

**Informe final\* del Proyecto H112**  
**Zooplankton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México**

**Responsable:** Dr. Manuel Elías Gutiérrez<sup>i</sup>  
**Institución:** Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala  
**Dirección:** Av de los Barrios s/n, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Mex, CP: 54090  
**Correo electrónico:** eliasgm@ecosur-qroo.mx  
**Teléfono/Fax:** Tel: 01 983 835 0440 ext 4313  
**Fecha de inicio:** Abril 30, 1996  
**Fecha de término:** Marzo 26, 1998

**Principales resultados:** Base de datos, Informe final, cartografía

**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** el Gutiérrez, M. E y S. S. S. Sarma. 1999. Zooplankton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H112.** México D. F.

**Resumen:**

Durante el desarrollo del proyecto, se logró incrementar en México el número de especies conocidas en los tres grupos más importantes que colonizan las aguas dulces. Los rotíferos aumentaron de aproximadamente 190 especies reconocidas a más de 250; los cladóceros de 64 especies a 106 y en los copépodos se agregaron 6 ampliaciones de ámbito. Todo el material se encuentra disponible en la Colección de Referencia de Zooplankton de la ENEP Iztacala (Clave: MEX.IN.036.0797). Entre los hallazgos más importantes destacan la descripción detallada, incluyendo machos, hembras partenogenéticas y hembras epipiales de un nuevo género, *Spinalona anophtalma*, que es el primer cladóceros ciego descrito para el continente americano. Es posiblemente un relicto de fauna troglobia, procedente de una laguna temporal perteneciente a la cuenca del Río Lerma y cercana a la ciudad de Atlacomulco. También se realizó el hallazgo de machos antes desconocidos para dos especies más (*Camptocercus dadayi* y *Leydigia leydigi*). Cabe señalar que los machos y hembras epipiales (portadoras de huevos de resistencia, producto de la reproducción sexual) son muy difíciles de encontrar, pues sólo aparecen en ciertas condiciones especiales y tienen un valor taxonómico más relevante que el de las hembras partenogenéticas, que se reproducen exclusivamente por asexualidad. En el caso de los copépodos, se revisó una especie, *Microdiaptomus cokeri* (Osorio Tafall, 1941), procedente de una cueva asociada a la cuenca del Río Pánuco. Al hacer la redesccripción de este copépodo, el cual no había sido visto después de su descripción y cuyo material original se perdió, se pudo apreciar que presenta caracteres distintos a los de todos los Diaptomidae conocidos. Sólo los comparte con otra especie de la antigua Yugoslavia, *Troglodiptomus sketi*, lo cual permitió la creación de la nueva subfamilia *Microdiaptominae*, donde quedaron insertos ambos taxa. Por otra parte, hasta muy recientemente, numerosos investigadores sostenían que el plancton dulceacuícola de las regiones tropicales es sumamente pobre en especies; sin embargo, nuestros resultados indican una alta diversidad con bajas abundancias. Esto más bien se debe a que numerosas especies han pasado desapercibidas al aplicar muestreos limitados en tiempo e intensidad, así como desatender microhábitats diversos, tal como ocurrió con *Leptodiptomus mexicanus*, una especie descrita hace más de 60 años y conocida sólo por un ejemplar macho depositado en el Museo Smithsonian (E.U.); durante este estudio, se encontró de forma abundante, representada por machos y hembras, en un solo mes (Julio) durante dos años consecutivos, en un pequeño charco temporal.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

<sup>i</sup> Actualmente el responsable de este proyecto se encuentra en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetummal

# **INFORME FINAL DEL PROYECTO**

**ZOOPLANCTON DE SISTEMAS ACUATICOS  
EPICONTINENTALES MEXICANOS  
(Convenio FB276/H112/96)**

**RESPONSABLE: DR. MANUEL ELIAS GUTIERREZ**

## CONTENIDO

<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>4</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>17</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
TABLA 3. ESPECIES DE ROTÍFEROS REGISTRADAS EN MÉXICO .....	22
TABLA 4. LISTA DL ESPECIES DE CLADÓCEROS CONOCIDOS EN MÉXICO .....	26
TABLA 5. TAXA DE COPÉPODOS CICLOPOIDEOS Y CALANOIDEOS ENCONTRADOS EN MÉXICO.....	28
<b>CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	<b>31</b>
<b>OBSERVACIONES A LA BASE DE DATOS</b> .....	<b>33</b>
<b>CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA LOS ROTIFEROS INTEGRADOS A LA COLECCIÓN DE REFERENCIA</b> .....	<b>36</b>
<b>CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA LOS CLADOCEROS REGISTRADOS EN MÉXICO.....</b>	<b>43</b>
<b>CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA LOS COPEPODOS DE AGUAS DULCES DE MÉXICO ....</b>	<b>56</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>58</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>65</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>68</b>
<b>ANEXO 5</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO 6</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXO 7</b> .....	<b>71</b>

Nombre del Proyecto: **ZOOPLANCTON DE SISTEMAS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES MEXICANOS (Convenio FB276/H112/96)**

**GENERALIDADES**

Institución donde se llevó a cabo el proyecto:

UNAM Iztacala. Laboratorio de Zoología. AP 314 CP 54000, Los Reyes, Iztacala. Tlalnepantla, Edo. de México. México.

Teléfono y FAX: (5) 623-1212

Responsables del Proyecto:

Manuel Elías Gutiérrez

Grado Académico: Doctor en Ciencias

Puesto: Profesor Titular A TC

Domicilio particular:

Domicilio particular: Fulton B1-103 Unidad Tlalcalli. Tlalnepantla 54060. Estado de México

Teléf. part: (5) 390-9728

Singaraju Sri Subrarnhanya Sarma

Grado Académico: Doctor en Filosofía

Puesto: Profesor Titular A TC

Domicilio particular: Fulton B1-103 Unidad Tlalcalli. Tlalnepantla 54060. Estado de México

Teléf. part: (5) 390-9728

Area: Taxonómica Grupo: Zoológico Ambiente: Acuático

Monto total otorgado: \$ 60,884.00 (Sesenta mil ochocientos ochenta y cuatro pesos 00/100 M.N.) más el 15% de IVA.

Duración del proyecto: Un año

Región geográfica que abarcó: Parte central de México, en las zonas de influencia de la región hidrográfica del Rio Lerma y el Rio Pánuco, principalmente.

Especies estudiadas (el trabajo fue de tipo faunístico):

Subclase Branchiopoda:

Orden Ctenopoda: Familia Sididae, con una o dos especies

Orden Anomopoda: Familias Daphnidae (ocho especies), Moinidae (cuatro especies), Ilyocryptidae (dos especies), Macrotrhricidae (seis especies), Chydoridae (quince especies).

Subclase Copepoda

Orden Calanoida, con diez especies

Orden Cyclopoida, con quince especies

Filo Rotifera:

Clase Monogononta:

Orden Ploima: Familias Brachionidae (25 especies), Lecanidae (20 especies), Notommatidae (10 especies), Trichocercidae (8 especies), Asplanchnidae (2 especies), Synchaetidae (5 especies),

Orden Flosculariacea: Testudinellidae (8 especies), Hexarthridae (1 especie), Conochilidae (3 especies).

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los grupos de organismos animales fundamentales en los sistemas acuáticos epicontinentales, están aquellos incluidos dentro de la comunidad del zooplancton, que es responsable de la productividad secundaria para estos sistemas y por lo tanto su importancia reside en ser el soporte de todos los niveles tróficos superiores, caso concreto los peces.

Dentro de la comunidad zooplanctónica de sistemas acuáticos epicontinentales, se han considerado los siguientes grupos fundamentales: Rotifera, Copepoda y Cladocera, aunque en la actualidad también se reconoce a los protozoos como integrantes de esta comunidad, las técnicas para el muestreo y análisis de estos últimos son completamente diferentes a las utilizadas para los tres primeros.

Los cladóceros y rotíferos se destacan por agrupar casi exclusivamente especies filtradoras de fitoplancton y bacterias, constituyéndose en consumidores primarios y por lo tanto en base del sustento de otras especies. Solo *Leptodora kindti*, el único integrante del orden Haplopoda, es carnívoro y se encuentra distribuido hacia zonas templadas; el registro más sureño de esta especie es en Texas (Pennak, 1989).

Los integrantes del filo Rotifera, en general poseen dos características distintivas, la región apical (cabeza) es una región ciliada llamada corona, la cual es usada en la locomoción y en la obtención de alimento. En los adultos de algunas familias, la ciliatura se reduce y la corona es reemplazada por una estructura en forma de embudo (infundíbulo), en el fondo del cual se encuentra la boca. A lo largo del margen del infundíbulo y en la mayoría de las especies se aprecia entonces una serie de setas largas (sedas). La otra característica universal de los rotíferos es una faringe muscular, el mástax, que posee un juego complejo de mandíbulas rígidas, llamada trofi (Nogrady *et al.*, 1993). El mástax es una estructura que tiene significado taxonómico y ecológico; consiste en una parte impar, el fulcro (Fulcrum) con dos ramas (rami), y un par de piezas móviles, cada una de las cuales consiste en un soporte (manubrio) terminado por una especie de diente articulado (uncus). El desarrollo relativo de las diversas piezas se relaciona con la alimentación. El mástax puede ser asimétrico, como otras partes de la anatomía de los rotíferos, y entonces la asimetría o torsión del animal se manifiesta en la natación con una trayectoria helicoidal.

Estos organismos son microscópicos (50 a 2000  $\mu\text{m}$ ), de cuerpo cubierta por una cutícula elástica, que en ciertas especies y en ciertas regiones, forman placas rígidas y con un sistema vibrátil diversamente conformado y de función locomotora y filtradora en la parte anterior del cuerpo. La parte posterior del cuerpo termina en un pie, cuya conformación variable, más o menos móvil, frecuentemente con dedos y, a veces, con espolones preapicales, que alojan comúnmente glándulas cuya secreción es adhesiva. Los rotíferos suelen desplazarse en agua en línea recta, como resultado del movimiento rotatorio de los cilios de la corona (de allí proviene el

nombre rotaria), también se desplazan a saltos impulsando el cuerpo con el movimiento batiente de apéndices móviles que los hacen avanzar distancias equivalentes a varias veces la longitud de su cuerpo.

Su alimento, consiste principalmente en material detrítico y bacterias, así como pequeñas algas. Este llega a la región bucal debido a las corrientes propulsadas por la corona de cilios. Algunos rotíferos como *Asplanchna* son depredadores y se alimentan de otros organismos del plancton. Los rotíferos en su mayoría son litorales, un gran número son sésiles y están asociados al sustrato. Las mayores poblaciones de rotíferos están asociadas a macrófitos sumergidos, especialmente en los más ramificados (Nogrady *et al.*, 1993). Según Pennak (1989), los rotíferos a lo largo de la zona litoral se encuentran en un rango del 75% y solamente cerca de 100 especies son típicamente pelágicas, formando la parte sustancial del zooplancton en sentido estricto.

Existen tres clases de rotíferos, las cuales se diferencian no sólo con base en su morfología, sino también se reproducen por diferentes mecanismos. En la clase Seisonacea, la reproducción es exclusivamente bisexual; la gametogénesis ocurre por meiosis, en la cual se producen dos cuerpos polares. En la clase Bdelloidea, por otro lado, no hay machos y se reproducen enteramente por partenogénesis asexual. Esta involucra dos divisiones produciendo dos cuerpos polares. Los organismos de la clase Monogononta se reproducen por partenogénesis cíclica, (heterogonia) donde la reproducción asexual prevalece, pero en ciertas circunstancias la reproducción sexual ocurre. En ese caso, se producen machos solamente por breves periodos. Generalmente se encuentran hembras amícticas, las cuales se reproducen partenogenéticamente produciendo huevos diploides, este mecanismo domina en el ciclo de vida de los monogonontos y se reconoce como fase amíctica. Bajo ciertas condiciones ambientales (señaladas por un cambio de temperatura, cantidad de alimento, etc.), generalmente en otoño se forman huevos haploides, los cuales sin ser fertilizados pueden producir machos y entonces se da la reproducción sexual conocida como fase míctica. Los machos usualmente se presentan por muy cortos períodos, y son conocidos solamente en unas pocas especies, su tamaño es reducido y carecen de sistema digestivo. Por esta razón solo persisten durante algunas horas o pocos días. De los huevos fertilizados, se desarrollan huevos de resistencia, los cuales tienen una cubierta protectora gruesa, resistente a la desecación, frío y otros factores desfavorables. En la siguiente primavera, de esos huevos de resistencia salen hembras y comienza una nueva generación amíctica (Nogrady *et al.*, 1993; Sládecek, 1983).

