vista dorsal; organismos procedentes del Km 51 y El Espino colectados el 13 de enero de 1998. **Figura 3a.-** *Lecane rhytida*, vista dorsal y b) vista ventral; organismos procedentes de Laguna Matillas y El Espino colectados el 12 y 13 de enero de 1998 respectivamente. **Figura 4.-** *Collothecha ornata*, vista ventral de un organismo procedente de laguna Kaná colectado el 2 de mayo de 1997.

## ANÁLISIS DE LOS SITIOS MUESTREADOS

En los cuerpos de agua del sureste, hubo una mayor diversidad, específicamente los pertenecientes al estado de Tabasco: Laguna Matillas con 40 taxa, Km 51 con 34 taxa y El Espino con 17 taxa; así como las lagunas de Chunyaxché con 34 taxa y Kaná con 31 taxa (todas ellas en Quintana Roo), en comparación con los cuerpos de agua del centro, donde únicamente La Sauceda, Huatepango 1 y 2 (charcos) tuvieron más especies, con 14, 11 y 15 taxa respectivamente (Tablas 4-8). Serranía (1996) por su parte encontró una mayor diversidad de especies en charcos temporales del Estado de México, estos son el Km 28 de la carretera federal Jilotepec-Ixtlahuaca con 40 taxa, Charco Negro con 36, Km 44 de la carretera federal Atlacomulco-Toluca con 31 y el Km 41 de la carretera federal Jilotepec-Ixtlahuaca con 17 taxa, todos situados por encima de los 2500 msnm; a la vez que comenta que los charcos al ser cuerpos de agua efímeros carecen de depredadores que afecten a los rotíferos, además que estos presentan vegetación aérea y sumergida asociada, proporcionando más diversidad de hábitats para los organismos. Mientras que en los cenotes estudiados por Uicab-Sabido (1998), ella encontró una mayor riqueza de especies entre la vegetación sumergida en el cenote Dzibichaltun en Yucatán, la cual fue de 27 especies, y concluye que esto es debido a que la vegetación proporciona mayor número de microhábitats. Sin embargo hay que señalar que solo se realizaron muestreos en la columna de agua y no se incluyó la zona litoral.

De acuerdo a los datos de los parámetros físicos y químicos de los sitios muestreados se encontró que los cuerpos de agua del sureste, específicamente los del estado de Quintana Roo (cenotes y lagunas) tuvieron las mayores profundidades, por encima de los 10m, así como también las transparencias más elevadas, mayores a los 2m; con temperaturas entre los 26°C-32°C; el pH varió entre 6.3-8.0 unidades (de ligeramente ácido a ligeramente básico), solo en la laguna Kaná se registró un pH de 9.2 y tuvo una alcalinidad entre 496-530 mgCaCO<sub>3</sub>/l por lo tanto hubo mayor concentración de solutos cargados en el agua (Golterman *et al.*, 1978 citado por Cervantes y Gutiérrez, 1996); mientras que en los restantes sistemas la alcalinidad se encontró entre 46-288 mgCaCO<sub>3</sub>/l; únicamente el minicenote tuvo una alcalinidad de 862 mgCaCO<sub>3</sub>/l en la muestra de fondo, tal vez debido a una alta concentración de sales precipitadas. El oxígeno se encontró entre 0.43-6.7 mg/l en la mayoría de los sistemas, solo en la laguna de Chunyaxché se tuvo un valor de 16.86 mg/l en la zona litoral (Tablas 9-13). Las localidades del estado de Tabasco fueron cuerpos de agua que presentaron una profundidad no mayor a 1.5m, con una transparencia escasa, menor a 0.60m (Wetzel, 1981 citado por Cervantes y Gutiérrez, 1996), con una temperatura de 27°C a 28°C; el pH registrado varió de 6.3 a 6.6 (ligeramente ácido) y el oxígeno osciló entre 7.2-12.5 mg/l (Tabla 14).

En cuanto a los sitios del centro del país (Tablas 15-18), casi todos son cuerpos de agua pequeños, la mayoría de ellos someros, registrando las menores profundidades, que oscilaron entre 0.25m-1.2m, solo el charco del Km 89 tuvo una profundidad de 2.84m. Todos estos sistemas presentaron las transparencias más bajas de 0.03m a 0.49m (Wetzel, 1981 citado por Cervantes y Gutiérrez, 1996), debido a material en suspensión; mientras

que la temperatura se encontró entre 14°C a 24°C; el pH varió de 6.8 a 8.4 (de ligeramente ácido a básico) y la alcalinidad se encontró entre 48-238 mgCaCO<sub>3</sub>/l. La dureza se encontró de 41-156 mgCaCO<sub>3</sub>/l, según Weathon (1977), citado por Cervantes y Gutiérrez (1996) varió de aguas suaves a moderadamente duras; mientras que la conductividad osciló entre 110-160 µS/cm en la mayoría de los sistemas, únicamente en el charco Zaragoza fue de 410 µS/cm lo que indica una mayor concentración de solutos en el agua. El oxígeno disuelto osciló entre 4.2 a 8.6 mg/l.

Como se puede ver, existe una clara diferencia entre los cuerpos de agua estudiados, en cuanto a la profundidad y la transparencia, esta última muy escasa en los cuerpos de agua del centro. En cuanto a las especies encontradas, según Sládecek (1983), se tiene que la mayoría de las especies de los sistemas del sur son indicadoras de oligotrofia (por ejemplo especies de *Lecane*), mientras que las del centro son indicadoras de eutrofia; por ejemplo: *Brachionus angularis*, *B. bidentatus*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. urceolaris*, *Keratella cochlearis*, *Platyias quadricornis*, *Dipleuchlanis propatula*, *Cephalodella gibba*, *Polyarthra vulgaris*, *Testudinella patina* y *Hexarthra mira*. Por otro lado la presencia de especies indicadoras de oligotrofia en los sistemas del centro, por ejemplo *Lindia torulosa*, *Scaridium longicaudum*, *Testudinella mucronata*, *Hexarthra intermedia* y *Sinantherina semibullata* no es rara ya que también son consideradas especies de transición y que pueden encontrarse tanto en aguas eutróficas como oligotróficas; por lo que son organismos con tolerancia a amplios rangos de variabilidad en las condiciones ambientales (Sládecek, 1983 *op.cit.*, Serranía, 1996). El estado trófico es un factor que puede causar cambios en la composición de especies tanto en sistemas temporales como permanentes.

Collado, *et al.* (1984) en su estudio del zooplancton de America central y del Caribe hablan de que la baja diversidad de especies puede ser en parte a la falta de una gama de tipos de habitat o bien que es debido a condiciones oligotróficas del lugar, y además sugieren que también puede ser debido a la baja intensidad de colecta.

Entre las especies encontradas, la mayoría se consideran cosmopolitas, pero también hay algunas que se encuentran en zonas restringidas. De los 103 taxa encontrados el 73.58% son cosmopolitas, mientras que el 8.49% son subtropicales. El 4.72% son especies tropicopolitas que se encuentran tanto en las regiones tropicales como subtropicales; el 2.83% son especies pantropicales delimitadas por los trópicos de cáncer y de capricornio; el 5.65% son especies con registros en dos o tres países o continentes; el 3.77% de las especies solo se han encontrado en Norteamérica y el 0.96% son endémicas (*Keratella mexicana*).

## **DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN MEXICO**

Con respecto a la composición y distribución de los organismos en México, a partir de los datos generados en este trabajo más los de fuentes bibliográficas, se tiene lo siguiente:

Al aplicar la prueba de Distancias Euclidianas para encontrar la disimilitud entre las localidades con respecto a las especies registradas de rotíferos (matriz de 284 especies y 114 sitios) se encontró una notoria separación de 3 grupos: dos de ellos ( I y III ) bien definidos y homogéneos y un grupo (II) extenso, muy heterogéneo (Gráfica 1).

En el grupo I (Gráfica 1) se observan tres ramas, una de ellas conformada por cuerpos de agua exclusivamente de Quintana Roo, en su mayoría cenotes y lagunas, que tienden a un carácter oligotrófico-mesotrófico; estos sistemas se localizan en la zona tropical a una altura menor de 10 msnm. El número mínimo de especies registradas fue de 8 en la Laguna de Bacalar y el máximo fue de 38 especies en la laguna de Chunyaxché. La mayoría de las especies registradas, según Sládecek (1983), son indicadoras de oligotrofia, por ejemplo: *Lepadella triptera*, *Lecane arcuata*, *L. bulla*, *L. hamata*, *L. hornemanni*, *L. ludwigii*, *L. lunaris*, *L. nana*, *L. signifera*, *Lindia torulosa* y *Hexarthra intermedia*. Una rama intermedia conformada por localidades del sureste, con características oligo-mesotróficas que presentan una altura media (100-200 msnm); las especies más comunes entre los sistemas son una combinación de especies indicadoras de eutrofia y de oligotrofia: *Brachionus quadridentatus*, *Mytilina ventralis*, *Euchlanis dilatata*, *Lepadella patella*, *Lecane closterocerca*, *L. cornuta*, *L. hamata*, *L. pyriformis*, *Cephalodella forficula*, *Testudinella patina* entre otras (Sládecek, 1983 *op.cit.*); dentro de esta rama hay dos localidades del centro, Zirahuen y La Tobará esta última con características físicas y químicas parecidas a las del sureste; solo Zirahuen es un sistema que está situado a gran altitud; el número mínimo de especies encontradas en esta rama es de 31 en la Tobará y el número máximo es de 60 en Zirahuen. Por último la tercer rama de este grupo contiene localidades del centro del país que tienden a una naturaleza oligotrófica-mesotrófica y que se sitúan a una altura mayor a 2000 msnm; el mínimo de especies registradas en esta rama es de 22 en Río Lerma y Km 41 de la carretera Jilotepec-Ixtlahuaca y el máximo es de 78 en el charco del Km 28 de la carretera Jilotepec-Ixtlahuaca. La composición de especies en esta rama difiere claramente de las otras, por ejemplo en las especies indicadoras de eutrofia como son: *Brachionus bidentatus*, *B. quadridentatus*, varias especies de género *Cephalodella* y *Testudinella patina*, así como también difiere en las especies indicadoras de oligotrofia que en su mayoría son especies pertenecientes al género *Trichocerca* y algunas del género *Lecane* (Sládecek, 1983 *op.cit.*).

Mientras que en el grupo III (Gráfica 1) se observan dos ramas: una conformada por una serie de localidades tanto del centro como del sur del país, que tienden hacia un carácter mesotrófico-eutrófico, además de que se sitúan a una altura no mayor de 400 msnm (excepto Texcoco), el número mínimo de especies registradas es de 12 en Texcoco y el máximo de 22 en Puente Sorpresas. De acuerdo a Sládecek (1983) la mayoría de las especies en esta rama son indicadoras de eutrofia como son: *Brachionus angularis*, *B. quadridentatus*, *Platyias quadricornis*, *Lecane cornuta*, así como algunos *Lecane* indicadores de oligotrofia (*Lecane bulla*, *L. lunaris*, *L. papuana*). La otra rama muy homogénea conformada por localidades exclusivamente del centro de México, que tienden a un carácter mesotrófico-eutrófico, situados a gran altitud (+ 2000 msnm), el número mínimo de especies registradas es de 18 en J.A. Alzate y el máximo es de 46 en

Encinillas. Esta rama también difiere muy claramente en su composición de especies. La mayoría son indicadoras de eutrofia como son varias especies del género *Brachionus*, *Keratella cochlearis*, *Platyias quadricornis*, *Testudinella patina*, *Filinia longiseta*, *Lecane closterocerca*, *L. cornuta*, *Hexarthra mira*, *Rotaria neptunia* y *Rotaria rotaria*; así como algunas especies del género *Asplanchna*, *Lepadella patella*, *Euchlanis dilatata*, *Lecane bulla* y *L. luna* como indicadoras de oligotrofia (Sládeček, 1983 *op.cit.*).

Por último el grupo II (Gráfica 1) que es muy heterogéneo, conformado por localidades, tanto del centro como del sur de México. Este grupo representa sistemas con pocas especies; la mayoría con 1 a 5 y algunos sitios con 8-13 especies. Collado, *et al.* (1984) hablan de que los escasos registros son debidos a una baja intensidad de colecta, por lo que los cuerpos de agua requieren ser más estudiados. Esto posiblemente es la explicación para este grupo pues los inventarios de especies de rotíferos en México son todavía muy fragmentarios. Como nuestro país es el punto de trasición entre la zona Neártica y Neotropical, contiene faunas de rotíferos comunes de estas dos grandes regiones biogeográficas, y la gran variedad de ambientes particulares podría conformar grupos de especies característicos, a la vez que el número de registros aumenta.