Los rotíferos no poseen órganos respiratorios, por lo que respiran por la superficie del cuerpo, por esta razón son incapaces de vivir en medios anaerobios. Solamente algunas especies toleran ambientes microanaerobios (Sládecek, 1983).

Ya que los rotíferos son fácilmente transportados en el agua y aire, su distribución es potencialmente cosmopolita, por lo que varias especies muestran una amplia

distribución en el mundo. Sin embargo algunas especies muestran una distribución geográfica restringida. Por ejemplo *Kellicottia bostoniensis* sólo se encuentra en América del Norte (Koste, 1978). Un número de braquiiónidos son restringidos a climas templados; por otro lado, *Keratella cochlearis* está ausente en los trópicos, aunque es una de las especies más comunes en las regiones templadas (Koste, 1978).

Con respecto a los cladóceros, son crustáceos que claramente demuestran el resultado de la oligomerización y especialización de ciertas partes del cuerpo (Korovchinsky, 1993). Por un tiempo muy largo los cladóceros fueron tradicionalmente tratados como un grupo simple al nivel de Orden o Suborden. Por ejemplo Flössner (1972) los ubicó como un Suborden, dentro de los Diplostraca.

Recientemente el zoólogo ruso Starobogatov (1986) y el inglés Fryer (1987 a, b) sugirieron que los cladóceros son un grupo artificial con representantes de orígenes filogenéticos distintos. Sin embargo este último autor mencionó que el nombre "cladocera" es todavía útil si se desea referir a este grupo sin implicar afinidades filéticas.

Por esta razón el término Cladocera ya no tiene validez taxonómica alguna y por lo tanto se considerará como un nombre común de estos organismos.

Existen más de 500 especies de cladóceros, actualmente agrupadas en cuatro órdenes (Ctenopoda, Anomopoda, Onychopoda y Haplopoda, de los cuales solo los dos primeros cuentan con representantes en México hasta el momento) y en los últimos 20 años, la taxonomía del grupo ha tenido muchos cambios, especialmente a nivel de especie, pues se ha descubierto que muchas antiguas "especies" son grupos de especies. Por otra parte ciertos taxones deberán de ser tratados sólo como unidades infraespecíficas.

En general, las especies de cladóceros están divididas en tres categorías: las morfológicamente diferenciadas y fácilmente identificables; las de poca diferenciación pero que son posibles de discernir después de una cuidadosa investigación y por último las prácticamente indiferenciadas (generalmente reconocidas como especies hermanas).

La mayoría no pasa de tres milímetros de longitud. Solo *Leptodora kindtii* alcanza 18 mm (Korovchinsky, 1993). En todos, la cabeza es una estructura compacta, provista de un escudo cefálico, el cual es una placa única que cubre las superficies frontal y laterales de la cabeza, algunas veces se observa separada del cuerpo (en vista lateral) por una depresión, denominada seno cervical o muesca. En la región cefálica presentan un solo ojo compuesto. También, se puede encontrar un ocelo simple, posterior o ventral al ojo compuesto. En la parte ventral se aprecia el primer par de antenas, las cuales pueden ser fijas y



pequeñas (Daphnidae) o grandes, con movilidad o sin ella (Moinidae y Bosminidae).

El principal órgano locomotor es el segundo par de antenas. Se encuentran insertadas lateralmente cerca del margen posterior de la cabeza. Cada una presenta un segmento basal y dos ramas (dorsal y ventral) segmentadas. El primer par de antenas por lo regular es de naturaleza sensorial y pueden ser articuladas o fijas.

El cuerpo de estos organismos no está claramente segmentado y en la gran mayoría la región torácica y abdominal están encerradas en una concha o carapacho, plegado en dos valvas, las cuales no son abisagradas y cuya forma puede variar de oval a redondeada. Pueden presentar pelos o espinas a lo largo del eje ventral. Con frecuencia también aparece una espina en el ángulo superoposteal, prolongándose hacia atrás de la unión de las valvas como en *Daphnia* sp. o cada valva puede tener una o más espinas en el ángulo inferoposteal, como en *Bosmina longirostris* (Brooks, 1959; Pennak, 1989)

El abdomen está lateralmente comprimido y por lo general flexionado anteroventral, dicha zona recurvada se denomina postabdomen y carece de apéndices; presenta dos largas setas abdominales, dos o tres proyecciones que reciben el nombre de procesos abdominales y son usadas para mantener los huevos en la cámara embrionaria, dos uñas terminales portadoras de un número variable de peines formados por pequeñas espinas. La función del postabdomen es limpiar partículas extrañas y parásitos de la región bucal y las setas de los apéndices torácicos, sin embargo también puede ayudar en la locomoción (Korovchinsky, 1993). En el margen dorsal del postabdomen se encuentra el ano, rodeado por una serie de espinas marginales y laterales, llamadas anales.

Los apéndices torácicos son lobulados y foliáceos con numerosos pelos y setas, su función primordial es ayudar en la formación de corrientes de agua a través de las valvas, con el fin de oxigenar al organismo y filtrar partículas alimenticias.

Como ya se dijo, los cladóceros son en su mayoría filtradores no selectivos, se alimentan de algas unicelulares, bacterias y en ocasiones detritus. En otros casos son capaces de bajar al fondo o incluso vivir en él para alimentarse de depósitos floculentos sueltos o asociarse a la vegetación para "raspar" partículas adheridas a ésta. En la familia Ilyocryptidae se presenta una alta especialización, pues al vivir enterrados en el fondo, las corrientes de filtración creadas son de atrás hacia adelante, de tal manera que los exópodos posteriores son los que las crean. Con respecto al ciclo de vida, estos crustáceos presentan adaptaciones muy semejantes a los rotíferos, por lo que la mayor parte de los ejemplares son hembras partenogénicas. Los machos sólo se forman durante periodos de escasez, durante los cuales fecundan a la hembra y a partir de esto dan lugar a huevos de resistencia que se funden con el caparazón bivalvo de ésta; dichas

estructuras reciben el nombre de efipios. En general los machos son más pequeños que las hembras y por lo general similares en forma, se diferencian de ellas por las anténulas largas; el postabdomen generalmente modificado y el primer apéndice torácico que con frecuencia tiene un gancho copulatorio robusto en Chydoridae y Macrothricidae, y bastante más pequeño en *Leptodora* y *Polyphemus*. Algunos machos de cladóceros tienen la anténula (AI) más larga que las hembras (p.e. *Sida*, *Diaphanosoma*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, etc.). Los machos de *Daphnia* y *Ceriodaphnia* llevan una seta larga en el primer apéndice torácico y algunos de los géneros *Diaphanosoma*, *Latona*, *Bythotrephes*, *Podon*, *Penilia*, *Alona* y *Leydigia* tienen un par de "penes" en la región distal del postabdomen (Dodson & Frey, 1991).

En vista de que los machos son raros, las descripciones, por lo general, se basan en hembras partenogénicas; las efipiales son también raras, pero se encuentran con mayor frecuencia que los machos, debido a que en ocasiones se dan casos de producción de efipios por vía asexual (Frey, 1982b). Un caso interesante es el de *Daphnia pulex* en la presa Antonio Alzate del Estado de México, donde los efipios son formados asexualmente (Vázquez *et. al.* 1986). El valor taxonómico de las hembras efipiales y machos cada vez es mayor (Lieder, 1983; Frey, 1987)

En cuanto a su crecimiento, estos organismos nacen como juveniles, pues no sufren metamorfosis, pasan por varias mudas sucesivas en el caso de las hembras y dos en los machos, hasta llegar a la etapa adulta. Por lo general la muda es completa, pero en *Ilyocryptus sordidus* se retiene el caparazón y escudo cefálico viejos durante la ecdisis. Al parecer la retención de los caparazones viejos elimina la necesidad de coleccionar una nueva carga de detritus que generalmente rodea a estos organismos después de cada muda. Tener el cuerpo rodeado de esta manera por detritus y caparazones viejos sirve de camuflaje y para incrementar la densidad del animal. La retención del caparazón ha evolucionado en forma independiente en dos quidóridos (*Alonopsis* y *Monospilus*), tal vez como resultado de una convergencia evolutiva en respuesta a una presión ambiental semejante.

Un fenómeno característico de las poblaciones de cladóceros y rotíferos es la ciclomorfosis, que son cambios, estacionales o no, en la forma de ciertas estructuras en los organismos. En un principio se pensó, debido a cierta periodicidad en la aparición o cambio de las estructuras implicadas, como yelmos y espinas, que las variaciones en el medio ambiente ocasionaban el fenómeno, de ahí el origen de la palabra ciclomorfosis y el enfoque de los primeros trabajos que se abocaron al problema. Al avanzar el conocimiento de la biota en sistemas tropicales, se ha descubierto que estas variaciones en la morfología no siempre ocurren de manera cíclica, debido a que las interrelaciones son más complejas y continuas a lo largo del año. Por esta razón algunos autores como Grant y Bayly (1981) prefieren llamar a los cambios morfológicos de los organismos como cambios ecofenotípicos, independientemente de si son estacionales o no,

desgraciadamente no existe una tradición sobre estudios limnológicos en estas latitudes, por lo que no ha tenido mucha aceptación este término.

Hasta el momento se ha tratado de explicar las causas del fenómeno desde un punto de vista general (variabilidad fenotípica, sucesión clonal y sucesión de especies hermanas) (Kerfoot, 1980), sin embargo aun se discute sobre la taxonomía de las especies ciclomórficas, ya que la sucesión clonal y de especies hermanas tienen un significado evolutivo propio en relación al fenómeno de especiación. El problema se complica aún más debido a la amplia distribución geográfica de algunos anomópodos y ctenópodos.

Desde el punto de vista adaptativo, las evidencias que no dan lugar a dudas es la presencia de espinas y yelmos que en algunos cladóceros ocasionan el rechazo por parte de copépodos y otros depredadores táctiles como *Chaoborus* (Havel & Dodson, 1984), así como la menor distancia de reacción en peces, considerados depredadores visuales, con respecto a organismos que portan estructuras hialinas (Zaret, 1972), disminuyendo la mortalidad por estas causas de las presas potenciales. Se ha observado cierta correlación entre factores ambientales y formas ciclomórficas, además de los factores solubles inductores (Havel, 1985), por lo que la hipótesis de la depredación no descarta de ninguna manera la influencia del ambiente, ya que en su conjunto conforman un mecanismo semejante al de cerradura y llave, que permite el desencadenamiento del fenómeno, al menos en zonas templadas.

El pretender dar una explicación general al fenómeno de la ciclomorfofosis no es posible, ya que comprende gran cantidad de organismos con diferentes estrategias reproductivas, alimenticias y adaptativas al medio ambiente, aunque todos forman parte del plancton, por lo que es necesario ahondar en el conocimiento de la biología y taxonomía de las especies que lo conforman. Un ejemplo claro para ilustrar lo anterior estriba en el hecho de que el "factor" inductor de *Chaoborus* solo puede ser percibido por las formas embrionarias de *D. pulex*, mientras que *D. ambigua* puede reaccionar aún en etapas posteriores al nacimiento. La razón más lógica con respecto a esta diferencia está dada porque *D. ambigua* es una especie pequeña, susceptible de ser depredada aún en etapas posteriores de su desarrollo (Hebert & Grewe, 1985).

Finalmente, la subclase Copepoda agrupa más de 10 000 especies descritas que han invadido con igual éxito los mares, las aguas epicontinentales (lagos, estanques, pantanos, ríos, etc.) y los estuarios; distribuyéndose en los ambientes más variados: litoral, pelágico y bentónico. La mayoría de ellos se confinan a aguas marinas o salobres y únicamente una fracción pequeña (cerca de 2000 especies) vive en agua dulce (Maas, 1993). Además de estos hábitats se pueden encontrar en sedimentos marinos y de agua dulce, asociados con plantas, en hábitats terrestres húmedos (humus, musgos y bromelias), subterráneos (aguas subterráneas y cuevas) y coma parásitos o en simbiosis con muchos animales.