Dumont y Segers (1996) comentan que en cuerpos de agua localizados a poca altitud es de esperar encontrar entre 150-160 especies en la zona templada y +210 especies de rotíferos en los tropicos, pudiendo llegar a exceder las 250 especies, esto porque los organismos contráctiles y sésiles no han sido extensamente estudiados. Por otro lado Sarma y Elías (1998) encontraron 78 especies de rotíferos en un pequeño charco localizado en el Km 28 de la carretera federal Ixtlahuaca-Jilotepec, Estado de México a una altura de 2740 msnm. La diversidad de especies de diferentes cuerpos de agua (temporales y permanentes) parece variar significativamente, no obstante la altitud.

Los rotíferos responden claramente a cambios ambientales y son indicadores sensitivos de los cambios en la calidad de agua, ya que la eutroficación es uno de los tantos factores que causan cambios en la composición de especies y además puede tener impacto en la abundancia de cada especie (Uicab-Sabido, 1998). Los rotíferos dominan o se encuentran en altas densidades en sistemas eutroficados, debido al gran aporte de alimento; en general se puede decir que la mayoría de los cuerpos de agua del centro (altiplano) presentan una tendencia hacia la eutrofia, mientras que los cuerpos de agua del sureste (planicies) pueden considerarse oligotrófico-mesotróficos. Sin embargo hay que tener en cuenta que el insuficiente conocimiento del plancton tropical obliga a que se proceda con cautela en la predicción del nivel trófico basado en el plancton a baja latitud (Uicab-Sabido, 1998 *op.cit.*).

A México se le ha dividido en tres grandes regiones (norte, centro y sur), en dichas regiones se puede encontrar una clase de cuerpos de agua, específicamente lagos, de acuerdo a su estado trófico, es así que en el norte domina la clase III de eutrófico a hipertrófico (pH 9.5-10.5), en la región centro domina la clase II de mesotrófico a eutrófico (pH 8.8-9.5), mientras que en la región sur domina la clase I de oligotrófico a mesotrófico (pH 6.5-8.7), (Alcocer y Escobar, 1996). Además estos autores hacen notar

que en el caso de la península de Yucatán, se presenta la clase II debido a su estructura geológica rica en carbonato de calcio y a la relación que puedan tener con el agua marina. A grandes rasgos este esquema coincide con el análisis basado en rotíferos, por ejemplo en que se registraron sistemas con un rango de pH entre 6.4-8.0 unidades.

Sládecek (1983) realizó una lista de 620 especies de rotíferos indicadores de la calidad del agua, los datos que él obtuvo se tomaron como referencia para hacer las inferencias en este estudio. No fue posible aplicar el índice de saprobios porque no se tienen las abundancias de los organismos, es decir sólo se trabajó con datos cualitativos.

Al aplicar la prueba de Distancias Euclidianas con los datos de los parámetros físicos y químicos para determinar diferencias ambientales entre las localidades (matriz de 5 parámetros y 61 sitios), se observó la separación de dos grupos claramente distintos (Gráfica 2); un grupo muy pequeño (A) conformado por algunos cenotes (sureste) que suelen ser sistemas con características particulares, aunque también aparecen dos localidades del centro: Valle de Bravo y Taxhimay. Se hace notar la separación del Cenote Azul por ser el sistema con la profundidad y transparencia más grande. Todos estos sistemas son oligotróficos (pHs de 6.5-7.0).

En el segundo grupo mayor (B) (Gráfica 2) se observan dos ramas bien definidas; en la primera rama existen dos subramas características que agrupan a las restantes localidades del sureste, estas dos subramas se diferencian por la profundidad y transparencia, siendo en una de 7m-16m y la otra de 0.6m-4m, de carácter oligotrófico-mesotrófico; el pH en ambas fue ligeramente básico y con temperaturas mayores a los 26°C; en la subrama con menores profundidades están agrupadas dos localidades del centro: Nabor Carrillo y La Tobara. Esta última también fue agrupada con localidades del sureste en el dendrograma de especies (Gráfica 1), ya que presentó una composición de especies muy parecida. La Tobara es un cuerpo de agua cercano hacia la costa del Pacífico norte.

En la segunda rama también se observan tres subramas bastante homogéneas; la subrama más pequeña representada únicamente por las lagunas El Sol y La Luna que presentaron un pH ácido, profundidades medias y transparencia elevada, así como las temperaturas más bajas; además se hace notar que estas dos se encuentran localizadas en el cráter del volcán Nevado de Toluca y son las únicas de su tipo hasta ahora estudiadas. Una subrama intermedia que agrupa sistemas de poca profundidad y transparencias intermedias en comparación con las del sureste, con pHs de 6.9-8.5 y temperaturas que van de los 15-22°C. Finalmente la tercera subrama y la más grande, agrupa localidades con bajas profundidades y con las transparencias más bajas, así mismo las temperaturas oscilan entre 12-19°C y los pHs de 8.2-9.1; en esta subrama se observa que las condiciones físicas y químicas tienden a ser muy parecidas entre los sistemas. Los cuerpos de agua de estas dos últimas subramas tienden hacia un carácter mesotrófico-eutrófico.

Sin embargo se hace notar que los datos de los parámetros físicos y químicos de las localidades fueron sólo de aquellas localidades con registros; de manera que no fué

posible incluir el mismo número que en el análisis de rotíferos, debido a que no existen datos publicados de los parámetros.

En general se puede decir que la agrupación de los cuerpos de agua en cuanto a su composición de especies (Gráfica 1) corresponde con lo obtenido en el dendrograma de los parámetros físicos y químicos (Gráfica 2); es decir que de acuerdo a las características ambientales de las localidades se formaron agrupaciones de rotíferos que pueden variar en un grado menor o mayor, los grupos de localidades formados tienen características físicas y químicas semejantes, por lo tanto las especies que se encuentran en ellas son también semejantes. También se observa dominancia de algunos taxones en los grupos de localidades como por ejemplo de braquionidos, tricocercidos, asplanchnidos, cefalodelidos y lecanidos. Finalmente se puede decir que se tiene por un lado a todos aquellos cuerpos de agua de carácter oligotrófico y oligotrófico-mesotrófico que corresponden a las localidades del sureste, mientras que por el otro lado tenemos a todos aquellos cuerpos de agua de carácter mesotrófico y mesotrófico-eutrófico pertenecientes a las localidades del centro (altiplano), este esquema se corresponde con el que fue planteado por Alcocer y Escobar (1996).

## CONCLUSIONES

- ◆ De los rotíferos estudiados se encontraron en total 103 especies, repartidas en 2 clases, 4 ordenes, 18 familias y 31 géneros. En los cuerpos de agua del sureste hubo mayor diversidad de especies en comparación con los del centro de México.
- ◆ Se amplió el ámbito de 4 especies previamente conocidas, para el sureste mexicano; esto nos demuestra que el estudio de los rotíferos todavía es escaso en nuestro país.
- ◆ La mayoría de las especies son cosmopolitas, subtropicales y tropicopolitas.
- ◆ La composición de especies del altiplano (centro) y del sureste mexicano (planicies) varía, debido a las características ambientales particulares de los sistemas.
- ◆ Los cuerpos de agua del altiplano son de carácter claramente mesotrófico-eutrófico, mientras que los cuerpos de agua del sureste son claramente oligotróficos-mesotróficos.
- ◆ La altitud y el nivel trófico provocaron cambios y determinaron la composición de especies de los sistemas bajo estudio. La diversidad varió significativamente, en relación a estos efectos.
- ◆ El número de registros puede ser ampliado conforme se lleven a cabo estudios más exhaustivos y extensos. Es así que todos aquéllos sistemas del grupo intermedio (II) ocuparon una posición que refleja realmente su estado de conservación.
- ◆ Estos cambios se reflejaron también por los parámetros físicos y químicos.
- ◆ Un estudio completo para la caracterización de cualquier sistema debe incluir la biota y una evaluación del medio ambiente a través de los parámetros físicos y químicos.

## RECOMENDACIONES

- \* La diversidad de especies de rotíferos no sólo esta conformada por organismos plácticos, sino también por especies bénticas (que viven fijas a un sustrato y a vegetación sumergida) y especies contráctiles que no son fáciles de reconocer; por lo que se recomienda poner atención a la fauna litoral y estudiar organismos *in vivo*.
- \* Se recomienda estudiar mejor los cuerpos de agua continentales, intensificando y mejorando las técnicas de muestreo para tener mayor número de organismos, y por tanto una mejor representatividad de la fauna existente.
- \* Es importante acompañar los estudios sobre rotíferos con las mediciones de los parámetros físicos y químicos, pues, además de la biota acompañante, estos pueden influir sobre la composición de las especies y sus poblaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- Alcocer, J. y E. Escobar, 1996. Limnological regionalization of Mexico. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 2: 55-69.
- Alhstrom, E.H., 1932. Plankton Rotaria from Mexico. Trans. Amer. Microscop. Soc. 51: 242-251.
- Alhstrom, E.H., 1940. A revision of the Rotarian Genera Brachionus and Platyas with descriptions of one new species and two new varieties. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. LXXVII (3): 143-184.
- APHA, AWWA, WPCF, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition. USA. 3-23, 194-195, 388 y 402-403 pp.
- Arredondo, J. y A. Flóres, 1992. Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. Hidrobiológica. 3/4: 1-10.
- Barnes, R., 1980. Invertebrate Zoology. 4th edition. Ed. Saunders College. USA. 272-274 pp.
- Brehm, V., 1932. Notizen zur Süsswässerfauna Guatemalas und Mexikos. Zool. Anz. 99: 63-66.
- Carlin-Nilson., 1935. Rotarien aus Mexico. Kungl. Fysiog. Sällsk. Lund. Föreläsning. 5: 175-185.
- Cervantes, M.A. y M. Gutiérrez, 1996. Cladóceros del Estado de México, aportaciones sobre biología y sistemática. Tesis de Licenciatura. UNAM, Campus Iztacala. 91 pp.
- Cole, G.A., 1979. Textbook of limnology. 2nd edition. Ed. The C.V. Mosby Company. 45-46, 49-52 pp.
- Collado, C., C.H. Fernando y D. Sephton, 1984. The freshwater zooplankton of Central America and the Caribbean. Hydrobiologia. 113: 105-119.
- De Paggi, S.J. y W. Koste, 1995. Additions to the Checklist of Rotifers of the Superorder Monogononta Recorded from Neotropis. Int. Revue ges. Hydrobiol. 80(1): 133-140.
- De Ridder, M., 1981. Some considerations on the geographical distribution of rotifers. Hydrobiologia. 85: 209-225.

De Smet, W.H. y R. Pourriot, 1997. Rotifera: The Dicranophoridae and the Ituridae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Volume 5. SPB. Academic Publishing. 344 pp.

Dumont, H.J., 1983. Biogeography of rotifers. Hydrobiologia. 104: 19-30.

Dumont, H. y H. Segers, 1996. Estimating lacustrine zooplankton species richness and complementarity. Hydrobiologia. 341: 125-132.

Edmondson, W.T., 1959. Rotifera. Freshwater Biology Ward. Chap 18. 421-489 pp.

Escobar, N.A., 1986. Geografía general del estado de Quintana Roo. 2a edición. Ed. Gales. Mérida. Yuc. México. 140 pp.

Flores, F.J. y J. Martínez, 1993. Comparative limnology of three reservoirs on the Mexican altiplano (a transition zone), Aguascalientes, Mexico. Trop. Freshw. Biol. 3: 319-329.

Harring y Myers, 1926. The Rotifer Fauna of Wisconsin III. A revision of the genera *Lecane* and *Monostyla*. Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts and Letters. Vol. XXII. 341-342, 346-347, 369-370.

Havens, K.E., 1991. The importance of rotiferan and crustacean zooplankton as grazers of algal productivity in a freshwater estuary. Arch. Hydrobiol. 122(1): 1-22.

Hoffmann, C.C. y A. Sámano, 1938a. Los criaderos invernales de *Anopheles pseudopunctipennis* en el estado de Oaxaca. Ann. Inst. Biol. 181-191.

Hoffmann, C.C. y A. Sámano, 1938b. Nota acerca de los criaderos invernales de *Anopheles albimanus* Wied., en los pantanos de Veracruz. Ann. Inst. Biol. 193-199.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1986. Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Tabasco. D.F. Méx. 116 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1991. Datos Básicos de la Geografía de México. 2a edición. México. 142 pp.