Los copépodos tienen el cuerpo alargado y más o menos cilíndrico, de color generalmente crema o grisáceo, pero en ocasiones presentan diferentes pigmentos como la zooeritina y cianocristalina con colores rojo y azul respectivamente, o bien tienen una coloración verde o café gracias a la ingestión de sus alimentos, sean algas o detritus. Presentan una segmentación evidente; el cuerpo está cubierto por anillos quitinosos rígidos que encajan uno dentro del otro y se encuentran unidos por una membrana hialina fina. En uno de los sitios de unión cerca de la región posterior del tórax, la articulación permite movimientos más amplios que en el resto del cuerpo, dividiéndolo en dos partes: el metasoma (cefalotórax), que es la parte anterior a la articulación y el urosoma (abdomen), de la articulación hacia atrás. Los cinco primeros segmentos que corresponden a la cabeza se encuentran fusionados con el primero o los dos primeros segmentos torácicos, para constituir el cefalón con cinco pares de apéndices. Las primeras antenas o anténulas son siempre unirramias, con funciones locomotoras y sensoriales; las segundas antenas son más cortas y desempeñan funciones sensoriales. Las mandíbulas, primeras maxilas y segundas maxilas participan en el proceso de la alimentación. Los maxilípedos también intervienen en este proceso y constituyen los apéndices del primer segmento torácico. Siguen cuatro o cinco segmentos torácicos en cada uno de los cuales hay un par de patas, los primeros cuatro pares tienen funciones natatorias, semejantes a remos por su forma y función. La quinta pata es vestigial como lo es en ciclopoideos o presenta un marcado dimorfismo sexual como en calanoideos. A continuación de ellos se encuentra el abdomen, el cual carece de apéndices, es más corto y casi siempre más angosto que el cefalotórax y tiene como máximo cinco segmentos que pueden estar más o menos fusionados; a veces posee sólo dos. El primer segmento abdominal de la hembra está modificado en segmento genital, en el extremo posterior exhiben una estructura birramada que se denomina furca, presente en ambos sexos, con longitud variable y en ella se insertan una serie de setas plumosas (Maas, 1993).

La locomoción y alimentación de los copépodos de vida libre son interdependientes. La primera es una actividad casi constante de los copépodos planctónicos, ya sea en su búsqueda por el alimento y aparearse, o para escapar de sus depredadores (Maas, 1993). La locomoción se realiza en forma de movimientos simultáneos cortos y desiguales en la mayoría de los apéndices. En los calanoideos el movimiento de natación es continuo, siendo resultado del impulso rotatorio de las antenas y apéndices bucales, que además provocan pequeñas corrientes que llevan las partículas de alimento a las maxilas, modificadas para filtrar agua. Los copépodos se alimentan de una gran variedad de alimentos incluyendo algas, polen, detritus, bacterias, rotíferos, crustáceos, quironómidos y a veces larvas de pez. De tal manera que podemos encontrar especies detritívoras, herbívoras y carnívoras. Las especies de vida libre en aguas continentales están organizadas dentro de tres órdenes de acuerdo con Bowman y Abele (1982), presentando distintas formas del cuerpo, hábitos de vida, locomoción y roles ecológicos. Esos grupos son: Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida.

Los integrantes del orden Calanoida se caracterizan por poseer anténulas largas, de 22 a 25 segmentos, extendiéndose a todo lo largo del cuerpo; además tienen un metasoma alargado cuyos segmentos generalmente son similares. Todas las familias de calanoideos tienen representantes en aguas dulces y marinas (Maas, 1993), excepto Diaptomidae ya que son los calanoideos más característicos de las aguas dulces, donde se han diversificado en numerosas especies. Los calanoideos viven casi exclusivamente como seres planctónicos en la zona pelágica, también se distinguen por sus hábitos alimenticios, ya que son netamente filtradores por lo que consumen pequeños organismos y detritus liberados de las corrientes realizadas por las antenas.

Los Cyclopoida poseen anténulas cortas, de seis a 18 segmentos, presentan el cefalotórax abultado en su parte media, robusto y un poco más largo que el abdomen. Agrupan principalmente especies bentónicas, litorales, aunque algunas de ellas son predominantemente planctónicas y forman importantes componentes de la fracción del zooplancton, especialmente en lagos pequeños y someros. En los ciclópodos de vida libre no existen mecanismos de filtración, sino que las partículas de alimento animal o vegetal son capturadas por las piezas bucales y llevadas a la boca. Las maxilas sujetan y perforan la presa colocándola entre las mandíbulas, cuyos movimientos oscilantes maceran el alimento. Algunas partículas son tragadas intactas y son digeridas diferencialmente. Las diatomeas pueden ser digeridas, mientras que algunas algas verdes, si no han sufrido roturas, pasan a través del intestino sin ser asimiladas. Los ciclópodos carnívoros incluyen especies de los géneros *Macrocylops*, *Acanthocylops*, *Cyclops* y *Mesocylops*. Se alimentan de microcrustáceos, larvas de dípteros y oligoquetos, muchos de los cuales son de mayor tamaño que el mismo copépodo. Los ciclopoideos herbívoros incluyen muchas especies de *Eucyclops*, algunos *Acanthocylops* y *Microcylops*, las cuales se alimentan de una gran variedad de algas, desde diatomeas unicelulares a largas hileras de algas filamentosas (Wetzel, 1981). Las especies carnívoras tienden a ser más grandes que las herbívoras. Parece ser que las especies herbívoras poseen órganos gustativos quimiorreceptores que pueden ayudar en la búsqueda y localización del alimento, o al menos facilitar la discriminación entre las partículas orgánicas e inorgánicas encontradas al azar.

En todos los copépodos de vida libre, la reproducción es sexual. El macho, de manera general presenta un testículo, comunicado con el conducto deferente, el cual produce el fluido seminal que junto con los espermatozoides son encerrados en el espermatóforo, cuyo desarrollo se completa en la vesícula seminal, para pasar al saco espermatóforo y al conducto eyaculatorio hasta salir por el gonoporo. Las hembras pueden presentar el ovario sólo o pareado, cada ovario tiene su propio oviducto el cual desemboca en el gonoporo. Generalmente, los machos son un poco más pequeños y delgados que las hembras, con sus antenas geniculadas las sujetan, mientras le adhieren el espermatóforo en la proximidad del poro genital. Después de la separación de la pareja, los espermatozoides salen del

espermátforo y llegan al receptáculo seminal de la hembra, donde fecundan los óvulos maduros y se forma el envoltorio o saco dentro del cual quedan adheridos a su cuerpo. En los calanoideos, los huevos son transportados en un único saco ovigero en número variable que oscila entre uno y 30; el número de huevos en copépodos es menor en verano y aumenta en otoño. Los huevos pueden comenzar a desarrollarse de inmediato (huevos subitáneos) o entrar en una fase de reposo que a veces dura meses (huevos resistentes); estos huevos normalmente van a caer al sedimento donde sufren un período de diapausa. Algunos copépodos ciclopoideos pasan varios periodos de diapausa en los sedimentos, ya sea en estado de huevo o de copepodito y con o sin enquistamiento. Del huevo sale una larva llamada nauplio que tiene tres pares de apéndices, los cuales son los rudimentos del primer y segundo par de antenas y las mandíbulas, posteriormente estos apéndices aumentan de tamaño, número y complejidad. Los últimos seis estadios larvales se denominan copepoditos, y el último de ellos ya se considera como un adulto. Algunas especies se reproducen a lo largo de todo el año, mientras que otras solamente lo hacen durante determinados periodos del año, que pueden ser muy cortos.

Recientemente, Latinoamérica, y por supuesto México, ha sido considerado como un país poseedor de mega-diversidad (Mittermeier, 1988), sin embargo, dentro del zooplancton sólo se han reconocido aproximadamente 107 especies de cladóceros, de unas 420 descritas en el mundo; 62 de copépodos, de las 2000 conocidas y unos 245 rotíferos de los 2000 conocidos. Lo anterior se debe a que las aguas dulces prácticamente han permanecido sin estudio, a pesar de que se les utiliza para prácticamente todas las actividades humanas, y desde el punto de vista biológico se han llevado a cabo numerosas introducciones, sin reconocer ni siquiera los aspectos básicos de la biología y dinámica de esos sistemas.

Todo lo anterior ha confirmado que México se localiza en una zona transicional entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical y, por lo tanto provista de una diversidad compleja y aún poco conocida.

Por otra parte, en el pasado se consideró que el zooplancton tropical era sumamente pobre en cuanto al número de especies, principalmente por falta del análisis minucioso de cada sistema. Estas afirmaciones falsas, junto con la supuesta distribución cosmopolita de las especies zooplanctónicas han sido rebatidas recientemente por Dumont (1994) y Frey (1987), lo que ha causado un nuevo enfoque y revisión de los sistemas acuáticos tropicales. Por ejemplo Dumont (1994) calculó la presencia de al menos 50 especies de cladóceros en un solo cuerpo de agua dulce tropical, número que al menos equivale a las presentes en uno localizado en las regiones templadas.

## ANTECEDENTES

En México existe una carencia casi absoluta de trabajos faunísticos sobre copépodos, cladóceros y rotíferos, y los pocos que existen al respecto son básicamente de índole descriptiva. Entre estos se pueden citar los de Juday (1915), Ahlstrom (1932), Carlin (1935), Wilson (1936), Sámano (1931; 1936), Ueno (1939), Rioja (1940a y b, 1942), Brehm (1942; 1955) y Osorio Tafall (1942). Después de la década de 1940 no es posible encontrar ningún trabajo hasta la sinopsis taxonómica de los cladóceros, basada en un viaje exploratorio a México y Guatemala realizado por Van de Velde *et al.* (1978). El periodo de falta de actividad coincidió con la inoperancia de la estación Limnológica de Pátzcuaro. Recientemente Flores & Martínez (1993) realizaron un análisis con enfoque limnológico de tres embalses de Aguascalientes, sin embargo mencionaron algunas especies del zooplancton.

En el caso particular de los rotíferos se publicaron recientemente la descripción de una nueva especie (Vilaclara & Sladececk, 1989) y una lista sistemática en el trabajo de Rico y Silva (1993), sin embargo no se ha presentado continuidad en las publicaciones sobre este grupo. Recientemente Silva-Briano & Segers (1992) publicaron una nueva especie de braquiónimo, *Brachionus josefinae*, y Kuticova & Silva-Briano (1994) describieron *Keratella mexicana*, ambas especies del Estado de Aguascalientes. A pesar de lo anterior Nogrady *et al.* (1993), en su revisión sobre el conocimiento de los rotíferos en el mundo, concluyeron que los estudios sobre este grupo en México son incipientes.

En la Tabla 1 se resumen los principales trabajos de rotíferos realizados en nuestro país.

LOCALIDADES	Número de especies	Cita
Xochimilco y Chapultepec	10	Sámano, 1931
Cerca de Chapala, Jal; Río Lerma cerca de Cd. Lerma, Río Salto Cd. Valles SLP y Texcoco.	62	Ahlstrom, 1932
Lago de Pátzcuaro	4	Brehm, 1932
Córdoba, Ver, Xochimilco y Texcoco	47	Carlin-Nilson, 1935
4 Estanques cerca de Actopan	13	Sámano, 1936
Ejutla, Oaxaca, Ixtepec todos del Edo de Oaxaca	6	Hoffman & Sámano, 1938a
El Infiernillo, Veracruz	8	Hoffmann & Sámano, 1938b
Lago de Pátzcuaro y una recopilación	122	Osorio-Tafall 1942

Lago de Pátzcuaro	4	Brehm, 1942
7 Localidades en o cerca de la Cd. de México	35	Vilaclara & Sladececk, 1989
Presa Alzate, cerca de Toluca	7	Suárez, <i>et al.</i> , 1991
Estanque temporal, cerca de la Cd. de Aguascalientes	11	Silva & Segers, 1992
30 Localidades de todo el país	96	Rico & Silva, 1993
Presa Alzate, cerca de Toluca	7	Suárez, <i>et al.</i> , 1993
Pequeño reservorio cerca de Palo Alto, Ags.	6	Kuticova & Silva, 1995
Zona desértica, cerca de Guaymas, Sonora	1	Örstan, 1995

En cuanto a cladóceros, los principales resultados de trabajos, se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2.- Estudios realizados sobre cladóceros en México hasta el año de 1996. El número entre paréntesis señala el número de taxa litorales registrados.