Koste, W., 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max. Vol 1 Textband. Voigt Überordnung Monogononta. Germany. 673 pp.

Koste, W., 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max. Vol 2 Tafelband. Voigt Überordnung Monogononta. Germany. 234 pp.

Koste,W. y S.J.De Paggi, 1982. Rotifera of the Superorder Monogononta recorded from Neotropis. Gewässer un Abwässer. 68/69: 71-102.

Koste,W., R.J.Shiel y M.A.Brock, 1983. Rotifera from Western Australian wetlands with descriptions of two new species. Hydrobiologia. 104: 9-17.

Koste,W. y R.J.Shiel, 1987. Rotifera from Australian Inland Waters II. Ephiphanidae and Brachiinidae (Rotifera, Monogononta). Invertebr.Taxon. 7: 949-1021.

Koste,W. y R.J.Shiel, 1989. Rotifera from Australian Inland Waters IV. Colurellidae (Rotifera, Monogononta). Trans.r.Soc.S.Aust. 113(3):119-143.

Koste,W. y R.J.Shiel, 1990.Rotifera from Australian Inland Waters V. Lecanidae (Rotifera Monogononta).Trans.r.Soc.S.Aust. 114(1): 1-36.

Koste,W. y K.Böttger, 1992. Rotatorien aus Gewässern Ecuadors II. Amazoniana. XII(2): 263-303.

Kutikova,L.A. y M.Silva-Briano, 1995. *Keratella mexicana sp. nov* a new planktonic rotifer from Aguascalientes. Mexico. Hydrobiologia. 00: 1-4.

Lewis,W.M., 1996. Tropical lakes: how latitude makes a difference. In Perspectives in Tropical Limnology. SPB Academic Publishing, Amsterdam, Netherlands. 43-64 pp.

Margalef,R., 1980. Ecología. Ed. Omega. España. 490-495, 503-505 pp.

Margalef,R., 1983. Limnología. Ed Omega. España. 957, 1010 pp.

Mc Cune,B. y M.J.Mefford, 1997. Multivariate Analysis of Ecological Data. PC-Ord for Windows. Vers. 3.20. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon. USA.

Nogrady,T., R.L.Wallace y T.W.Snell, 1993. Rotifera. Biology, Ecology and Sistematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. 4. SPB Academic Publishing, Netherlands. 142 pp.

Nogrady,T., R.Pourriot y H.Segers, 1995. Rotifera: The Notommatidae and the Scardiidae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Volume 3. SPB Academic Publishing, Netherlands. 248 pp.

Örstan,A., 1995. A new species of bdelloid rotifer from Sonora. Mexico. The Southwestern Naturalist. 40(3): 255-258.

Osorio-Tafall,B.F., 1942. Rotiferos planctónicos de México I, II y III. Rev.Soc.Mex.Hist.Nat. 3(1-4): 23-79.

Osorio-Tafall, B.F., 1943. Observaciones sobre la fauna acuática de la cuevas de la región de Valles, San Luis Potosí, México. Rev.Soc.Mex.Hist.Nat. 1-2: 43-57.

Pourriot, R., 1982. Rotifera. In: Hurlbert, S.H & A. Villalobos-Figueroa. Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. University of San Diego Press. USA. 140-143 pp.

Pourriot, R., 1996. Rotifers from Petit Saut reservoir (French Guyana), with the description of a new taxon. Hydrobiologia. 331: 43-52.

Rico, M.R. y M. Silva-Briano, 1993. Contribution to the Knowledge of the Rotifera of Mexico. Hydrobiologia. 255/256: 467-474.

Rico, M.R. y T.W. Snell, 1996. Characteristics of the mate-recognition pheromone in *Brachionus plicatilis* (Rotifera). Mar.Fresh.Behav.Physiol. 27(2-3): 143-151.

Rioja, E., 1940. Observaciones acerca del plancton del lago de Pátzcuaro. Ann.Inst.Biol. México. XI(2): 417-425.

Rioja, E., 1942. Estudios hidrobiológicos VIII. Observaciones acerca del plancton de la laguna de San Felipe Xochiltepec. Puebla. Ann.Inst.Biol. México. 13(2): 519-526.

Ruttner-Kolisko, A., 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Ed. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 144 pp.

Sámamo, B.A., 1931. Contribución al conocimiento de la fauna de los rotíferos de México. Ann.Inst.Biol. México. 2: 157-163.

Sámamo, B.A., 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan .Hidalgo III. Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de aguas de Actopan y lugares vecinos. Ann.Inst.Biol. México. 7: 269-270.

Sanoamuang, La-Osri., 1993. Comparative studies on scanning electron microscopy of trophi of the genus *Filinia* Bory De St. Vincent (Rotifera). Hydrobiologia. 264: 115-128.

Sarma, S.S.S., 1996. Zooplankton de las aguas epicontinentales de México. Manual de Zoología. UNAM, Campus Iztacala.

Sarma, S.S.S., M. Elías y C.R. Serranía, 1996. Rotifers from high altitude crater-lakes at Nevado de Toluca Volcano, Mexico. Hidrobiológica. 6(1-2): 33-38.

Sarma, S.S.S. y M. Elías, 1997. Taxonomic studies of freshwater rotifers (Rotifera) from Mexico. Pol.Arch.Hydrobiol. 44(3): 341-357.

- Sarma,S.S.S. y M.Eliás, 1998. Rotifer diversity in a central Mexican pond. Hydrobiologia. 387/388: 47-54.
- Sarma,S.S.S. y M.Eliás, 1999. A survey on the rotifer (Rotifera) fauna of the Yucatan Peninsula (Mexico). Rev. Biol. Trop. 47 (suplemento 1): 191-200.
- Segers,H., 1992. Introduction to the practice of identifying Rotifera. 3th edition. Ed. Universiteit Gent. Internacionaal Trainig Course. Belgium. 49 pp.
- Segers,H. y S.S.S.Sarma, 1993. Notes on some new or little known Rotifera from Brazil. Rev. Hydrobiol. trop. 26(3): 175-185.
- Segers,H., 1994-1995. Zoogeography of littoral rotifera, with special reference to the Lecanidae. Part I. Universiteit Gent Fakuliteit van de Wetenschappen. SPB Academic Publishing. Belgium. 198 pp.
- Segers,H., 1994-1995. Zoogeography of littoral rotifera, with special reference to the Lecanidae. Part II. Morphology and Taxonomy of Lecane. Universiteit Gent Fakuliteit van de Wetenschappen. SPB Academic Publishing. Belgium. 226 pp.
- Serranía,C.R., 1996. Diversidad de rotíferos monogonontos en algunos sistemas acuáticos del Estado de México. Tesis de Licenciatura. UNAM, Campus Iztacala. 74 pp.
- Silva-Briano,M. y H.Segers, 1992. Una nueva especie del género *Brachionus* (Rotifera, Monogononta) del estado de Aguascalientes. México. Hydrobiol.Trop. 24(4): 283-285.
- Sládeček,V., 1983. Rotifers as indicators of water quality. Hydrobiologia. 100: 169-201.
- Storer,T. y R.L.Usinger, 1980. Zoología General. 5a edición. Ed. Omega. España. 417-420 pp.
- Suárez,E., A.Vázquez y M.E.Solis, 1991. Variaciones espacio-temporales de distribución y abundancia de rotíferos planctónicos en la presa J.A.Alzate. México.Durante un ciclo anual. Ann.Inst.Cien.Mar.Limnol. 18(2): 2217-227.
- Suárez,E., A.Vázquez y M.E.Solis, 1993. On the zooplakton community of a Mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. Hidrobiológica. 3(1-2): 71-80.
- Toledo,V., 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo. México. 81: 17-30.
- Uéno,M., 1939. Zooplankton of lago de Patzcuaro, Mexico. Annot.Zool.Japanenses. XVIII: 105-114.

Uicab-Sabido,R.A., 1998. Análisis de la composición de rotíferos de tres cenotes del noreste del estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma de Yucatán. Merida, México. 87 pp.

Vilaclara,G. y V.Sládecek, 1989. Mexican rotifers as indicators of water quality with description of *Collotheca riverai* sp. Arch.Hydrobiol. 115(2): 257-263.

## TABLAS

**TABLA 1.-** Lista de localidades pertenecientes al altiplano mexicano y el estado al que pertenecen.

<b>LOCALIDADES</b>	<b>ALTITUD (msnm)</b>	<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>
EL CAPULIN (Hgo)	1885	20°28'09" N 99°43'30" W
SAN SEBASTIAN (Hgo)	2247	20°18'06" N 99°42'19" W
LA SAUCEDA (Gto)	2104	21°29'10" N 100°43'29" W
KM 89 (Gto)	2064	21°18'18" N 100°35'50" W
TEQUISQUIAPAN (Qro)	1903	20°32'28" N 99°54'03" W
BORDO BLANCO (Qro)	2136	20°29'30" N 99°55' 46" W
ZARAGOZA (SLP)	2013	22°01'49" N 100°45'29" W
HUATEPANGO 1 (SLP)	410	21°21'50" N 98°41'33" W
HUATEPANGO 2 (SLP)	410	21°21'50" N 98°41'33" W

**TABLA 2.-** Lista de localidades pertenecientes a la Península de Yucatán (Q.Roo). Todas las localidades de esta región se encuentran a una altura media que va de 0-10 msnm.

<b>LOCALIDADES</b>	<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>
LAGUNA KANA	19°29'49" N 88°23'79" W
LAGUNA CHUNYAXCHE	20°02'28" N 87°35'12" W
LAGUNA BACALAR	18°36'26" N 88°25'32" W
MINICENOTE	19°36' 22" N 87°59'19" W
CENOTE EL AVISPERO	19°55'40" N 87°18'15" W
CENOTE SIN NOMBRE	19°28'14" N 88°01'17" W
CENOTE AZUL	18°38'48" N 88°24'48" W
LAGUNA 1	18°29'56" N 88°23'39" W
LAGUNA 2	18°29'55" N 88°23'22" W
CANAL SUBTTE LOPEZ	18°29'58" N 88°23'50" W

**TABLA 3.-** Lista de localidades pertenecientes al sureste mexicano (Tabasco). Estas localidades se encuentran a una altura de 200 msnm.

LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRAFICAS
LAGUNA MATILLAS	17°53'46" N 92°31'20" W
KM 51	18°23'52" N 92°17'56" W
EI ESPINO	18°13'26" N 92°19'19" W

**TABLA 4.-** Familias: Brachionidae, Euchlanidae y Mytilinidae. Especies de rotíferos encontrados en las localidades a:El Capulín, b:San Sebastián, c:La Sauceda, d:Bordo Blanco, e:Tequisquiapan, f:Km 89, g:Zaragoza, h:Huatepango 1, i:Huatepango 2; pertenecientes al altiplano mexicano y j:Matillas, k:Km 51, l:El Espino, m:Kaná, n:Chunyahché, ñ:Bacalar, o:Minicenote, p:El Avispero, q:Cenote sin nombre, r:Cenote Azul, s:Laguna 1, t:Laguna 2, u:Canal subttte. Lopez; pertenecientes a las planicies del sureste mexicano. (X) presencia de especies en el sistema.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u
Phylum ROTIFERA																						
Clase MONOGONONTA																						
Orden PLOIMIDA																						
Familia BRACHIONIDAE																						
<i>Brachionus angularis</i>							x	x														
<i>B. bidentatus</i>	x				x					x												
<i>B. calyciflorus</i>					x																	
<i>B. falcatus</i>													x			x						
<i>B. havanaensis</i>								x		x			x					x				x
<i>B. patulus</i>			x						x	x	x		x	x		x						
<i>B. patulus macrachantus</i>											x	x										
<i>B. quadridentatus</i>	x				x			x	x	x												
<i>B. urceolaris</i>		x						x	x													
<i>Keratella americana</i>													x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>K. cochlearis</i>		x	x								x											
<i>K. mexicana</i>					x																	
<i>K. tropica</i>	x				x																	
<i>Platyas quadricornis</i>		x	x					x	x			x										
Familia EUCHLANIDAE																						
<i>Dipleuchlanis propatula</i>									x							x						
<i>Euchlanis dilatata</i>			x	x				x			x			x								
<i>E. incisa</i>										x	x											
<i>E. sp.</i>													x					x			x	
<i>Tripleuchlanis plicata</i>													x	x				x				
Familia MYTILINIDAE																						
<i>Lophocharis salpina</i>			x																			
<i>Mytilina acantophora</i>												x										
<i>M. ventralis</i>								x			x			x					x			x

TABLE 5.- Familias: Trichotriidae, Colurellidae, Lecanidae. La referencia de los sistemas se encuentra en la Tabla I. (X) presencia de la especie en el sistema. (\*) nuevos registros.

Familia TRICHOTRIIDAE	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u
<i>Macrochaetus longipes</i>													x	x	x	x		x		x		
<i>Wolga spinifera</i>							x															
Familia COLURELLIDAE																						
<i>Colurella adriatica</i>											x	x										
<i>C. obtusa</i>										x	x	x	x									
<i>C. sulcata</i> *															x							
<i>Lepadella cyrtopus</i> *											x	x										
<i>L. apsidea</i>										x												
<i>L. donneri</i>									x	x	x	x										
<i>L. heterostyla</i>													x	x		x					x	
<i>L. latusinus</i>										x												
<i>L. ovalis</i>										x												
<i>L. patella</i>										x				x			x					x
<i>L. rhomboides</i>			x	x						x	x	x		x								
<i>L. triptera</i>													x									
Familia LECANIDAE																						
<i>Lecane arcula</i>											x		x	x		x	x	x				x
<i>L. bulla</i>				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
<i>L. closterocerca</i>										x		x		x			x					
<i>L. cornuta</i>									x	x	x	x	x			x	x					x
<i>L. crepida</i>													x	x	x	x			x			x
<i>L. curvicornis</i>								x		x	x	x	x	x					x			
<i>L. doryssa</i>										x		x										
<i>L. elsa</i>				x			x															
<i>L. cf grandis</i>																					x	
<i>Lecane hamata</i>										x	x	x		x			x					

TABLA 6.- Familias Lecanidae (continuación), y Lindiidae. La referencia de los sistemas se encuentra en la Tabla I. (X) presencia de especies en el sistema. (\*) nuevos registros.

Familia LECANIDAE	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	
<i>L. hornemanni</i>											x		x	x		x		x					x
<i>L. inopinata</i>											x												
<i>L. leontina</i>										x	x								x		x		x
<i>L. ludwigii</i>			x						x	x	x			x		x							
<i>L. luna</i>		x		x					x		x			x					x				
<i>L. lunaris</i>								x					x	x	x	x			x		x		x
<i>L. margarethae</i>													x	x									
<i>L. monostyla</i>														x					x				x
<i>L. nana</i>													x										
<i>L. obtusa</i>													x	x		x			x				
<i>L. papuana</i>								x	x	x													
<i>L. punctata</i>													x	x									
<i>L. pyriformis</i>			x																				
<i>L. quadridentata</i>			x							x	x			x		x	x						
<i>L. rhenana</i>													x		x								
<i>L. rhytida</i> *										x		x											
<i>L. ruttneri</i>											x												
<i>L. signifera</i>										x			x	x								x	
<i>L. spinulifera</i>													x	x	x				x			x	x
<i>L. stichaea</i> var. <i>Amazonica</i>										x													
<i>L. tenuiseta</i> var. <i>Punctata</i>										x				x									
<i>L. thalera</i>														x								x	
<i>L. uenoi</i>													x	x								x	
<i>L. unguitata</i>				x																			
<i>L. ungulata</i>											x												
Familia LINDIIDAE																							
<i>Lindia torulosa</i>															x								

**TABLA 7.-** Familias: Notommatidae, Trichocercidae, Gastropodidae, Synchaetidae y Asplanchnidae. La referencia de los sistemas esta resumida en la Tabla I. (X) presencia de especies en el sistema.

Familia NOTOMMATIDAE	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	
<i>Cephalodella forficula</i>										x	x	x											
<i>C. gibba</i>			x																				
<i>C. sp</i>										x				x									
<i>Eosphora anthadis</i>										x													
<i>Notommata falcinella</i>																		x					
<i>Scaridium longicaudum</i>											x												
Familia TRICHCERCIDAE																							
<i>Trichocerca bicristata</i>											x	x											
<i>T. brachyura</i>									x		x												
<i>T. capucina</i>																				x			
<i>T. elongata</i>											x												
<i>T. iernis</i>										x													
<i>T. similis</i>											x	x											
<i>T. tenuior</i>											x	x		x									
<i>T. weberi</i>												x						x					
<i>T. sp</i>																						x	
Familia GASTROPODIDAE																							
<i>Ascomorpha sp</i>																							x
Familia SYNCHAETIDAE																							
<i>Polyarthra dolichoptera</i>									x	x													
<i>P. vulgaris</i>												x		x									
Familia ASPLANCHNIDAE																							
<i>Asplanchna girodi</i>				x																			
<i>A. sieboldi</i>				x																			

TABLA 8.- Familias Dicranophoridae, Testudinellidae, Flosculariidae, Hexarthridae, Filiinidae y Collotheceidae. La referencia de los sistemas esta resumida en la Tabla I. (X) presencia de especies en el sistema. (\*) nuevos registros.

Familia DICRANOPHORIDAE	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u
<i>Dicranophorus caudatus</i>						x			x													
<i>D. forcipatus</i>				x				x														
<i>D. grandis</i>										x	x			x								
<i>D. sp</i>												x										
Familia TESTUDINELLIDAE																						
<i>Testudinella emarginula</i>										x												
<i>T. mucronata</i>									x	x	x											
<i>T. patina</i>			x						x	x							x					
Familia FLOSCULARIIDAE																						
<i>Pygura sp1</i>													x	x				x				x
<i>P. sp2</i>										x												
<i>P. sp3</i>																						
<i>Sinantheria semibullata</i>		x																				
<i>S. sp</i>					x			x	x													
Familia HEXARTHRIIDAE																						
<i>Hexarthra cf fennica</i>																		x				
<i>H. intermedia</i>													x							x	x	
<i>H. mira</i>		x																				
<i>H. oxyuris</i>																					x	
Familia FILIINIDAE																						
<i>Filinia longiseta</i>					x					x												
<i>F. terminalis</i>	x	x									x										x	x
Familia COLLOTHECIDAE																						
<i>Collothecha ornata *</i>														x								
<i>C. sp</i>															x							
Clase DIGONONTA																						
Orden BDELLOIDEA																						
<i>Dissotrocha aculeata</i>																						x

**TABLA 9.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en Laguna Kaná y Chunyaxché en el mes de mayo de 1997. En ambos sistemas se tomó una muestra litoral y una limnética.

PARAMETROS	LAGUNA KANA		LAGUNA CHUNYAXCHE	
	LITORAL	LIMNETICA	LITORAL	LIMNETICA
FECHA DE MUESTREO	2/5/97	2/5/97	30/5/97	30/5/97
PROFUNDIDAD (m)	0.20	4.0	0.20	14.09
TRANSPARENCIA (m)	0.20	2.41	0.20	4.5
TEMP. DEL AGUA (°C)	31.2	30.5	31.3	30.4
pH	9.1	9.2	7.97	7.75
ALCALINIDAD (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	530	496	144	158
OXIGENO (mg/l)	4.32	4.0	16.86	2.27

**TABLA 10.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en la Laguna de Bacalar en el mes de agosto de 1997, aquí se tomaron dos muestras limnéticas y en el Minicenote en el mes de mayo de 1997, aquí se tomó una muestra de superficie y fondo.

PARAMETROS	LAGUNA DE BACALAR		MINICENOTE	
	LIMNETICA	LIMNETICA	SUPERFICIE	FONDO
FECHA DE MUESTREO	20/8/97	20/8/97	3/5/97	3/5/97
PROFUNDIDAD (m)	8.3	16.57	--	39
TRANSPARENCIA (m)	3.60	5.89	5.73	5.73
TEMP. DEL AGUA (°C)	31	30.2	30.2	27.1
pH	7.29	7.64	7.53	7.0
ALCALINIDAD (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	204	92	506	862
OXIGENO (mg/l)	4.08	6.24	5.22	0.43

**TABLA 11.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en los cenotes El Avispero y Cenote sin nombre durante el mes de mayo de 1997. En ambos sistemas se tomaron dos muestras limnéticas (superficie y fondo).

PARAMETROS	CENOTE EL AVISPERO		CENOTE SIN NOMBRE	
	SUPERFICIE	FONDO	SUPERFICIE	FONDO
FECHA DE MUESTREO	29/5/97	29/5/97	28/5/97	28/5/97
PROFUNDIDAD (m)	--	27.7	--	10.5
TRANSPARENCIA (m)	4.16	4.16	2.57	2.57
TEMP. DEL AGUA (°C)	26.8	26.4	32.5	31.6
pH	6.8	6.63	7.56	7.44
ALCALINIDAD (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	46	50	288	288
OXIGENO (mg/l)	1.63	0.54	4.03	2.93

**TABLA 12.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos de las Lagunas 1 y 2 (subteniente López), en el mes de septiembre de 1998. En ambas localidades se tomó una sola muestra limnética.

PARAMETROS	LAGUNA 1	LAGUNA 2
FECHA DE MUESTREO	29/9/98	29/9/98
PROFUNDIDAD (m)	10.56	10.83
TRANSPARENCIA (m)	3.51	3.17
TEMP. DEL AGUA (°C)	31.9	31.9
PH	8.02	8.02
OXIGENO (mg/l)	6.7	2.4

**TABLA 13.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en el Canal en Subtte. López en el mes de septiembre de 1998 y obtenidos del Cenote Azul en el mes de agosto de 1997. En las dos localidades las muestras fueron limnéticas.

PARAMETROS	CANAL SUBTTE LOPEZ		CENOTE AZUL	
	29/9/98		20/8/97	20/8/97
FECHA DE MUESTREO	29/9/98		20/8/97	20/8/97
PROFUNDIDAD (m)	1.85		66.7	--
TRANSPARENCIA (m)	1.85		7.67	--
TEMP. DEL AGUA (°C)	31.5		31.8	28.8
pH	7.33		7.53	6.88
ALCALINIDAD (mgCaCO3/l)	--		216	254
OXIGENO (mg/l)	2.4		3.51	0.98

**TABLA 14.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en Laguna Matillas, Km 51 y El Espino en el mes de enero de 1998. En los tres sistemas se tomó una sola muestra litoral.

PARAMETROS	L.MATILLAS	KM 51	EL ESPINO
FECHA DE MUESTREO	12/1/98	13/1/98	13/1/98
PROFUNDIDAD (m)	1.24	0.71	1.05
TRANSPARENCIA (m)	0.66	0.22	0.05
TEMP. DEL AGUA (°C)	27	27.2	28.1
pH	6.32	6.65	6.54
OXIGENO (mg/l)	7.2	--	12.5

**TABLA 15.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en los charcos El Capulín y San Sebastián en el mes de octubre de 1996. En ambas localidades se tomó una muestra litoral.

PARAMETROS	EL CAPULIN	SAN SEBASTIAN
FECHA DE MUESTREO	1/10/96	1/10/96
PROFUNDIDAD (m)	0.98	0.25
TRANSPARENCIA (m)	0.20	0.08
TEMP. DEL AGUA (°C)	22	16
pH	7.97	7.38
CONDUCTIVIDAD ( $\mu\text{S/cm}$ )	110	150
ALCALINIDAD ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )	112	134
DUREZA ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )	64.68	96.04
OXIGENO ( $\text{mg/l}$ )	4.2	4.2

**TABLA 16.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en los charcos La Sauceda y Bordo Blanco en el mes de noviembre de 1996. En las dos localidades se colectó una muestra litoral.

PARAMETROS	LA SAUCEDA	BORDO BLANCO
FECHA DE MUESTREO	29/11/96	26/11/96
PROFUNDIDAD (m)	1.2	0.73
TRANSPARENCIA (m)	0.17	0.49
TEMP. DEL AGUA (°C)	15	14
pH	7.37	6.85
CONDUCTIVIDAD ( $\mu\text{S/cm}$ )	120	160
ALCALINIDAD ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )	56	190
DUREZA ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )	45.08	62.72
OXIGENO ( $\text{mg/l}$ )	7.8	6.4

**TABLA 17.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos de los charcos en Tequisquiapan y Km 89 en el mes de noviembre de 1996. En ambos sistemas se colectó una sola muestra litoral.