LOCALIDADES	Numero de especies	Cita
1. 3 Localidades cercanas a la Cd. de México	14 (10)	Juday, 1915
2. Algunos cenotes de la Península de Yucatán	10 (1)	Wilson, 1936
3. Lago de Pátzcuaro, Michoacán	4 (1)	Uéno, 1939
4. Lago de Pátzcuaro	9 (3)	Rioja, 1940a
5. Lago San Felipe Xochiltepec, Puebla	7 (3)	Rioja 1942
6. Cd. Valles, San Luis Potosí	2 (1)	Osorio, 1943
7. 10 Localidades en diversos lugares	7 (0)	Brehm, 1955
8. 6 Localidades en el Sureste de México	25(11)	Van de Velde <i>et al.</i> , 1978
9. Lago de Catemaco	2 (1)	Suárez-M. <i>et al.</i> , 1986
10. Lago de Pátzcuaro	6 (1)	Chacón <i>et al.</i> , 1991
11. Reserva de Sian Ka'an	12 (2)	Suárez-M. & Elías-G., 1992
12. Presa J. A. Alzate, México	6(1) 28(11)	Suárez-M, Vázquez-M. & Solís-M., 1993
13. Embalses del Estado de México	26(12)	Elías-G., 1995
14. 17 Localidades en el Norte de México		Rodríguez-A. & Leija-T., 1995
15. Algunas localidades en el Estado de México y Aguascalientes.	1(1)	Ciros-P., Silva-B. & Elías-G., 1996
16. 10 Localidades en el Estado de México	16(10)	Ciros & Elías, 1996
17. 19 embalses y estanques en el Estado de Aguascalientes	31(9)	Dodson & Silva-Briano, 1996



Frey (1982a) realizó una síntesis taxonómica de los trabajos realizados sobre cladóceros en México, donde hizo referencia a menos publicaciones que las anteriormente citadas y estableció que los trabajos en esta región y las Antillas no se han llevado a cabo de manera extensiva, existiendo solo listas de especies de unos cuantos muestreos, sobre todo en la región limnética de algunos sistemas acuáticos, a menudo sin notas sobre la validez de las determinaciones, sinonimias, morfología y ecología. Más de 10 años después Villalobos-Hiriart *et al.* (1993) tomaron como base el mismo trabajo para establecer la biodiversidad del grupo, por lo que no se aprecia un avance importante en el conocimiento de éste, sin embargo concluyeron que puede existir un número aproximado de al menos 100 especies. De este período destaca la descripción de la subespecie *Daphnia laevis tarasca*, procedente del Lago de Pátzcuaro por Kraus (1986).

Por otra parte, Reid (1990) presentó una lista de copépodos para México, América Central y Mar Caribe, donde las especies de calanoideos y ciclopoideos en sistemas epicontinentales apenas suman 36. Tan sólo en Estados Unidos hay más de 100 especies de estos organismos y en Sudamérica tropical un número similar (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993). En el caso de estos organismos, un ejemplo del desconocimiento es Mastigodiatomus montezumae Brehm, 1955 una de las especies con mayor distribución y abundancia en embalses del Estado de México que requirió una redescrición completa y datos distribucionales (Dos Santos, Elías & Silva, 1996).

## OBJETIVOS

En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

*General:*

Determinar la composición específica de los integrantes del zooplancton (rotíferos, cladóceros y copépodos) en diversos cuerpos de agua pertenecientes a la provincia neovolcanense mexicana y algunos aspectos ambientales en que se encuentran.

Con las siguientes metas:

- Reconocer las especies presentes en el zooplancton de lagos naturales, artificiales y sistemas pequeños de naturaleza temporal, como charcas y bordos.
- En el caso de nuevos registros para el país o Estados se realizaron esquemas con su descripción y adiciones a la Colección de Referencia de Zooplancton en la ENEP Iztacala.
- En el caso de especies de cladóceros o rotíferos de interés, por su abundancia, valor económico o indicador, se realizaron cultivos para ampliar el conocimiento que se tiene de su biología.
- En el caso de especies difícilmente diferenciables se elaboró una diagnosis de cada una de ellas.
- Se elaboró una Clave de Determinación para el zooplancton mexicano, de acuerdo con las descripciones de los registros logrados.
- Se estableció el cuadro ambiental en que se encontraron las diversas especies, que comprenda al menos temperatura, transparencia, concentración de oxígeno disuelto, pH, conductividad, profundidad, alcalinidad y dureza.
- De acuerdo a lo anterior, tratar de reconocer especies indicadoras de ciertas condiciones limnológicas particulares.
- En el caso de posibles nuevas especies, se realizó la búsqueda bibliográfica y consulta a especialistas para iniciar la descripción de las mismas.
- Este marcó una continuación sobre el conocimiento que se ha iniciado sobre los sistemas epicontinentales mexicanos en sistemática.

## **METODOLOGÍA**

Se recolectaron 150 muestras, procedentes de sistemas dulceacuícolas grandes y pequeños, entre los que se incluirán los Lagos de Pátzcuaro, Zirahuen y Chapala además de la Laguna de Cuitzeo.

La razón de haber seleccionado la provincia neovolcanense, es que esta región se encuentra a gran altitud y es la región más densamente poblada del país.

En los cuerpos de agua visitados el muestreo biológico y del cuadro ambiental comprendió lo siguiente:

### **Muestreo Biológico:**

Se establecieron dos estaciones en la zona limnética de cada sistema y cuatro litorales de acuerdo con el criterio establecido por Margalef (1983) para embalses, procurando tener representadas las zonas con macrófitas enraizadas, a fin de detectar posibles zonas de cambios. En el caso de charcos y estanques se trabajó una o dos estaciones.

Para conocer la composición del zooplancton se realizó un filtrado, que comprendió al menos 200 l en cada estación, a través de una red cónica de plancton con 50  $\mu\text{m}$  de abertura de malla. En los casos en que la profundidad fue mayor, se realizó el muestreo utilizando una botella tipo Van Dorn, realizando un filtrado de al menos 50 l. En el caso de grandes sistemas con una zona limnética bien definida, se realizaron arrastres superficiales a baja velocidad durante 5 min., con una red cónica de plancton.

Una vez tomadas las muestras se fijaron agregando formaldehído sacarosado al 2% hasta alcanzar una concentración del 4% (Haney & Hall, 1973).

### **Muestreo ambiental:**

Comprendió las mismas estaciones que el biológico. Las muestras de profundidad se colectaron por medio de una botella tipo Van Dorn y se colocaron de la siguiente manera:

En frascos de plástico de 500 ml para alcalinidad, dureza y pH. En frascos ámbar con tapón esmerilado de 125 ml para oxígeno.

La profundidad se determinó con una sondaleza, temperatura con un termómetro de mercurio graduado, transparencia con un disco de Secchi, pH y conductividad con un pHímetro/conductímetro de campo.

En el campo se realizaron las siguientes determinaciones: El oxígeno disuelto por el método Winkler, la alcalinidad por desplazamiento de ácidos débiles con ácido sulfúrico utilizando como indicadores la fenolftaleína y anaranjado de metilo y dureza por titulación con EDTA 1 N (APHA, AWWA Y WPCF, 1980; Golterman, 1969).

Trabajo de laboratorio:

Para la conservación permanente de los organismos se realizaron montajes en gelatina glicerinada y/o formaldehído al 4% glicerinado al 5%.

También se realizaron montajes permanentes con una técnica desarrollada en Brasil que ha tenido bastante éxito (Dos Santos Silva, com. pers.) y microdisecciones, de acuerdo con la técnica de Frey (1979).

Para cada especie trabajada se realizaron esquemas en cámara lúcida y microfotografías. Adicionalmente se realizaron medidas morfométricas de los organismos, las cuales fueron de acuerdo a las principales establecidas por Smirnov (1971) para cladóceros. En el caso de copépodos se realizaron de acuerdo al método de Lindberg (1957).

Fuentes de Información:

La determinación taxonómica se realizó de acuerdo con los trabajos de Brooks (1957 y 1959), Deevey y Deevey (1971), Frey (1980 y 1993), Goulden (1968), Green (1981), Juday (1915), Korovchinsky (1992), Koste (1978), Lindberg (1955), Marsh (1929), Reid (1985 y 1994), Segers (1994 y 1995), Segers & Sarma (1993), Smirnov (1971 y 1992), Van de Velde *et al.* (1978), Wilson, (1959) y descripciones originales para cada caso. En algunos se comparó directamente el material, por lo que en caso de comparaciones, se solicitó a las siguientes instituciones (todas ellas extranjeras, pues la única Colección que se está desarrollando en México en relación al zooplancton de aguas dulces es la de los autores del presente trabajo):

Museo Smithsoniano (USA), en la colección de Artrópodos con la Dra. Paula Rothman, donde se realizó una visita en Agosto de 1996 (Se anexa comprobante). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, en la colección de Invertebrados a cargo del Dr. Celio Magalhaes.

The Natural History Museum (Londres, Inglaterra), en la colección de Inverts II, a cargo de la Dra. Ann Morgan

Universidad de Gante (Bélgica) en la colección de zooplancton, a cargo del Dr. Henri Dumont (crustáceos) y el Dr. Hendrik Segers (rotíferos).

A.N. Severstov Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology of the Russian Academy of Sciences. Rusia. En el grupo de cladóceros se consultó con el Dr. N.N. Smirnov para el caso de las familias Macrothricidae y Chydoridae. Para la familia Sididae y Holopedidae se consultó con el Dr. N. Korovchinsky.

Todos los nuevos registros se integraron en la Colección de Referencia de Zooplankton existente en el Museo de Zoología de la ENEP Iztaacala, que actualmente cuenta con más de 1100 registros. Todas ellas se trabajaron hasta el nivel de especie. También se incluyeron las posibles formas ciclomórficas y ampliaciones de ámbito de las ya depositadas. Se incorporaron 150 nuevas preparaciones de material. También se cuenta con un acervo de aproximadamente 200 muestras de diversos puntos localizados principalmente hacia el Estado de México.

Se complementaron las claves existentes para especies zoplanctónicas del Estado de México.

Se elaboró una base de datos, de acuerdo con el "Instructiva para la conformación de bases de datos compatibles con el sistema nacional de información sobre biodiversidad".

Se elaboró un mapa en formato raster o vectorial para las especies más importantes y con distribución más amplia.

Finalmente, con los resultados obtenidos se marcaron pautas sobre la continuación de este tipo de trabajos.

## RESULTADOS

Los parámetros fisicoquímicos en que se encontraron los organismos se encuentran en la tabla bitácora de la base de datos.

Debido a que es necesario realizar un inventario lo más completo sobre las especies registradas en el país, en las tablas 3 a 5, se incorpora la información histórica conocida sobre los taxa de los tres grupos tratados en este informe. Cabe señalar que los trabajos anteriores a 1980, sobre todo aquellos que tratan con cladóceros, consideraban a este grupo con una distribución cosmopolita, por lo que es necesario revisar varios registros, a fin de corroborar su presencia. Desgraciadamente la gran mayoría del material no fue depositado, por lo que se ha perdido. Esto es particularmente importante para los trabajos realizados (en rotíferos y cladóceros principalmente) por Juday (1915), Wilson (1936), Sámano (1931, 1936), Ahlstrom (1932), Brehm (1932, 1942 y 1955), Carlin-Nilson, 1935, Hoffman & Sámano (1938a y 1938b), Uéno (1939), Rioja (1940 y 1942), Osorio-Tafall (1942 y 1943) y Van de Velde (1978). En el caso de taxa dudosos o cuya presencia en México no ha sido confirmada, se señalan con un signo de interrogación.