PARAMETROS	TEQUISQUIAPAN	KM 89
FECHA DE MUESTREO	26/11/96	29/11/96
PROFUNDIDAD (m)	0.94	2.84
TRANSPARENCIA (m)	0.23	0.03
TEMP. DEL AGUA (°C)	15	17
PH	8.03	7.27
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	150	110
ALCALINIDAD (mgCaCO3/l)	238	48
DUREZA (mgCaCO3/l)	96.04	41.16
OXIGENO (mg/l)	7.2	7.6

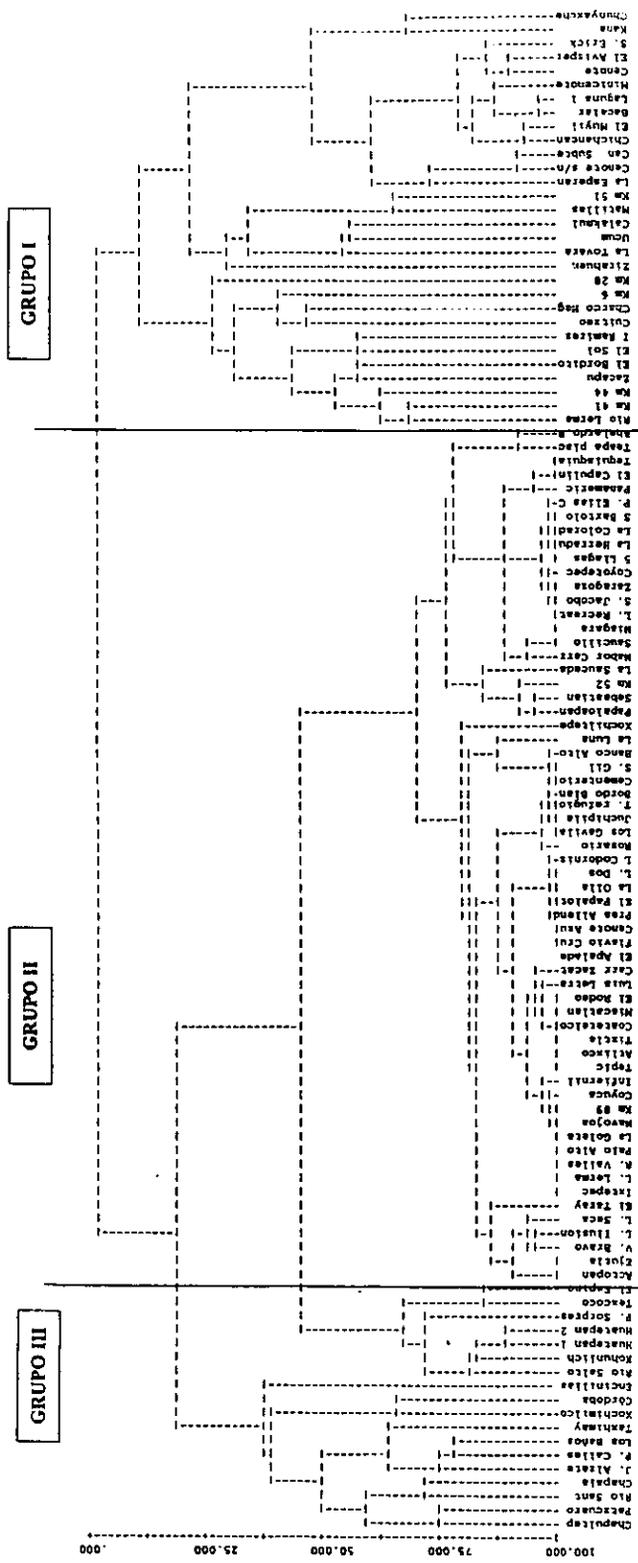
**TABLA 18.-** Valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en las localidades Zaragoza y Huatepango 1 y 2 en los meses de febrero y septiembre de 1996. En los tres sistemas se tomó una sola muestra litoral.

PARAMETROS	ZARAGOZA	HUATEPANGO 1	HUATEPANGO 2
FECHA DE MUESTREO	29/09/96	19/02/96	19/02/96
PROFUNDIDAD (m)	0.03	0.09	0.92
TRANSPARENCIA (m)	0.04	0.27	0.50
TEMP. DEL AGUA (°C)	19	23	24
PH	8.4	7.58	7.52
CONDUCTIVIDAD µS/cm	410	--	--
ALCALINIDAD (mgCaCO3/l)	222	--	--
DUREZA (mgCaCO3/l)	156.8	--	--
OXIGENO (mg/l)	8.6	4.6	4.6

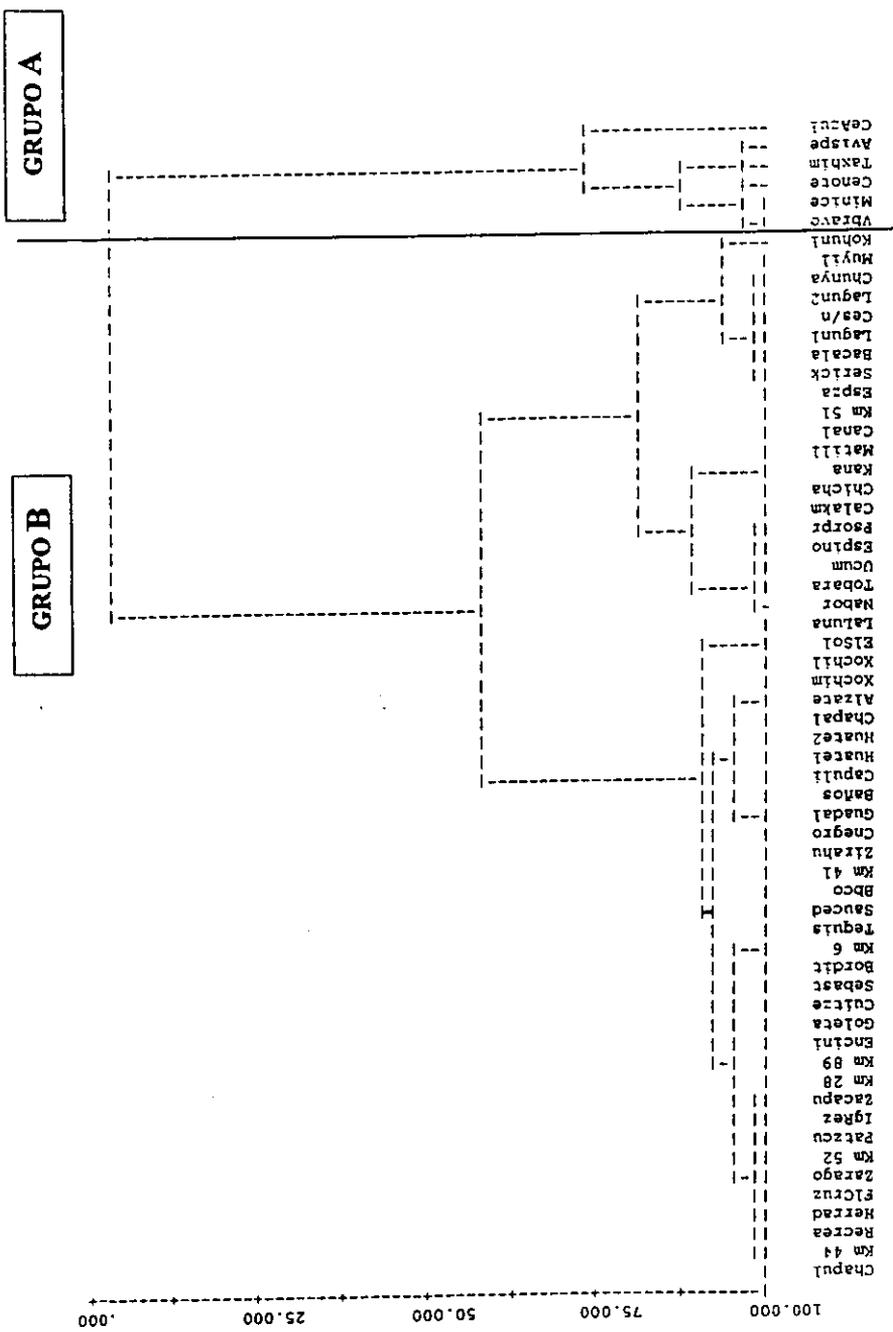
**Tabla 19.- Estudios taxonómicos sobre rotíferos en México.**

<b>LOCALIDADES</b>	
Chapultepec	Sámamo,(1931), Osorio (1942), Vilaclara y Sládecek (1989), Rico y Silva (1993).
Xochimilco	Sámamo (1931), Carlin-Nilson (1935), Osorio (1942), Vilaclara y Sládecek (1989)
Ríos Salto	Alhstrom (1932).
Rfo Santiago	Alhstrom (1932).
Río Lerma	Alhstrom (1932).
Texcoco	Carlin-Nilson (1935), Osorio (1942).
Córdoba	Carlin-Nilson (1935).
Actopan	Sámamo (1936).
Ixtepec	Hoffman y Sámamo (1938).
Ejutla	Hoffman y Sámamo (1938).
El Infiernillo	Hoffman y Sámamo (1938).
Pátzcuaro	Brehm (1932), Uéno (1939), Rioja (1940), Osorio (1942), Rico y Silva (1993).
Sn. Fpe. Xochiltepec	Rioja (1942).
Laguna Lerma	Osorio (1942)
Zirahuen	Osorio (1942), Rico y Silva (1993).
Chapala	Osorio (1942), Rico y Silva (1993).
Tepic	Osorio (1942)
Guadalajara	Osorio (1942)
El Rodeo	Osorio (1942)
Coatetelco	Osorio (1942)
Temixco	Osorio (1942)
Miacatlán	Osorio (1942)
Navojoa	Osorio (1942)
Atlixco	Osorio (1942)
Tixtla	Osorio (1942)
Coyuca	Osorio (1942)
Río Valles	Osorio (1942)
Papaloapan	Osorio (1942)
Sto. Domingo	Osorio (1942)
Nabor Carrillo	Vilaclara y Sládecek (1989).
Lago Recreativo	Vilaclara y Sládecek (1989).
Valle de Bravo	Vilaclara y Sládecek (1989).
Coyotepec	Vilaclara y Sládecek (1989).
Rosario	Vilaclara y Sládecek (1989).
J.A. Alzate	Suárez <i>et al</i> (1991, 1993), Sarma y Elías (1997).
C. Panamericana 45	Silva y Segers (1992).
Laguna de Ilusiones	Rico y Silva (1993).
Cuitzeo	Rico y Silva (1993), Sarma (1996).
Sn. Luis de Letras	Rico y Silva (1993).
Los Gavilanes	Rico y Silva (1993).
Juchipila	Rico y Silva (1993).
El Apaladero	Rico y Silva (1993).
Casa Azul	Rico y Silva (1993).
Teapa Piscifactory	Rico y Silva (1993).
Charco del Cementerio	Rico y Silva (1993).

Las Cinco Llagas	Rico y Silva (1993).
La Colorada	Rico y Silva (1993).
San Gil	Rico y Silva (1993).
Plutarco E. Calles	Rico y Silva (1993).
San Bartolo	Rico y Silva (1993).
Carretera a Zacatecas	Rico y Silva (1993).
Rancho Sn. Jacobo	Rico y Silva (1993).
Laguna Seca	Rico y Silva (1993).
Cerro Banco Alto	Rico y Silva (1993).
La Herradura	Rico y Silva (1993).
Flavio Cruz	Rico y Silva (1993).
Presa de la Olla	Rico y Silva (1993).
Presa Allende	Rico y Silva (1993).
El Papalote	Rico y Silva (1993).
Tanque el Refugio	Rico y Silva (1993).
Abelardo Rodríguez	Rico y Silva (1993).
Presidente Calles	Rico y Silva (1993, Flores <i>et al</i> (1993).
El Taray	Rico y Silva (1993).
La Codorniz	Rico y Silva (1993).
Saucillo	Flores <i>et al</i> (1993).
Niagara	Flores <i>et al</i> (1993).
Km 41	Sarma (1996), Serranía(1996).
Km 6	Sarma (1996).
Km 44	Sarma (1996).
Km 52	Sarma (1996).
Km 28	Serranía (1996), Sarma y Elías (1998).
Zacapu	Sarma (1996).
El Bordito	Sarma (1996).
Palo Alto	Kutikova y Silva (1995).
El Sol	Sarma <i>et al</i> (1996).
La Luna	Sarma <i>et al</i> (1996).
Los Baños	Serranía (1996), Sarma y Elías (1997).
Charco Negro	Serranía (1996), Sarma y Elías (1997).
Encinillas	Serranía (1996), Sarma y Elías (1997).
Taxhimay	Serranía (1996).
Ignacio Ramírez	Serranía (1996), Sarma y Elías (1997).
La Tobara	Sarma y Elías (1997).
La Goleta	Sarma y Elías (1997).
Laguna la Esperanza	Sarma y Elías (1999).
Chichancanab	Sarma y Elías (1999).
Kaná	Sarma y Elías (1999).
Chunyaxché	Sarma y Elías (1999).
Puente Sorpresas	Sarma y Elías (1999).
Ucum	Sarma y Elías (1999).
Calakmul	Sarma y Elías (1999).
Cenote	Sarma y Elías (1999).
El Muyil	Sarma y Elías (1999).
El Avispero	Sarma y Elías (1999).
San Erick	Sarma y Elías (1999).
Kohunlich	Sarma y Elías (1999).