Por otra parte, a fin de evitar repeticiones innecesarias y constatar la calidad del trabajo realizado, los resultados detallados y descripciones de cada especie, se presentan en 7 Anexos, los cuales contienen las descripciones de las especies trabajadas y cubren los objetivos planteados para este trabajo. Cada Anexo se constituye en un manuscrito enviado a una revista de prestigio con circulación internacional. En estos se incorpora información de la etapa dentro del proceso editorial en que se encuentra y se anexan las cartas correspondientes (revisión, aceptado o publicado)

En particular, para cada grupo cabe resaltar lo siguiente: la incorporación de al menos 39 nuevos registros de rotíferos para el país, donde del análisis de sólo ocho localidades resultó en 123 taxa de los cuales 28 resultaron ser nuevos registros (ver Anexo 1). Del análisis de las dos lagunas en el cráter del volcán Nevado de Toluca, a pesar de ser un sistema frío y oligotrófico, de acuerdo a la temperatura y transparencia registradas, se detectaron 34 taxa, de los cuales 11 fueron nuevos registros para el país (Anexo 2). En el caso de los cladóceros, como resultado de este trabajo se realizó la descripción de la nueva especie *Macrothrix smirnovi* y el nuevo género y nueva especie *Spinalona anophtalma* (Anexos 3 y 4), ambas especies procedentes de pequeños sistemas pertenecientes a la cuenca del Rio Lerma. Así mismo por primera vez fueron descritos los machos de *Camptocercus dadayi* y *Leydigia leydigi*, además de agregar dos nuevos registros que fueron *Eurycercus longirostris* y *Biapertura intermedia* (Anexo 5). En el caso de los copépodos, se realizó la re-descripción de *Microdiaptomus cokeri* (Anexo 6), al cual, en virtud de características únicas con respecto a la segmentación de los apéndices torácicos uno a cuatro, se le

propuso la creación de la subfamilia Microdiaptominae, por otra parte se amplió el ámbito de distribución de 7 especies y se describió por primera vez la hembra de *Leptodiaptomus mexicanus* Marsh, 1929 (Ver Anexo 7). Esta última especie se conocía solamente a partir de un macho, colectado cerca de la Cd. de México y depositado en el Museo Smithsoniano (Número de Catálogo USNM-66304). Dicho material fue recolectado en un sitio y fecha indeterminados, por C.D. Campbell. La referencia al lugar menciona un sitio cercano al Distrito Federal, de acuerdo con la tarjeta original del material. Por esta razón la información de este material en particular no se incorporó a la base de datos, sin embargo ya se encuentra registrado todo el material depositado que hace referencia a este taxón. No se designaron neotipos para *M. cokeri*, por las razones expuestas en el Artículo 75, inciso b del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (Versión de 1985). Finalmente, se realizó un trabajo de tesis, la cual formó parte del trabajo generado por este proyecto (Anexo 8). Los resultados más relevantes y aportaciones realizadas en esta tesis se incluyen en el trabajo señalado en el Anexo 7.

Por otra parte cabe señalar que se incorporaron registros en la base de datos, que incluyó las siguientes especies depositadas en instituciones extranjeras:

Museo Smithsoniano, con información del siguiente material:

*Macrothrix mexicanus*

*Macrothrix smirnovi*

*Microdiaptomus cokeri*

*Leptodiaptomus mexicanus* colectados por nuestro grupo de trabajo

*Spinalona anophtalma*

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, con la siguiente información

*Macrothrix smirnovi*

The Natural History Museum (Londres, Inglaterra) con material correspondiente a:

*Macrothrix mexicanus*

*M. smirnovi*

Universidad de Gante (Bélgica), con la siguiente información:

*Spinalona anophtalma*

Zoological Museum of Moscow University, Rusia con datos sobre

*Macrothrix smirnovi*

También se realizó una visita, con fondos propios, al Museo Smithsoniano en Washington D.C., con la finalidad de revisar el material mexicano y realizar comparaciones de algunos taxa con problemas en su asignación taxonómica. Entre estos se comparó material original con el nuevo registro de *L. assiniboiaensis* y otros taxa que requirieron comparación directa, entre los que

destacaron *L. mexicanus*, *Ilyocryptus agilis*, *I. gouldeni*, *Alona circumfibrata*, *A. setulosa*, *M. brachycephala*, *Alona lapidicola* y *Alona borealis*.

A continuación se presenta la información en tablas.

TABLA 3. Especies de rotíferos registradas en México.

Las especies marcadas con un \*, son contribución de los trabajos realizados por nuestro grupo de trabajo y constituyen nuevos registros para el país. No todas las especies de la lista están incluidas en la base de datos adjunta hasta el momento, debido a que en algunos casos fueron obtenidas de la bibliografía y no se han vuelto a registrar. Las especies marcadas con \*\* se encuentran documentadas en la colección de referencia, aunque no constituyan nuevos registros. A. Sámano, 1931 and 1936; B. Ahlstrom, 1932; C. Brehm, 1932; D. Carlin-Nilson, 1935; E. Hoffman & Sámano, 1938a and b; F. Uéno, 1939; G. Rioja, 1940; H. Brehm, 1942; I. Osario-Tafall, 1942; J. Rioja, 1942; K. Vilaclara & Sladeczek, 1989; L. Silva & Segers, 1992; M. Rico & Silva, 1993; N. Katicova & Silva, 1995. La primera columna señala la distribución: C: Cosmopolita, T: Tropicales, Tn: Tropicopolitas, H: Holárticos, Pt: Pantropicales; St: Subtropicales, A: Asiáticos; N: Norteamericanas, E: Europeas, AS: Australianas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Order: Ploimida														
1. Family: Epiphanidae														
1. <i>Epiphanes clavatula</i> (Ehrenberg, 1832)	C			x	x									
2. <i>Epiphanes macrourus</i> (Barrois & Daday, 1894)*	C													
2. Family: Brachionidae														
3. <i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	St	x			x					x	x		X	
4. <i>Branchionus angularis</i> (Gosse, 1851)	C	x	x		x	x	x		x	x	x		x	
5. <i>Branchionus bidentatus</i> Anderson, 1889	C											x	x	
6. <i>Branchionus budapestinensis</i> (Daday, 1885)	C	x							x	x			X	
7. <i>Branchionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	C	X		X						x	x		X	
8. <i>Branchionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	C								X		X		x	
9. <i>Branchionus dimidiatus</i> (Bryce, 1931)	C								X	X				
10. <i>Branchionus dolabratus</i> Harring, 1915	C								X	X				
11. <i>Branchionus falcatus</i> Zacharias, 1898	C								X	X			X	
12. <i>Branchionus havanensis</i> Rousselet, 1911	S		X	X	X	X	X		X	X	X		X	
13. <i>Branchionus josefinae</i> Silva-Briano & Segers, 1992	N											X		
14. <i>Branchionus patulus</i> (O. F. Muller, 1786)	C		X							X			X	
15. <i>Branchionus plicatilis</i> (O. F. Muller, 1786)	C								X				X	
16. <i>Branchionus polyacanthus</i> (Ehrenberg, 1834)	C													
17. <i>Branchionus pterodinooides</i> (Rousselet, 1913)	A		X	X										
18. <i>Branchionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	C			X						X		X	X	
19. <i>Branchionus rubens</i> (Ehrenberg, 1838)	C								X	X	X	X		
20. <i>Branchionus urceolaris</i> (O. F. Muller, 1773)	C								X	X		X		
21. <i>Kellicottia bosteniensis</i> (Rousselet, 1908)	N										X		X	
22. <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	H		X							X				
23. <i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	C			X		X	X	X					X	
24. <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	C	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
25. <i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)	ST												X	



26. <i>Keratella mexicana</i> Kutikova & Silva-Briano,		N								X
27. <i>Keratella serrulata</i> (Ehrenberg, 1838)"	C									
28. <i>Keratella tmpica</i> (Apstein, 1907)	St			X						X
29. <i>Itratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)	C							X		X
30. <i>Notholca fofiacea</i> (Ehrenberg, 1838)	C		X							
31. <i>Notholca striate</i> (O. F. Muller, 1786)	C		X					X		
32. <i>Paranuraeopsis quadriantennata</i> Koste. 1974*	S									
33. <i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	C		X					X	X	X
3. Family: Euchlanidae										
34. <i>Beauchampielle eudactylota</i> (Gosse, 1886) C										X
35. <i>Dipfeuchlanis propatula</i> (Gasse, 1886)'	C									
36. <i>Euchlarris deflexa</i> (Gosse, 1851)	C									X
37. <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	C		X		X	X				X
38. <i>Euchlanis incisa</i> Carlin, 1939*	C									
39. <i>Euchlanis oropha</i> Gosse, 1887	C		X							
40. <i>Euchlanis triquetra</i> Ehrenberg, 1838	N							X		
41. <i>Tripleuchlanis plicata</i> (Levander, 1894)'	C									
4. Family: Mytilinidae										
42. <i>Lophocharis oxystemon</i> (Gosse, 1851)	C		X							
43. <i>Lophocharis salpirra</i> (Ehrenberg, 1834)	C		X							
44. <i>Mytilina acanthophora</i> Hauer, 1938*	S									
45. <i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912)"	EA									
46. <i>Mytilina mucronata</i> (C. F. Muller, 1773)	C		X			X				X
47. <i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	C		X			X				
5. Family: Trichotriidae										
48. <i>Trichotria pocillum</i> (O. F. Muller, 1776)	C									X
49. <i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	C		X							X
50. <i>Volga spinifera</i> (Western, 1894)"	C									
6. Family: Colurellidae										
51. <i>Colurella adriatica</i> (Ehrenberg, 1831)	C					X			X	
52. <i>Colurella bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)		X	X							
53. <i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	C	X								
54. <i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	C				X	X				
55. <i>Colurella uncinata</i> (O. F. Muller, 1773)	C				X	X				
56. <i>Lepadelia acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	C		X			X				
57. <i>Lepadelia cristata</i> (Rousselet, 1893)	C								X	
58. <i>Lepadelia ehrenbergi</i> (Perty, 1850)'	C									
59. <i>Lepadelia latusinus</i> (Hilgendorf, 1899)	StT				X	X				
60. <i>Lepadelia ovalis</i> (O. F. Muller, 1786)	C		X			X				X
61. <i>Lepadelfa patella</i> (C. F. Muller, 1786)	C		X			X			X	X
62. <i>Lepadelia quinquecostata</i> (Lucks, 1912)	C				X	X				
63. <i>Lepadella rhomboides</i> (Gasse, 1886)'	C									
64. <i>Lepadella triptera</i> (Ehrenberg, 1830)	C				X	X				
65. <i>Squatinefla mutica</i> (Ehrenberg, 1832)'	H									
7. Family: Lecanidae										
66. <i>Lecane aculeata</i> (Jakubski, 1912)*	C									
67. <i>Lecane arcuata</i> (Bryce, 1891)	C								X	
68. <i>Lecane aspasia</i> Myers, 1917	C				X	X				
69. <i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	C		X							X
70. <i>Lecane candida</i> Harring & Myers, 1926	NA							X		
71. <i>Lecane clara</i> (Bryce, 1892)	C								X	
72. <i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	C		X			X				X
73. <i>Lecane cornuta</i> (O.F. Müller, 1786)	C		X			X				X
74. <i>Lecane crepida</i> Harring, 1914	Tn							X		
75. <i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	C		X			X				
76. <i>Lecane elsa</i> Hauer, 1931'	C									
77. <i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)	C	X			X					