Gráfica 1.- Dendrograma de disimilitud entre las localidades y las especies de rotíferos. Se utilizaron datos obtenidos de fuentes bibliográficas y los generados en este trabajo.



Gráfica 2.- Dendrograma de disimilitud entre las localidades y los parámetros físicos y químicos.

## CLAVE DE IDENTIFICACION PARA ROTIFEROS (ROTIFERA, MONOGONONTA)

El trophi de los rotíferos tiene gran importancia taxonómica. Esta hecho de quitina con escleroproteínas. En plano frontal tiene un fulcrum no pareado y otras tres estructuras pareadas, el ramus, el uncus y el manubrio. Todas estas estructuras están modificadas en las diferentes familias de rotíferos.

- Trophi maleoramado, corona con trocos..... *Orden Flosculariaceae.*  
(ver anexo 1)
- Trophi uncinado (ver anexo 1), corona modificada a manera de embudo con setas; generalmente sésiles..... *Orden Collothecaceae.*
- Trophi distinto del maleoramado y uncinado, cuerpo de formas muy variables..... *Orden Ploimida.*

### Orden COLLOTHECACEAE

#### Familia Collothecidae

Corona que presenta lóbulos o tentáculos que tienen largas setas o cilios.

#### *Collotheca ornata*

Corona con 5 tentáculos cortos, con setas largas, no presenta cilios cortos entre las setas; pie del doble del cuerpo, el cuerpo es un tanto elongado.

### Orden FLOSCULARIACEAE

#### Clave para Familias.

1. - Cuerpo loricado, redondeado a elíptico..... *Testudinellidae.*
  - Cuerpo iloricado..... 2.
2. - Pie presente, organismos sésiles, corona con lóbulos.....*Flosculariidae.*
  - Pie ausente..... 3.
3. - Cuerpo con seis apéndices, semejantes a brazos ..... *Hexarthriidae.*
  - Cuerpo con dos setas ateriores y 0-2 setas posteriores ... *Filiniidae.*

#### Familia Testudinellidae

#### Género *Testudinella*

Cuerpo loricado, lórica circular a elíptica, dorsoventralmente aplanada, muy transparente; la apertura del pie se abre en la lórica ventral: a la mitad del cuerpo, más posterior o terminal; pie anillado, terminando en una banda de cilios, trophi maleoramado.

### Clave de Especies del Género *Testudinella*

1. - Apertura del pie redondeada, casi a la mitad de la lórica..... 2.  
- Apertura del pie subdistal o terminal, a manera de hendidura..... *T. emarginula*.
2. - Apertura de la cabeza con una simple espina..... *T. mucronata*.  
- Apertura de la cabeza con pliegues o proyecciones superficiales..... *T. patina*.

### Familia Flosculariidae

#### Género *Sinatherina*.

Corona con 1 a 2 lóbulos, cordada sin proyecciones, organismos coloniales.

#### *Sinatherina semibullata*

Presenta 2 verrugas oscuras en la parte anterior del dorso.

### Familia Hexarthridae

#### Clave de Especies del Género *Hexarthra*

1. - Con un par de apéndices caudales presentes..... 2.  
- Sin tales apéndices..... 3.
2. - Dientes del unci fuertemente diferenciados..... *H. intermedia*.  
- Dientes del unci iguales..... *H. mira*.
3. - El cuerpo esta redondeado posteriormente, presenta de 6-8 pares de dientes en el unci..... *H. fennica*.  
- Cuerpo con una espina grande, afilada y curvada distalmente, con 6-8 pares de dientes en el unci..... *H. oxyurus*.

### Familia Filiniidae

#### Clave de Especies del Género *Filinia*

1. - Seta caudal rígida insertada a 15µm de la parte posterior del cuerpo y en la mayoría de los casos esta se localiza terminalmente; después de la preservación la punta de la seta caudal esta en posición posterior..... *F. terminalis*.

- Seta caudal móvil, insertada ventralmente más que terminalmente, su máxima distancia de la parte posterior es de 45µm; después de la preservación la seta caudal tiene la punta en posición más a la derecha.....*F. longiseta*.

## Orden PLOIMIDA

### Clave para Familias

1. - Cuerpo iloricado .....2.

- Cuerpo loricado. ....4.

2. - Trophi forcipado, forma del cuerpo frecuentemente vermiforme a cilíndrico, corona oval y ventral.....*Dicranophoridae*.

- Trophi cardado, manubrio bien desarrollado en forma de hoz, el rami presenta alulas..... *Lindiidae*.

- Trophi virgado... .....3.

- Trophi incudado.....*Asplanchnidae*.

(ver anexo 1)

3. - Corona apical, cuerpo con 4 grupos de 3 apéndices semejantes a remos, pie terminal o ausente, especies planctónicas, el manubrio presenta largas alas laterales.....*Synchaetidae*.

-Corona ventral, pie terminal, especies litorales..... *Notommatidae*.

4. - Trophi maleado..... 5.

- Trophi virgado, cuerpo cilíndrico o rechoncho, con pliegues característicos a partir de la contracción, tronco y dedos asimétricos..... *Trichocercidae*.

(ver anexo 1)

5. - Lórica de una sola pieza, no usualmente aplanada dorsoventralmente, lado anterior y posterior de la lórica generalmente con espinas..... *Brachionidae*.

- Lórica formada por placas separadas, con sulci o con membranas conectoras. Pie presente..... 6.

6. - Cabeza, cuerpo y pie loricados, lórica granulada, ocasionalmente con espinas largas en el cuerpo o pie, sin sulci longitudinal..... *Trichotriidae*.

- Lórica con sulci longitudinal..... 7.

7. - Sulci entre la placa dorsal y ventral..... 8.

- Sulci mediodorsal, medioventral o ambos..... 9.

8. - Placas dorsal y ventral conectadas por una lamela plegada, pie proyectado entre las placas..... *Euchlanidae*.  
 - Lórica dorsoventralmente aplanada, con placas dorsal y ventral bien diferenciadas, el pie se proyecta en la parte posterior de la placa ventral..... *Lecanidae*.
9. - Placas dorsal y ventral de la lórica fusionadas firmemente, presentan un sulcus dorsal..... *Mytilinidae*.  
 - Lórica con una apertura (sulcus) caudal profunda por donde se proyecta el pie..... *Colurellidae*.

### Clave para Géneros de la Familia Brachionidae

1. - Rotíferos sin pie, placa dorsal con facetas, con 6 espinas anteriores iguales, de 1-2 o sin espinas posteriores..... *Keratella*.  
 -Rotíferos con pie, sin facetas..... 2.
2. - Pie articulado, con dos dedos, lórica dorsoventralmente aplanada ....*Platyias*.  
 - Pie anillado, retractil, lórica no aplanada dorsoventralmente.....*Brachionus*.

### Clave de Especies del Género *Brachionus*

1. - Margen anterior ventral con 4 espinas conspicuas, el margen anterior dorsal con seis espinas conspicuas..... *B. patulus*.  
 - Margen anterior ventral más o menos ondulado, el margen anterior dorsal con seis espinas..... 2.
2. - Lórica de forma muy variable ornamentada, espinas postero-caudales de variable longitud o ausentes..... 3.  
 -Lórica de forma más o menos rectangular abombada lisa, espinas posteriores largas..... 4.
3. - Espinas anterolaterales más largas ..... *B. bidentatus*.  
 - Espinas anteromediales más largas..... *B. quadridentatus*.
4. - Margen dorsal anterior con 6 espinas..... 5.  
 - Margen dorsal anterior con 2-4 espinas..... 7.
5. - Apertura del pie con espinas puntiagudas..... 6.  
 - Apertura del pie sin espinas puntiagudas, apertura del pie terminal, con lórica suave..... *B. urceolaris*.
6. - Espinas anterosubmediales más largas, espinas postero-caudales largas dirigidas hacia adentro..... *B. falcatus*.

- Espinas anterolaterales más largas, espinas postero-caudales largas, más o menos paralelas y pueden ser asimétricas..... *B. havanaensis*.

7. - Dos espinas dorsales siempre presentes, submedias reducidas o ausentes, apertura del pie con espinas cortas..... *B. angularis*.

- Seis espinas dorsales de longitud variable plegadas..... *B. calyciflorus*.

### Clave para Especies del Género *Keratella*

1. - Espinas caudales presentes..... 2.

- Espinas caudales ausentes, faceta posteromedial larga en forma de lengua con arrugas longitudinales..... *K. mexicana*.

2. - Con una espina caudal..... 3.

- Con dos espinas caudales polimórficas en longitud..... *K. tropica*.

3. - Espina caudal corta, placa frontal media pentagonal, con una quilla o línea media recta, placas casi simétricas, lórica de superficie areolada... *K. cochlearis*.

- Espina caudal muy larga y rugosa, espinas anteriores laterales muy encorvadas hacia adentro, sin quilla media sobre la lórica..... *K. americana*.

### *Platyias quadricornis*

Esquinas anteriores laterales bien redondeadas; presenta dos espinas anteriores y dos espinas posteriores, con una lórica dura granulada con facetas en la parte dorsal; sin quilla debajo de la placa frontal trapezoidal, con una faceta pentagonal y debajo de esta dos facetas hexagonales, pie segmentado con dedos alargados y puntiagudos.

### Clave para Géneros de la Familia Euchlanidae

1. -Placa dorsal arqueada, cóncava; placa ventral más estrecha que arqueada..... *Dipleuchlanis*.

- Placa dorsal arqueada, convexa o triangular..... 2.

2. - Placas dorsal y ventral casi del mismo tamaño, conectadas por una doble membrana longitudinal lateral..... *Tripleuchlanis*.

- Con o sin sulci longitudinal lateral..... *Euchlanis*.

### *Tripleuchlanis plicata*

Lórica subrectangular en el contorno, con una muesca posterior extensa; las placas dorsal y ventral conectadas por una lamela plegada por fuera dando la apariencia de tres pilas de

placas, claramente visibles en corte transverso, parte anterior del cuerpo más o menos truncada. Dedos cortos, gordos y que terminan en puntas afiladas. Especies cosmopolitas.

***Dipleuchlanis propatula***

Lórica ovoide a circular, placas dorsal y ventral conectadas por una lamela, placa dorsal más pequeña que la ventral; en corte transversal la placa ventral es cóncava y la placa dorsal casi recta, dedos largos con puntas cortas y afiladas.

**Clave de Especies del Género *Euchlanis***

- 1. - En corte transversal la lórica es más o menos arqueada o semicircular, pie y dedos delgados..... *E. dilatata*.
  - En corte transversal la lórica es triangular, placa dorsal con una quilla grande, cuerpo más o menos ovoide truncado anteriormente..... *E. incisa*.

**Clave para Géneros de la Familia Mytilinidae**

- 1.- Lórica delgada o rígida con un sulcus dorsal y doble quilla, lórica sin ornamentación, dedos largos..... *Mytilina*.
  - Lórica sin sulcus dorsal, con una quilla marcada, lórica ornamentada con distintos patrones y cavidades, dedos cortos..... *Lophocharis*.

**Clave de Especies del Género *Mytilina***

- 1. - Margen anterior de la lórica granulado, lórica gruesa, margen anterior de la lórica con sólo dos espinas ventrales... ..*M. ventralis*.
  - Margen anterior no granulado, lórica delgada, margen ventral de la lórica con proyecciones variables..... *M. acanthophora*.

***Lophocharis salpina***

Forma del cuerpo elíptica, con la apertura de la cabeza truncada; margen anterior de la lórica fuertemente serrada, quilla dorsal con pliegues transversos; pie segmentado con dedos relativamente largos que terminan en puntas afiladas, organismos pequeños.

**Clave para Géneros de la Familia Trichotriidae**

- 1. - Lórica con segmento anal, la lórica presenta espinas distintas elongadas sobre el dorso..... *Macrochaetus*.
  - Lórica sin segmento anal..... *Wolga*.

### *Macrochaetus longipes*

Lórica de hexagonal a ligeramente circular, granulada, con seis espinas dorsales de longitud variable, márgenes laterales de la lórica espinulados, placa del pie con dos espinas largas, pie largo con dedos cortos y delgados.

### *Wolga spinifera*

Cuerpo loricado; lórica dorsal dividida por costillas formando paneles o facetas; con dos pequeñas proyecciones posterolaterales sobre la lórica; placa ventral con la apertura del pie en forma oval, esta se encuentra bajo una línea transversa, pie largo no loricado, libremente móvil; dedos cortos, delgados, puntiagudos.

## Clave para Géneros de la Familia Colurellidae

- 1- Lórica lateralmente comprimida; con aperturas ventrales.....*Colurella*.  
- Lórica dorsoventralmente comprimida, sin tales aperturas, escudo pequeño, retractil, placas de la lórica fuertemente unidas..... *Lepadella*.

## Clave de Especies del Género *Colurella*

1. - Vista lateral de la lórica delgada o alargada, con o sin apices posteriores.....2.  
- Vista lateral de la lórica redondeada o rechoncha..... *C. obtusa*.
2. - Lórica con espinas o puntas posteriores curvadas. .... *C. adriatica*.  
- Sin puntas posteriores, pie ancho proyectado hacia adelante.. .....*C. sulcata*.

## Clave de Especies del Género *Lepadella*

1. - Lórica dorsal sin quillas o costillas..... 2.  
- Lórica dorsal con quillas y/o costillas u otra ornamentación.....7.
2. - Lórica oval a circular..... 3.  
- Lórica romboidal, con proyecciones laterales redondeadas, collar punteado presente..... *L. heterostyla*.
3. - En corte transversal la lórica dorsal forma 1/3 de círculo hasta un hemisferio en forma de domo sumamente marcado..... 5.  
- En corte transversal la lórica dorsal forma un domo superficial..... 4.
4. - Lórica oval, con una muesca sobre la apertura de la cabeza tanto en la lórica dorsal como en la ventral..... *L. ovalis*.

- Lórica oval, margen dorsal casi recto, apertura de la cabeza con un sinus ventral en forma de V, collar punteado presente, dedos asimétricos..... *L. cyrtopus*.
- 5. - Margen occipital de la apertura de la cabeza protuberante.....6.
  - Margen occipital de la apertura de la cabeza cóncavo, sin costillas o collar dorsal, margen posterior redondeado o truncado..... *L. patella*.
- 6. - Apertura de la cabeza circular, la apertura del pie no alcanza a llegar a la lórica dorsal, lórica ventral sin pliegues..... *L. apsidea*.
  - Apertura de la cabeza cóncava, la apertura del pie alcanza a llegar dorsalmente, y presenta pequeñas puntas dirigidas hacia arriba en vista dorsal..... *L. latusinus*.
- 7. - Lórica oval a romboidal..... 8.
  - Lórica circular..... *L. donneri*.
- 8. - Quilla media baja y extensa, bordeada por surcos laterales, collar granulado presente..... *L. rhomboides*.
  - Quilla media alta triangular, alzándose de una base estrecha, sin collar granulado; algunas formas tienen finos puntos en la superficie de la lórica..... *L. triptera*.

**Familia Lecanidae**  
**Clave de Especies del Género *Lecane***

- 1.- Dedos separados... 2.
  - Dedos parcial o completamente fusionados.. 20.
- 2.- Dedos terminando en puntas agudas, sin uñas ni pseudouñas, las puntas de los dedos pueden ser asimétricas..... 3.
  - Dedos con uñas incompletamente separadas o pseudouñas.... 7.
- 3. - Esquinas antero-laterales anguladas o redondeadas..... 4.
  - Esquinas antero-laterales con proyecciones agudas..... 5.
- 4.- Márgenes de la apertura de la cabeza cóncavos o casi rectos, pie pseudosegmentado más extenso que largo, dedos anchos..... *L. hornemanni*.
  - Márgenes de la apertura de la cabeza lisos, coincidentes, más o menos rectos, pie pseudosegmentado con proyecciones laterales..... *L. nana*.
- 5.- Pie pseudosegmentado proyectado, con lóbulos laterales medialmente, márgenes de la apertura de la cabeza casi coincidentes, ligeramente cóncavos..... *L. rhytida*.
  - Pie pseudosegmentado no proyectado..... 6.
- 6. - Lórica comúnmente ornamentada, con espinas antero-laterales pequeñas, dedos largos..... *L. signifera*.

- Lórica comúnmente ornamentada, con espinas antero-laterales fuertes; el margen posterior presenta proyecciones de forma variable..... *L. ludwigii*.
- 7. - Esquinas anterolaterales anguladas o redondeadas..... 8.
  - Esquinas anterolaterales con proyecciones agudas..... 13.
- 8. - Placa dorsal anteriormente más extensa o tan extensa que la ventral, con lórica rígida..... *L. ruttneri*.
  - Placa dorsal anteriormente más estrecha que la ventral.....9.
- 9. - Placa ventral sin pliegues longitudinales, pliegue transverso completo o incompleto, pliegue prepedal extenso, redondeado posteriormente; dedos con pseudouñas, comúnmente especies grandes..... 10.
  - Placa ventral con un par de pliegues longitudinales, pliegue transverso incompleto, pliegue prepedal elongado, posteriormente con una proyección media; dedos con uñas verdaderas, que pueden estar incompletamente separadas, comúnmente son especies pequeñas..... 12.
- 10. - Márgenes de la apertura de la cabeza lisos, casi rectos.....*L. grandis*.
  - Margen ventral de la apertura de la cabeza mínimamente sinuado o cóncavo, o con proyecciones laterales redondeadas..... 11.
- 11. - Margen dorsal de la apertura de la cabeza recto, el margen ventral con proyecciones laterales semicirculares, con un sinus medio y partes rectas intermedias; los bordes laterales alcanzan la apertura de la cabeza, pliegue transverso completo.....*L. papuana*.
  - Margen dorsal de la apertura de la cabeza recto, el margen ventral biconvexo; los bordes laterales no alcanzan la apertura de la cabeza, pliegue transverso completo lunado; pliegue prepedal ancho, corto..... *L. elsa*.
- 12. - Pie pseudosegmentado apenas proyectado; lórica claramente más larga que ancha, comúnmente lisa..... *L. tenuiseta*.
  - Pie pseudosegmentado claramente proyectado; lórica escasamente más larga que ancha, ornamentada..... *L. doryssa*.
- 13. - Pie pseudosegmentado apenas proyectado..... 14.
  - Pie pseudosegmentado claramente proyectado..... 18.
- 14. - Margen posterior de la placa ventral con distintivos, proyecciones de formas variables..... *L. leontina*.
  - Margen posterior redondeado o truncado..... 15.
- 15. - Pseudouñas 20µm o más largas..... *L. unguolata*.
  - Pseudouñas menores de 20µm..... 16.

16. - Margen anterior de la placa dorsal mucho más estrecho que el de la ventral; márgenes de la apertura de la cabeza fuertemente lunados, espinas anterolaterales de base ancha..... *L. luna*.  
 - Margen anterior de la placa dorsal escasamente más estrecho que el de la ventral, márgenes de la apertura de la cabeza rectos o cóncavos; espinas anterolaterales de base estrecha..... 17.
17. - Dedos mayores de 45µm..... *L. curvicornis*.  
 - Dedos menores de 45µm..... *L. rhenana*.
18. - Placa del pie especialmente separada, proyectada..... *L. crepida*.  
 - Placa del pie no proyectada..... 19.
19. - Lórica menos elongada, espinas anterolaterales cortas..... *L. arcula*.  
 - Lórica elongada, sin espinas anterolaterales, dedos con pseudouñas, pie pseudosegmentado elongado..... *L. stichaea*.
20. - Dedos parcialmente fusionados, bien unidos o raramente extendidos.....21.  
 - Dedos totalmente fusionados, ocasionalmente con una diminuta fisura terminal única o con uñas..... 22.
21. - Placa dorsal anteriormente más extensa o tan extensa que la ventral, dedos fusionados a menos de la mitad de su longitud, con uñas..... *L. uenoi*.  
 - Placa dorsal anteriormente más estrecha que la ventral; dedos fusionados a más de 1/3 de su longitud, uñas cortas..... *L. inopinata*.
22. - Dedo con uñas o fisura terminal..... 23.  
 - Dedo apenas afilado o puntiagudo..... 32.
23. - Lórica en forma de huevo, márgenes de la apertura de la cabeza con sinus profundos, dedo con fisura terminal y largas pseudouñas, con uñas accesorias..... *L. bulla*.  
 - Lórica sin forma de huevo, dorsoventralmente aplanada..... 24.
24. - Margen dorsal de la apertura de la cabeza con un par de proyecciones largas, curvadas en medio; la ventral es cóncava..... *L. quadridentata*.  
 - Margen dorsal de la apertura de la cabeza sin tales proyecciones.....25.
25. - Placa dorsal anteriormente más extensa que la ventral, lórica dura robusta, uñas completamente separadas..... *L. obtusa*.  
 - Placa dorsal anteriormente tan extensa o más estrecha que la ventral, los márgenes de la placa dorsal no alcanzan la apertura de la cabeza..... 26.
26. - Margen posterior del pliegue prepedel redondeado, con pliegues longitudinales en la placa ventral, y pliegue transversal incompleto..... 27.

- Margen posterior del pliegue prepedal redondeado, sin pliegues longitudinales, pliegue transversal completo lunado o incompleto..... 29.
- 27. - Esquinas anterolaterales de la lórica con proyecciones agudas..... 28.
  - Esquinas anterolaterales de la lórica anguladas, margen ventral de la apertura de la cabeza ampliamente sinuado..... *L. punctata*.
- 28. - Placas coxales en forma de hoz, proyectadas, margen ventral de la apertura de la cabeza cóncavo, el dorsal cóncavo..... *L. spinulifera*.
  - Placas coxales redondeadas, margen ventral de la apertura de la cabeza fuertemente cóncavo, el dorsal con un sinus medio..... *L. margarethae*.
- 29. - Placa dorsal medianamente más extensa que la ventral..... 30.
  - Placa dorsal medianamente más estrecha o en la mayoría tan extensa como la ventral..... 31.
- 30. - Los márgenes laterales de la placa dorsal terminan antes de alcanzar los márgenes de la apertura de la cabeza; margen posterior de la placa ventral redondeado o escasamente truncado..... *L. thalera*.
  - Los márgenes dorsal y ventral de la apertura de la cabeza variables, de rectos a fuertemente cóncavos, dedo largo, sinus lateral profundo..... *L. lunaris*.
- 31. - Ambos márgenes, dorsal y ventral de la apertura de la cabeza fuertemente cóncavos..... *L. cornuta*.
  - Con proyecciones laterales redondeadas sobre el margen ventral de la apertura de la cabeza; pie pseudosegmentado cuadrado..... *L. unguitata*.
- 32. - Placa dorsal con extensiones laterales..... *L. monostyla*.
  - Placa dorsal sin tales extensiones..... 33.
- 33. - Placa dorsal anteriormente más extensa o tan extensa que la ventral, los márgenes de la apertura de la cabeza son casi rectos o más o menos cóncavos..... *L. pyriformis*.
  - Placa dorsal anteriormente más estrecha que la ventral... .. 34.
- 34. - Esquinas anterolaterales anguladas, márgenes de la apertura de la cabeza rectos o escasamente cóncavos..... *L. closterocerca*.
  - Esquinas anterolaterales con proyecciones agudas, apertura de la cabeza variable, los márgenes laterales alcanzan la apertura de la cabeza ..... *L. hamata*.

## Familia Lindiidae

### *Lindia torulosa*

Presenta dos dedos pequeños y gruesos ligeramente cubiertos por el pie; el rami en forma de lira, con alulas que tienen ondulaciones en el margen exterior, el manubrio tiene un

brazo principal redondeado y otro puntiagudo, unci con tres dientes, uno de ellos muy grande y rígido

### Familia Notommatidae

#### Clave para Géneros de la Subfamilia Notommatinae

1. - Pie y dedos más largos que el cuerpo, dedos de igual longitud, pie con 3 segmentos muy largos..... *Scaridium*.
  - Pie y dedos más cortos que el cuerpo..... 2.
2. - Tronco cilíndrico a cónico loricado, presenta de 3-5 placas cuticulares, en ocasiones indistinguibles..... *Cephalodella*.
  - Tronco iloricado..... 3.
3. - Con dos ojos frontales y uno cervical, estómago sin apéndices, mástax con dos glándulas salivales..... *Eosphora*.
  - Sin ojos frontales, ojo cervical presente o ausente, corona ventral, con aurículas ciliadas..... *Notommata*.