78	<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)*	C						
79	<i>Lecane hamaca</i> (Stokes, 1896)	C		X		X	X	X
80	<i>Lecane hastata</i> (Murray, 1913)	C						X
81	<i>Lecane hornemanni</i> (Ehrenberg, 1834)*	C						
82	<i>Lecane inermis</i> (Bryce, 1892)	C					X	
83	<i>Lecane inopinata</i> Harring & Myers, 1926*	C						
84	<i>Lecane ludwigi</i> (Eckstein, 1883)	C		X	X	X		
85	<i>Lecane luna</i> (O. F. Muller, 1776)	C	X	X		X	X	X
86	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	C	X			X		X
87	<i>Lecane nana</i> (Murray, 1913)*	C						
88	<i>Lecane obtusa</i> (Murray, 1913)	C					X	
89	<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	Pt		X				
90	<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	C				X		X
91	<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	C		X		X		X
92	<i>Lecane rhenana</i> Hauer, 1929'	C						
93	<i>Lecane scutata</i> (Haring & Myers, 1926)*	C						
94	<i>Lecane sola</i> Hauer, 1936*	T						
95	<i>Lecane stenroosi</i> (Meissner, 1908)	C					X	
96	<i>Lecane stichaea</i> Harring, 1913	C					X	X
97	<i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914	C						X
98	<i>Lecane thalera</i> (Harring & Myers, 1926)	C						
99	<i>Lecane unguulate</i> (Gosse, 1887)*	C						
8 Family: Proalidae								
100	<i>Proales decipiens</i> (Ehrenber, 1831)*	C						
9 Family: Lindiidae								
101	<i>Lindia torulosa</i> Dujardin, 1841*	C						
10. Family: Notommatidae								
102	<i>Cephalodella apocolea</i> Myers, 1924*	C						
103	<i>Cephalodella catellina</i> (O. F. Muller, 1786)	C						X
104	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1832)*	C						
105	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1838)	C		X				X
106	<i>Cephalodella gigantea</i> Remane, 1933*	C						
107	<i>Cephalodella hoodi</i> (Gosse, 1896)	C					X	
108	<i>Cephalodella panarista</i> Myers, 1924	NE		X				X
109	<i>Cephalodella tenuiseta</i> (Burn, 1890)*	H						
110	<i>Itura chamadis</i> Harring & Myers, 1928	N		X				
111	<i>Monommata arndti</i> Remane, 1933*	C						
112	<i>Notommata cyrtopus</i> Gosse, 1886*	C						
113	<i>Notommata falcinella</i> Harring & Myers, 1921*	NE						
114	<i>Notommata glyphura</i> Wulfert, 1935*	C						
115	<i>Notommata pachyura</i> (Gosse, 1886)*	C						
116	<i>Notommata saccigera</i> Ehrenberg, 1832*	C						
117	<i>Notommata tripus</i> Ehrenberg, 1838	C						
118	<i>Scaridum longicaudum</i> (O. F. Muller, 1786)	C				X	X	
119	<i>Taphrocampa anulosa</i> Gasse, 1851*	C						
120	<i>Taphrocampa selenura</i> (Gosse, 1887)*	C						
11 Family: Trichocercidae								
121	<i>Ascomorphella volvocicola</i> (Plate, 1886)	C						X
122	<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	C			X	X		
123	<i>Trichocerca bidens</i> (Lucks, 1912)*	C						
124	<i>Trichocerca brachyura</i> (Gosse, 1851)	C						X
125	<i>Trichocerca capusina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	C					X	X
126	<i>Trichocerca collaris</i> (Rousselet, 1896)*	C						
127	<i>Trichocerca dixonnuttalli</i> Jennings, 1903	C						X
128	<i>Trichocerca elongate</i> (Gosse, 1886)*	C						
129	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	C		X				X
130	<i>Trichocerca porcellus</i> (Gasse, 1886)	C		X				
131	<i>Trichocerca pusilla</i> (Laterbourn, 1898)	C			X	X		

132	<i>Trichocerca roses</i> (Stenroos, 1898)*	NE							
133	<i>Trichocerca rousseleti</i> (Vogt, 1902)	C							X
134	<i>Trichocerca ruttneri</i> (Donner, 1953)*	C							
135	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	C							X
136	<i>Trichocerca stylata</i> (Gosse, 1851)	C		X					X
137	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)*	C							
138	<i>Trichocerca tigris</i> (O. F. Muller, 1786)	C		X					
139	<i>Trichocerca weberi</i> (Jennings, 1903)*	C							

12 Family: Gastropodidae

140	<i>Ascomorpha ecaudis</i> (Perty, 1850)	C?							X
141	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)	C							X
142	<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	C?							X
143	<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehrenberg, 1838)*	C							

13 Family: Synchaetidae

144	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	C						X		X
145	<i>Polyarthra euryptera</i> Wierzejski, 1893	C		X						X
146	<i>Polyarthra major</i> Burckardt, 1900	C							X	X
147	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	C								X
148	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	C		X	X	X	X	X	X	X
149	<i>Synchaeta longipes</i> Gosse, 1887	C		X						
150	<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	C								X
151	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	C								X
152	<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893	C								X
153	<i>Synchaeta tremula</i> (O. F. Muller, 1786)	C								X

14, Family: Asplanchnidae

154	<i>Asplanchna brightwelli</i> (Gosse, 1850)	C		X					X	X	X
155	<i>Asplanchna girodi</i> (De Guerne, 1888)	C									X
156	<i>Asplanchna intermedia</i> (Hudson, 1886)*	C									
157	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	E		X	X		X		X		X
158	<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig, 1854)	C				X	X		X		X
159	<i>Asplanchna silvestres</i> (Daday, 1902)	H									

15 Family: Dicranophoridae

160	<i>Aspelta testes</i> Harring & Myers, 1928*	H									
161	<i>Dicranophorus caudatus</i> (Ehrenberg, 1834)*	C									
162	<i>Dicranophorus forcipatus</i> (O. F. Muller, 1786)*	C									
163	<i>Dicranophorus uncinatus</i> (Milne, 1886)*	C									

Order: Gnesiotrocha

1 Family: Testudinellidae

164	<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851	C		X					X		X
165	<i>Pompholyx sulcata</i> (Hudson, 1885)	C							X		X
166	<i>Testudinella caeca</i> (Parsons, 1892)	C			X	X		X			
167	<i>Testudinella emerginula</i> (Stenroos, 1898)*	T									
168	<i>Testudinella mucronata</i> (Gosse, 1886)	C		X		X					
169	<i>Testudinella parva</i> (Tarnetz, 1892)	C									X
170	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	C		X		X					
171	<i>Testudinella reflexa</i> (Gosse, 1887)	C		X							

2 Family: Flosculariidae

172	<i>Sinantherina socialis</i> (Linnaeus, 1758)	C		X	X						
-----	---	---	--	---	---	--	--	--	--	--	--

3 Family: Conochilidae

173	<i>Conochilus dossaurius</i> (Hudson, 1875)	C									X
-----	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

174	<i>Conochilus natans</i> (Selgo, 1900)	St	X															X
175	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	C	X	X	X	X	X	X										X
4 Family: Hexarthridae																		
176	<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	C	X										X					X
177	<i>Hexarthra intermedia</i> Wiszniewski, 1929	St		X	X	X	X	X	X	X								X
178	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	St																X
5 Family: Filiniidae																		
179	<i>Filinia cornuta</i> (Weisse, 1847)	C																X
180	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	C	X	X														X
181	<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	C	X	X														X
6. Family: Trochosphaeridae																		
182	<i>Horaella thomassoni</i> Koste, 1973	S																X
7 Family: Collothecidae																		
183	<i>Collotheca pelagica</i> (Rousselet, 1893)	Af											X					X
184	<i>Collotheca riverai</i> Vilaclara & Sladeczek, 1989	N															X	

Tabla 4. Lista de especies de cladóceros conocidos en México.

Las columnas indican las siguientes citas: A. Juday, 1915; B. Wilson, 1936; C. Uéno, 1939; D. Rioja, 1940; E. Rioja, 1942; F. Osorio-Tafall, 1943; G. Brehm, 1955; H. Van de Velde, 1978; I. Suárez, 1986; J. Chacón *et al.*, 1991; K. Suárez & Elías, 1992; L. Suárez, Vázquez & Solis, 1993; M. Elias-Gutiérrez & Zamuriano, 1994; N. Elias-Gutiérrez, 1995; O. Rodríguez-Almaraz, 1995; P. Ciro-Pérez & Elias-Gutiérrez, 1996; Q. Ciro-Pérez, Silva-Briano & Elías-Gutiérrez, 1996; R. Dodson & Silva-Briano, 1996. Las especies marcadas con \* se encuentran registradas en la colección de referencia de zooplancton de la ENEP Iztacala.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
<b>Orden Ctenopoda</b>																		
<b>Familia Sididae</b>																		
1. <i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981*														X				X
2. <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lévin, 1848)	X		X	X				X		X								
3. <i>Latonopsis australis-group</i> (Sars, 1888)																		
4. <i>?Lafonopsis fasciculata</i> Daday, 1905			?								X							
5. <i>Pseudosida sp.</i>															X			
6. <i>Sida crystallina</i> (Of. M(iller, 1776)															X			
<b>Orden Anomopoda</b>																		
<b>Familia Daphniidae</b>																		
7. <i>Ceriodaphnia cornuta slat.</i> Sars, 1885		X									X							
8. <i>C. cf. dubia</i>																		X
9. <i>C. dubia</i> Richard, 1894*														X				
10. <i>C. lacustris</i> Birge, 1893			X	X		X												X
11. <i>C. laticaudata</i> Miller, 1867*															X			
12. <i>C. pulchella</i> Sars, 1862	X																	
13. <i>?C. quadrangula</i> (O.F. Miller, 1785)								X							X			
14. <i>?C. reticulafa</i> (Jurine, 1820)								X			X							X
15. <i>C. rigaudi</i> Richard, 1894										X					X			X
16. <i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947*							X							X	X			X

17. <i>D. exilis</i> Herrick, 1895*								X		
18. <i>D. galeata</i> Sars, 1864*	X			X		X				
19. <i>D. galeata mendotae</i> (Birge, 1918)*								X		X
20. <i>D. hyalina</i> Leydig, 1860	X	X				X	X			
21. <i>D. laevis</i> Birge, 1878*				X				X		X
22. <i>D. longispina</i> O.F. Müller, 1785	X	X	X			X	X			
23. <i>D. middendorffiana</i> Fischer, 1851*									X	
24. <i>D. obtusa</i> Kurz, 1875*									X	
25. <i>D. parvula</i> Fordyce, 1901*								X	X	X
26. <i>D. pulex</i> Leydig, 1860*	X			X	X		X	X		X
27. <i>D. pulcaria</i>										X
28. <i>D. retrocurva</i> Forbes, 1882										
29. <i>D. schodleri</i> Sars, 1862*								X		X
30. <i>D. shmilis</i> Claus, 1876								X		X
31. ? <i>D. dubia</i> Herrick, 1895										X
32. <i>Scapholeberis armata freyi</i> Dumont & Pensaert, 1983*									X	X
33. <i>Simocephalus exspinosus</i> (Koch, 1841)*									X	
34. ? <i>Scapholeberis kingi</i> Sars, 1903					X				X	X
35. ? <i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Müller, 1776)	X									
36. <i>Scapholeberis microcephala</i>										X
37. <i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	X			X		X	X		X	
38. <i>Simocephalus vetulus efizabethae</i> (King, 1853)				X				X		X
39. <i>Simocephalus vetulus</i> Schoedler, 1858*	X									
<b>Familia Moinidae</b>										
40. <i>Moina macrocopa americana</i> Goulden, 1968*									X	
41. <i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)							X		X	
42. <i>M. micrura</i> Kurz, 1874*	X			X		X		X	X	X
43. <i>M. reticulata</i> (Daday, 1905)				X						
44. <i>M. wierzejskii</i> Richard, 1895*									X	
45. <i>M. affinis</i> Birge, 1893	X					X				
46. <i>Moinodaphnia macleayi</i> King, 1853				X						
<b>Familia Bosminidae</b>										
47. <i>Bosmina hagmani</i> Stingelin, 1904				X						X
48. <i>B. longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)*	X	X	X		X	X	X		X	X
49. <i>B. longispina</i> (O.F. Müller)			X							
50. <i>B. tubicen</i> Brehm, 1953										X
51. <i>B. coregoni</i> (Baird, 1850)								X		
52. <i>B. chilense</i> Daday, 1902*								X		
53. <i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895					X					
<b>Familia Macrothricidae</b>										
54. <i>Macrothrix laticornis</i> (Fischer, 1851)					X			X	X	
55. <i>M. mexicanus</i> Ciro, Silva & Elias, 1996*										X
56. <i>M. spinosa</i> King, 1853										X
57. <i>M. triseriatis</i> (Brady, 1866)*									X	
58. ? <i>Macrothrix</i> cf. <i>laticornis</i> *										X
59. <i>M. hirsuticornis</i> Norman & Brady, 1867								X		
60. <i>M. rosea</i> (Jurine, 1820)	X					X		X		
61. <i>Macrothrix smirnovi</i> n. sp.*										
<b>Familia Ilyocryptidae</b>										
62. <i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878*										
63. <i>I. spinifer</i> (Brady, 1886)	X				X			X		
<b>Familia Chydoridae</b>										
64. ? <i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars, 1862)		?				?				
65. <i>Afona circumfimbriata</i> Megard, 1967*								X		
66. <i>A. costata</i> Sars, 1901			X							
67. <i>A. davidi</i> Richard, 1895					X					
68. <i>A. diaphana</i> King, 1853*										
69. <i>A. eximia</i> Kiser, 1948					X					
70. <i>A. guttata</i> Sars, 1872					X					
71. <i>A. monacantha monacantha</i> Sars, 1901					X					
72. <i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)*								X		

73. <i>Alona cambouei</i> Guerne & Richard, 1893									
74. <i>Alona</i> cf. <i>setulosa</i> Megard, 1967*									
75. <i>Alona</i> sp. nov.*							X		
76. <i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)*								X	
77. <i>Biapertura karua</i> (King, 1853)*								X	
78. <i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860)*									X
79. <i>Chydorus</i> cf. <i>brevilabris</i> Frey, 1980*									X
80. <i>Chydorus</i> cf. <i>eurynotus</i> Sars, 1901 *									X
81. <i>C. eurynotus</i> Sars, 1901					X				
82. ? <i>C. sphaericus</i> O.F. Wüller, 1785	X		X		X		X	X	
83. <i>Camptocercus dadayi</i> Stingerlin, 1913*							X		X
84. <i>Chydorus brevilabris</i> Frey, 1980*									X
85. <i>Chydorus</i> sp.							X		
86. <i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901 *									
87. <i>D. setigera</i> (Birge, 1879)									
88. <i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)							X		
89. <i>Disparalona</i> cf. <i>hamata</i>									X
90. <i>Disparalona hamata</i> (Birge, 1910)								X	X
91. <i>Dunhevedia crassa</i> King, 1853*	X		X						X
92. <i>Ephemorophorus barroisi</i> Frey, 1987									
93. <i>Ephemorophorus</i> cf. <i>poppei</i> Frey, 1987									
94. <i>E. hybridus</i> Frey, 1987*									X
95. <i>Ephemoroporus acanthodes</i> Frey, 1982*									X
96. <i>Euryalona orientales</i> (Daday, 1898)					X				
97. <i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1785)	X								
98. <i>Graptolebens testudinaria</i> (Fischer, 1848)	X								
99. <i>Kurzia longirostris</i> (Daday, 1898)					X				
100. <i>Kurzia</i> cf. <i>latissima</i>									X
101. <i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1874)*	X							X	
102. <i>Leydigia leydigi</i> (Schoedler, 1862)*							X		
103. <i>L. quadrangularis</i> (O.F. Willer, 1785)								X	
104. <i>Leydigia acanthocercoides</i> (Schoedler, 1862)*								X	X
105. <i>Pleuroxus</i> cf. <i>varidentatus</i> Frey, 1993*									
106. <i>Pleuroxus denticulatus</i> Birge, 1879*	X				X				
107. <i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843)*	X								X
108. <i>Spinalona anophtalma</i> n. gen. n. sp.*									

TABLA 5. Taxa de copépodos ciclopoideos y calanoideos encontrados en México.

Las especies marcadas con asterisco (\*) constituyen nuevos registros para México (se encuentran depositados en la colección de referencia) y la especie marcada con cruz (+) es el primer registro de la hembra de ese taxón. A. Reid, 1990; B. Suárez, *et al.*, 1996; C. Fiers, *et al.*, 1996; D. Dos Santos-Silva, *et al.*, 1996; E. Dodson & Silva-Briano, 1996, F. Elías *et al.* (en revisión).

TAXA	A	B	C	D	E	F
ORDEN CYCLOPOIDA						
1 <i>Acanthocyclops robustos</i> (Bars, 1863)	X				X	
2 <i>Acanthocyclops exilis</i>					X	
3 <i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	X					
4 <i>Apocyclops panamensis</i> (Marsh, 1919)	X	X				
5 <i>Diacyclops bernardi</i> (Petkovski, 1986)		X				

6	<i>Diacyclops chakan</i> Fiers & Reid, 1996			X	
7	<i>Diacyclops puuc</i> Fiers, 1996			X	
8	<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1836)	X			X
9	<i>Ectocyclops rubescens</i> Brady, 1904 *				X
10	<i>Eucyclops agilis</i> (Koch, 1838)	X	X		
11	<i>Eucyclops bondi</i> Kiefer, 1934		X		
12	<i>Eucyclops</i> cf. <i>bondi</i> *				X
13	<i>Eucyclops</i> cf. <i>prionophorus</i> Kiefer, 1931 *				X
14	<i>Eucyclops</i> cf. <i>solitarius</i> Herbst, 1959 *				X
15	<i>Eucyclops conrowae</i> Reid, 1992		X		
16	<i>Eucyclops festivus</i> Lindberg, 1955	X			
17	<i>Eucyclops pseudoensifer</i> Oussart, 1984 *				X
18	<i>Eucyclops</i> sp. Herbst, 1959				
19	<i>Homocyclops ater</i> (Herrick, 1882)	X	X		
20	<i>Halicyclops caneki</i> Piers, 1995		X		
21	<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	X	X		X
22	<i>Macrocyclops fuscus</i> (Jurine, 1820)	X			
23	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	X			
24	<i>Mesocyclops edax</i> (Forbes, 1891)	X	X		X
25	<i>Mesocyclops reidae</i> Petkovski, 1986	X	X		
26	<i>Mesocyclops longisetus</i> (Thiébaud, 1914)		X		
27	<i>Mesocyclops longisetus curvetus</i> Oussart, 1987		X		
28	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard. 1897)	X			
29	<i>Microcyclops ceibaensis</i> (Marsh, 1919)	X	X		
30	<i>Mesocyclops chaci</i> Fiers, 1996			X	
31	<i>Mesocyclops yutsil</i> Reid, 1996			X	
32	<i>Microcyclops rubellus</i> (Marsh, 1919)		X		
33	<i>Microcyclops bicolor</i> (Sars, 1863)	X			
34	<i>Microcyclops dubitabilis</i> Kiefer, 1934 "				X
35	<i>Microcyclops rubellus</i> (Lilljeborg, 1901)		X		
36	<i>Microcyclops varicans</i>				X

37	<i>Neutrocyclops brevifurca</i> (Lowndes, 1934)		X		
38	<i>Orthocyclops modestus</i> (Herrick, 1883)	X			
39	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	X	X		X
40	<i>Paracyclops fimbriatus chiltoni</i> (Thomson, 1882)	X	X		
41	<i>Thermocyclops inversos</i> (Kiefer, 1936)	X	X		X
42	<i>Thermocyclops tenuis</i> (Marsh, 1909)	X	X		X
43	<i>Tropocyclops extensus</i> Kiefer, 1931	X			X
44	<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer, 1860)	X	X		
45	<i>Tropocyclops prasinus aztequei</i> Lindberg, 1955	X	X		
46	<i>Tropocyclops prasinus mexicanus</i> (Kiefer, 1938)	X	X		
47	<i>Tropocyclops extensus</i> Kiefer, 1931		X		
ORDEN CALANOIDA					
48	<i>Agladiaptomus clavipes</i> (Schacht, 1897)	X			
49	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i> (Marsh, 1907)		X		
50	<i>Leptodiaptomus assiniboiaensis</i> (Anderson, 1971) *				X
51	<i>Leptodiaptomus connexus</i> (Light, 1938)	X			
52	<i>Leptodiaptomus</i> cf. <i>signicauda</i>				X
53	<i>Leptodiaptomus mexicanus</i> (Marsh, 1929) +	X			
54	<i>Leptodiaptomus novamexicanus</i> (Herrick, 1895)	X	X		X
55	<i>Leptodiaptomus siciloides</i> (Lilljeborg, 1889)	X		X	X
56	<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i> (Herrick, 1895)	X	X	X	X
57	<i>Mastigodiaptomus nesus</i> Bowman, 1986		X		
58	<i>Mastigodiaptomus montezumae</i> (Brehm, 1955)	X		X	X
59	<i>Mastigodiaptomus texensis</i> (Wilson, 1953)	X	X		
60	<i>Microdiaptomus cokeri</i> (Osorio Tafall, 1942)	X			
61	<i>Pseudodiaptomus marshi</i> Wright, 1936		X		
62	<i>Skistodiaptomus oregonensis</i> (Lilljeborg, 1889)	X			



## Consideraciones finales

Se puede concluir que el presente proyecto tuvo logros significativos, entre los que destacan que un 30% de los rotíferos, 51% de cladóceros y 36% de los copépodos registrados para todo el país desde el inicio del presente siglo, se encuentran representados en la base de datos que se entrega y por lo tanto en la Colección de Referencia del Zooplancton de Aguas Dulces. Cabe señalar que al menos un 8.5% de los cladóceros requiere confirmación, pues se trata de registros viejos (o recientes) que no consideraron el no-cosmopolitanismo de dichas especies, las cuales fueron descritas originalmente fuera del continente americano. Estos datos no toman en cuenta que en la Colección de Referencia se encuentran también representados numerosas taxa procedentes del resto del mundo y que no se incorporaron en la base de datos que se proporcionó a la CONABIO, ya que el interés fundamental se concentró en las especies mexicanas.

Por otra parte, la fauna de sistemas acuáticos epicontinentales netropicales no es pobre o representada por especies tolerantes a altas temperaturas, como lo han sugerido algunos autores para otros sistemas tropicales (ej. Fernando, 1980, Fernando & Kanduru, 1984), sino por el contrario sumamente rica en especies, sin embargo con una abundancia baja (obs. pers.), por lo que al aplicar métodos de muestreo que consideran bajos volúmenes de filtrado y sólo una prospección limitada de los numerosos microhábitats presentes en cualquier sistema, gran cantidad de las especies presentes pasan desapercibidas.

El incremento del número de especies registradas o confirmadas en los últimos diez años contrasta dramáticamente con el resto del período en que se han analizado las faunas de las aguas dulces mexicanas, el cual se inició a principios de siglo, con las expediciones de Juday (1915). Es así que desde 1989 a la fecha se han confirmado o incorporado al inventario nacional un 35.5 % de los rotíferos; a partir de 1986 un 72% de los cladóceros, y a partir de 1990 un 77.4% de los copépodos conocidos hasta el momento. Es de esperarse que conforme avancen este tipo de trabajos, los números presentados hasta el momento sufran incrementos significativos, sobre todo al explorarse las aguas del sureste y regiones semidesérticas del país, las cuales han sido parcialmente estudiadas, o como en el caso de las segundas, donde se desconoce prácticamente cualquier aspecto de su microfauna.

Durante el desarrollo del proyecto se logró el reconocimiento de una nueva especie, un nuevo género y la descripción de una nueva subfamilia, así como la descripción de un macho desconocido y otro por primera vez para material del

país, además de dos nuevos registros, lo cual señala un aporte significativo al conocimiento de la fauna. Además implica la necesidad de hacer énfasis en el reconocimiento de hábitats o lugares normalmente no explorados por los estudiosos del zooplancton epicontinental, entre los que destacan la exploración de cavernas inundadas, charcos temporales y la zona litoral de sistemas grandes y pequeños.

En el caso de los cladóceros se hace patente la necesidad de reconocer no solamente las formas partenogenéticas, sino el resto de su ciclo vital, lo cual involucra hembras epipiales y machos, todos ellos en distintos grados de desarrollo, lo cual permite un análisis sistemático donde las posibilidades de errores disminuyan. Es recomendable llevar a cabo la búsqueda de formas epipiales y machos al final de la época de estiaje, es decir en los meses de febrero a mayo, cuando el nivel de los sistemas disminuye, pero no se han secado por completo.

Por otra parte, tal como se concluye en el Anexo 5, aproximadamente la mitad de los registros conocidos para México requieren confirmación de su presencia.

México presenta una mezcla de especies características de Sudamérica y Norteamérica, curiosamente en el caso de los cladóceros de la familia Daphniidae predomina la invasión de formas procedentes del norte del continente, mientras en la familia Chydoridae y copépodos se trata de especies procedentes o compartidas con el sur. Las razones para este fenómeno se desconocen hasta el momento.