#### *Scaridium longicaudum*

Animal relativamente grande, el segundo pseudosegmento del pie y los dedos son largos. Fulcrum con una cresta mediaventral alta, placa basal bien desarrollada; rami con dientes grandes, alula redondeada. Manubrio relativamente extenso y proximalmente dividido transversalmente, con el margen ventral casi recto. Con una proyección ventroposterior grande, redondeada, excepcionalmente asimétrica; sin lamela posterior. Epifaringe con dientes pequeños iguales.

#### *Eosphora anthadis*

Cuerpo robusto, cabeza extensa, trapezoidal, integumento transparente y suave, sin pie segmentado, dedos cortos, anchos; glándulas salivales ausentes, mancha ocular ausente; órgano retrocerebral presente, trophi virgado con un rami triangular, manubrios escasamente inclinados, unci pequeño con un gran diente.

#### Clave de Especies del Género *Cephalodella*

1. - Trophi tipo B (ver anexo 1), dedos dorsalmente inclinados, longitud total >250µm..... *C. gibba*.
  - Trophi tipo D (ver anexo 1), superficie dorsal de los dedos cortos con una hilera de espiculas..... *C. forficula*.

*Notommata falcinella*

Glándulas subcerebrales bien desarrolladas, vejiga ausente, cuerpo >400µm elongado, dedos anchos con una espuela pequeña recurvada en la base de los dedos.

**Familia Trichocercidae**

**Clave de Especies del Género *Trichocerca***

1. - De los dedos dos son más largos ..... 2.  
- De los dedos uno es mucho más largo..... 5.
2. - Lórica anteriormente lisa, quilla dorsal presente, sin placa redondeada, cuerpo rechocho..... *T. brachyura*.  
- Lórica anteriormente con proyecciones o pliegues..... 3.
3. - Lórica anteriormente con dos espinas agudas iguales..... *T. similis*.  
- Lórica anteriormente con una simple espina aguda..... 4.
4. - Lórica anteriormente con una placa lateral redondeada y con una espina dorsal..... *T. weberi*.  
- Lórica delgada, sin placa lateral, dedos claramente desiguales. .... *T. tenuior*.
5. - Lórica anteriormente con proyecciones o pliegues..... 6.  
- Lórica anteriormente lisa..... 7.
6. - Doble quilla dorsal, punta del dedo simple, lórica más o menos en forma de tubo..... *T. elongata*.  
- Doble quilla dorsal, punta del dedo separada o trífida..... *T. bicristata*.
7. - Lórica anteriormente con una espina corta, manubrio derecho fuertemente reducido..... *T. iernis*.  
- Lórica con una cúpula o capuchón o una(s) espina(s) larga(s), parte de la lórica longitudinalmente estriada..... *T. capucina*.

**Familia Gastropodidae**

**Género *Ascomorpha***

Cuerpo saquiforme a oval, con lórica dura o no; pie siempre ausente; trophi virgado, unci en forma de estilete, manubrios desarrollados.

**Familia Synchaetidae**

**Género *Polyarthra***

Cuerpo elongado cuadrado, iloricado, transparente, pie ausente, presenta a 1/3 de la parte anterior del cuerpo 2 fardos dorsolaterales y 2 ventrolaterales, cada uno consistiendo de 3 apéndices foliados en forma de espada, algunas especies con un par adicional ventral, serrado, variando de forma de cerda a hoja; trophi virgado.

**Clave de Especies del Género *Polyarthra***

1. - Antenas laterales a un 1/3 de la parte posterior del cuerpo... .....*P. vulgaris*.  
- Antenas laterales posteriores..... *P. dolichoptera*.

**Familia Asplanchnidae**

**Género *Asplanchna***

Cuerpo saquiforme, iloricado, transparente, pie ausente; trophi incurvado, en forma de pinzas, con dentición variable.

**Clave de Especies del Género *Asplanchna***

- 1.- Apófisis externas redondeadas sobre la base del rami, con un diente interno en el rami relativamente grande..... *A. sieboldi*.  
- Sin tales apófisis, con un diente en el margen interno del trophi, vitelario elongado o en forma de herradura..... *A. girodi*.

**Familia Dicranophoridae**

**Género *Dicranophorus***

Corona grande, generalmente ventral o fuertemente oblicua, con 2 manchas oculares frontales; dedos largos o muy largos; trophi simétrico, unci compuesto por un diente y eje o hueco, nunca por encima.

**Clave de Especies del Género *Dicranophorus***

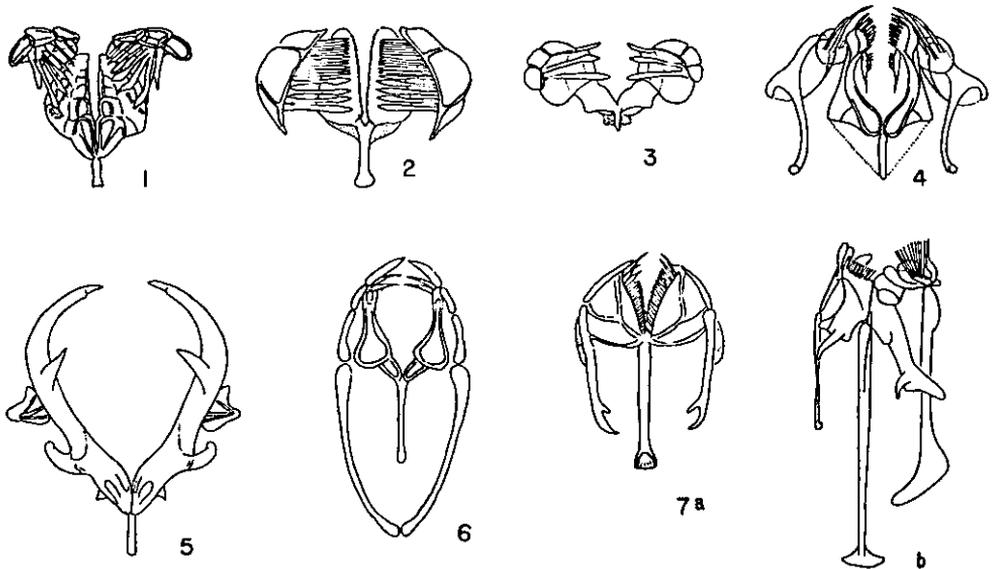
1. - Dedos gradualmente haciendose afilados, escasamente curvados hacia afuera en vista dorsal, bases con septum, pie con 2 pseudosegmentos, cabeza larga, 1/3 de la longitud total... ..... *D. forcipatus*.  
- Dedos más o menos paralelos o casi rectos..... 2.
2. - Dedos casi rectos con escasas puntas, anchos en la base; margen interior del rami con varios dientes..... *D. grandis*.

- Dedos más o menos paralelos, curvándose y terminando en puntas agudas, fulcrum corto, ancho, triangular, unci con un diente y con una apófisis triangular aguda ventral, margen interna del rami sin dientes..... *D. caudatus*.

## ANEXO 1

### TIPOS DE MASTAX EN ROTIFEROS MONOGONONTOS

El trophi tiene significado taxonómico y ecológico para caracterizar familias, géneros y a menudo especies; se distinguen siete tipos basados en el tamaño y la forma de varios elementos así como la presencia o ausencia de algunas de sus partes, a continuación se muestran los esquemas (tomados de Nogrady et al, 1993).

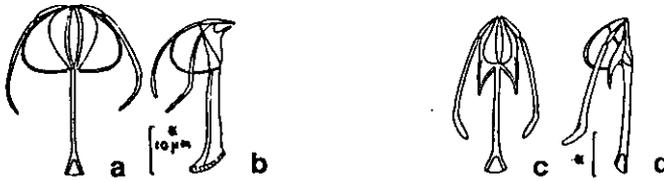


**Figura 1.-** Principales tipos de trophi que se encuentran en los rotíferos monogonontos: 1) Maleado, 2) Maleoramado, 3) Uncinado, 4) Cardado, 5) Incudado, 6) Forcipado y 7) a) y b) Virgado.

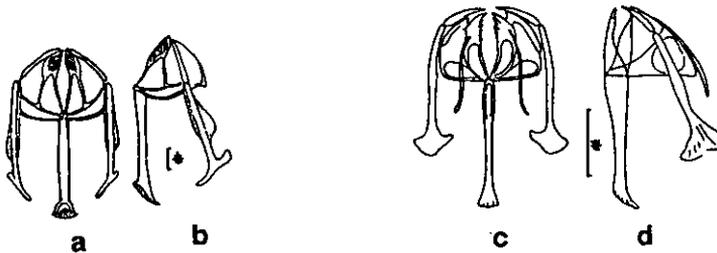
## VARIANTES DEL TROPHI VIRGADO

El trophi virgado de los *Cephalodella* son de importancia para la identificación, aunque no siempre a nivel específico. Estos son clasificados en seis tipos:

**TIPO A.** - Rami simple, sin dientes en el margen interno, con o sin alulas (extensiones como alas); unci simple; manubrio delgado de varillas curvadas sin lamelas basales y expansiones distales. Fulcrum espatulado en la parte distal, observable en vista dorsal y lateral (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995), (a) ventral, (b) lateral, (c,d) variantes.



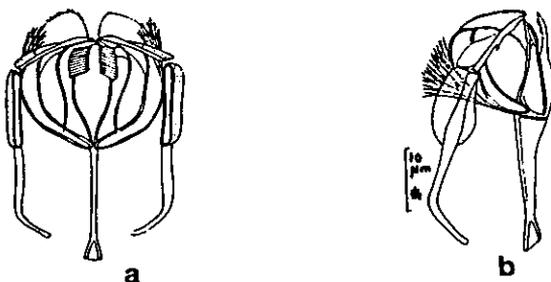
**TIPO B.** - Rami complejo, acostillado o fenestrado (teniendo "ventanas"); margen interno dentado o acostillado, algunas veces con alulas. Unci simple; manubrio con simple o doble lamela basal, la parte distal en forma de "T" o de muela, ocasionalmente espatulado o abanicado. Fulcrum distalmente espatulado, algunas veces con una apófisis basal; una especie de espina apicalmente puntiaguda es continuación de la parte proximal del fulcrum (o rami, en donde se une el fulcrum) (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995); (a) ventral, (b) lateral, (c,d) variantes.



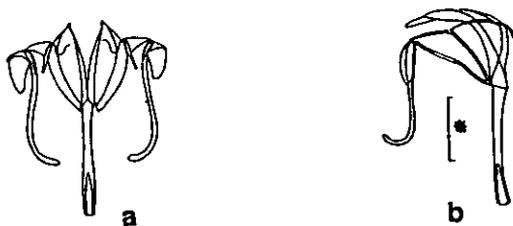
**TIPO C.** - Una variante del tipo B: trophi asimétrico, la muela distal del manubrio esta cerrada en una espiral. En ocasiones es difícil ver si la espiral esta cerrada o no. Espirales con pequeñas rupturas todavía pertenecientes a este tipo (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995); (a) ventral, (b) lateral.



**TIPO D.** - Muy complejo, con partes únicas. Rami con dientes terminales, margen interno con numerosos dientes a manera de peine; el unci consiste de una placa dorsal con un diente simple; subunci, abanicado con estructuras a manera de escoba, son encontradas detrás del manubrio. Manubrio distalmente áspero curvado, con lamelas basales extensas. Fulcrum espatulado, con la terminación proximal siempre ensanchada, apófisis basal común. En algunas especies (*forficula*, *giganthea*, *tenuiseta*) existe una delgada placa denticulada por encima del rami (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995); (a) ventral, (b) lateral.



**TIPO E.** - Conocido únicamente en *Cephalodella megaloccephala*, el rami está inclinado en ángulo recto (dorsalmente, cuando se mira lateralmente); manubrios en forma de "S" con lamelas que están separadas (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995); (a) ventral, (b) lateral.



**TIPO F.** - Conocido solamente en *Cephalodella mira*, el rami parece como las lamelas basales internas de los delicados manubrios que tienen forma de varilla y están unidos a la superficie proximal del fulcrum con igual forma de varilla. La frágil estructura total es presumiblemente sólo una bomba (esquemas tomados de Nogrady et al, 1995); (a) ventral, (b) lateral.