Desde el punto de vista ambiental, se pudo apreciar que en sistemas sometidos a tensión ambiental fuerte por contaminación (ej., la presa Antonio Alzate), la cual se evaluó únicamente por el color y olor del agua, se presentó una asociación de los géneros *Daphnia-Moina*, que al parecer son las especies de cladóceros más resistentes. En el caso de rotíferos se observó un predominio del género *Brachionus* con diversas especies, mientras los copépodos prácticamente desaparecieron.

Agradecimientos:

A El Colegio de la Frontera Sur, por las facilidades brindadas para elaborar este informe final, particularmente al Dr. Eduardo Suárez Morales, quien además colaboró en los trabajos de identificación y descripción de algunas de las especies aquí presentadas.

## **Observaciones a la base de datos**

A continuación se da respuesta a las acciones esperadas con respecto a la Segunda Evaluación de la Base de Datos asociada al Proyecto H112 "**Zooplankton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos**". Dichas respuestas siguen rigurosamente el orden en que se señalaron en el documento correspondiente:

### **18.- Registros nulos o vacíos:**

Se incorporaron los datos faltantes en el campo NoMuestra de la tabla BITACORA.

El registro 50 se incorporó ya.

El ejemplar 212 de la tabla EJEMPLAR ya tiene la información del sitio de colecta.

El ejemplar 115, ya incorporó la información NúmeroDeCopias

En los ejemplares 39 y 40 ya se incorporó el IdMunicipio.

Ya se incorporó la Altitud en el ejemplar 279

La información del IdMunicipio ya se incorporó para el IdSitio 79

### **26.- Los datos en forma de clave de la entidad BITACORA son los siguientes:**

Para cada sitio de muestreo se elaboró una contracción del nombre del lugar, utilizando las dos primeras letras que designan su nombre, de tal manera que son las siguientes:

El primer par de dígitos después de la clave del lugar de muestreo corresponde al mes de colecta y el segundo par de números al año.

Ejemplo CHN1195

Finalmente estos números pueden ir seguidos de un número romano, que corresponde a la estación de muestreo, si se trabajó en varios lugares del mismo sitio y la letra A o B, que en su caso designa la Superficie (A) o el Fondo (B).

### **30.- Datos incompletos:**

En el caso de las copias de los ejemplares, se agregaron los números correspondientes a los registros 48, 11, 53, 144, 73, 87, 76, 71, 51 y 42.

Ya se agregó la dirección de la Institución 3 (Instituto Politécnico Nacional, Escuela nacional de ciencias biológicas).

### **31.- Datos ilógicos**

Se corrigieron los datos de la Bitacora 99.

En la tabla EJEMPLAR se corrigieron los valores ilógicos para el campo PRECISIONOESCALA de los ejemplares 163, 164 y 165.

Ya se corrigió el dato de SistemaDeClasificación en la parte correspondiente al IdNombre 368 y 30

Ya se corrigieron las inconsistencias del CAPITULO con IdCapitulo 3 y 5

### **35.- Datos con posibles errores de ortografía**

Se corrigió el campo Observaciones del IdEjemplar 35

En el campo Descripción de la tabla ejemplar, para los IdEjemplar 93, 94, 89, 92, 137, 59 y 234.

### **37.- Datos con discrepancias en la uniformidad de texto:**

Se corrigió el campo Observaciones del IdEjemplar 180.

Se corrigió el campo TipoPreparación para los IdEjemplar 97, 110, 276 y 279.

Se quitó el espacio en el campo PrecisiónOEscaia de los IdEjemplar 163, 164 y 165.

Se uniformizó en el campo Abundancia, de acuerdo al organismo en los registros 46, 47, 49 y 306

Se corrigió el campo Descripción de la tabla ejemplar para los IdEjemplar 22 y 20

Se corrigió el registro del campo SistemaDeClasificación correspondiente al Id Nombre 362 y 189

El campo NombreAutoridad se corrigió para los IdNombre 251, 201 y 264.

Se corrigió el NombreAutoridad para el IdNombre 262.

Para el IdTesis 4, se uniformizó el Lugar.

**45.-** La aclaración es la siguiente: los 7 números de catálogo repetidos son correctos, lo que pasa es que cuando se repite el catálogo, los ejemplares (ej. los IdEjemplar 43 y 44) se montaron en la misma preparación (es decir un solo portaobjetos con dos ejemplares). Esto ocurre en algunos museos donde se guardan colecciones de zooplancton, cuando se asigna un mismo número a varios ejemplares. El problema en algunos casos, es que una misma preparación alberga a dos especies distintas, sin embargo, al ser fácilmente discernibles, no se consideró que fuera un problema incorporarlas a la colección, ya que la información es valiosa y no susceptible de confusión. Esta práctica también se realizó, en el caso de la misma especie cuando hay machos y hembras en la misma preparación, o bien alguna variante morfológica importante, como es el caso del CI-532 donde hay hembras adultas y un macho con yelmo cefálico, una variación del fenotipo que tiene un significado adaptativo en cladóceros.

#### Otro tipo de Acciones

En el caso del campo Sistema de Clasificación al marcar Anderson, 1970 se hace referencia a la cita original con la descripción del organismo, sin embargo existen dos citas asociadas a la descripción de este taxón y son:

Anderson, R.S. and G.L. Fabris. 1970. A new species of diaptomid copepod from Saskatchewan with notes on the crustacean community of the pond. Can. J. Zool. 48: 49-54

Anderson, R.S. 1971. A *nomen novum* to replace the junior homonym, *Diaptomus* (*Leptodiaptomus*) *intermedius*, Anderson and Fabris 1970. Can. J. Zool. 49: 133

por lo tanto la cita para SistemaDeClasificación correcta es Anderson, 1971 que es el nombre válido actualmente.

En el caso de Rajapaska & Fernando, el año correcto es 1987, por lo que se corrigió en la base de datos.

En el caso de Valdivia, 1988 es la correcta, por lo que se corrigió en la base de datos.

Los datos de Precisión o escala de los IdEjemplar 163, 164, 165 y 225 ya se corrigieron.

En el caso del Datum utilizado en mi geoposicionador es la que se obtuvo por selección en el "menú" del geoposicionador y es la que tiene seleccionada.

Los datos de altitud, cuando no se utilizó geoposicionador se obtuvieron a partir de las curvas de nivel que señalan los mapas.

El dato NOMBRELOCALIDAD fue corregido.

Las referencias completas que se solicitan son las siguientes:

McLaughlin, P.A. Comparative morphology of recent Crustacea. San Francisco: W.H. Freeman & Co. Sn. Francisco, California: 173 pp

Fryer, G. 1987. A new classification of the branchiopod Crustacea. Zool. J. Linnean Soc. 91: 357-383.

Nogrady, T., R.L. Wallace, T.W. Snell. 1993. Rotífera. Vol 1: Biology, ecology and Systematics. SPB Academic Publishing, The Hague. 142 pp.

#### **CLAVE DE IDENTIFICACION PARA LOS ROTIFEROS INTEGRADOS A LA COLECCION DE REFERENCIA**

La construcción de claves basadas en familias es difícil generalmente y algunas veces más de un caracter debe ser considerado. No existe una clave satisfactoria para todas las familias de Rotífera. Esto es porque algunos géneros se encuentran incluidos en algunas familias donde el grado de similaridad entre sus integrantes no se encuentra bien establecido. Esto es especialmente marcado en el caso de la familia Notommatidae.

Los rotíferos están caracterizados por la presencia de un pseudoceloma, la corona anterior, una faringe diferenciada en el mástax y el cuerpo terminando posteriormente con un pie y dedos, aunque en algunos casos puede estar ausente. Otros caracteres de los rotíferos en general incluyen la eutelia (constancia del número de células y núcleos), ausencia de división celular después de avivar del huevo, ausencia de regeneración, presencia de un modo partenogenético de reproducción, (ausencia de reproducción sexual en bdelloideos), ovario simple (pareado en bdelloidea) y producción de huevos durmientes (o transformándose en estadios anhidrobióticos o criptobióticos en bdelloideos) durante condiciones desfavorables. Los rotíferos tienen un escaso registro fósil y por lo tanto no puede conocerse su historia durante la historia evolutiva del planeta, aunque se piensa que aparecieron desde el cámbrico.

El mástax 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. El mástax se utiliza en la diagnosis de ciertas familias. La clave que se da a continuación está basada en muchos caracteres distintos utilizados en la literatura. Debido a que normalmente se utiliza una clave dicotómica simple en la literatura, se siguió dicho patrón. La clave sólo es válida para las familias, géneros y especies cubiertas aquí.

1.- Mástax cardado ..... Familia Lindiidae

El manubrio está bien desarrollado y con forma de hoz en la mayoría de los casos.

Sólo existe el género *Lindia*. *L. torulosa* es una especie común.

Mástax de otro tipo ..... 2

2.- Mástax forcipado ..... Familia Dicranophoridae

Mástax dorsoventralmente aplanado y elongado. Ramii elongado, funcionando como pinzas. Sólo un género *Dicranophorus*.

Mástax de tipo diferente ..... 3

3.- Mástax de tipo maleorramado ..... 4

Mástax de un tipo diferente al anterior ..... 5

4.- Individuos con apéndices móviles (usualmente tres) para nadar  
Familia Filinidae.

Un género *Filonia*. *F. longiseta* es una especie común.

Individuos sin apéndices móviles ..... Familia Testudinellidae

Género común *Testudinella*.

5.- Mástax virgado ..... 6

Mástax maleado ..... 7

6.- Lórica cilíndrica, con pliegues característicos a partir de la contracción, tronco y dedos asimétricos. Manubrio a menudo asimétrico ..... Familia Trichocercidae

Un género *Trichocerca*.

No fuertemente loricado, tronco, dedos y manubrio a menudo simétrico, animales reptantes ..... Familia Notommatidae

Notommatidae

Géneros comunes son *Cephalodella* y *Taphrocampa*

7.- Lórica con una abertura caudal profunda para el pie ..... Familia Colurellidae

Abertura pedal de otra forma ..... 8

- 8.- Cabeza, cuerpo y pie loricado .....Familia  
Trichotriidae  
Género común *Trichotria*.  
Lórica de otra forma .....9
- 9.- Placas dorsal y ventral de la lórica fusionadas firmemente.Familia Mytilinidae  
Dos géneros *Mytilina* y *Lophocharis*  
Lórica diferente ..... 10
- 10.- Placas dorsal y ventral conectadas por una lamela plegada Familia  
Euchlanidae.  
Géneros comunes *Euchlanis* y *Dipleuchlanis*  
Lórica de otra forma .....11
- 11.-Lórica dorsoventralmente aplanada con placas dorsal y ventral claramente  
diferenciadas Familia Lecanidae Un género *Lecane*, con muchas especies.  
Lórica usualmente no dorsoventralmente aplanada. Lado anterior y posterior de la  
lórica usualmente con espinas .....Familia  
Brachionidae  
Géneros comunes *Brachionus*, *Keratella* y *Platyas*.

A. Clave para miembros de la familia Brachionidae

- 1.- Rotíferos sin pie ..... 2  
Rotíferos con pie ..... 3
- 2.- Lado anterior con seis espinas iguales ..... *Keratella*  
Lado anterior con 4-5 espinas desiguales ..... *Kellicotia*  
*Kellicotia bostoniensis* es una especie común con cinco espinas anteriores.  
Espina posterior simple, larga.
- 3.- Lórica dorsoventralmente aplanada ..... *Platyas*  
*Platyas quadricornis* es una especie común. Margen anterodorsal con dos espinas  
truncadas. Lado posterior de la lórica con dos espinas puntiagudas.
- Lórica no aplanada dorsoventralmente ..... *Brachionus*
- (1) Género *Brachionus*
- 1.- Lado anterior con dos espinas, el lado posterior con dos espinas largas y  
curvadas ..... *B. caudatus*  
Lado anterior con más de dos espinas ..... 2
- 2.- Lado anterior con 4 espinas. Base de las espinas ancha ..... *B. calyciflorus*



- Lado anterior con 6 espinas ..... 3
- 3.- Espinas anterolaterales más largas ..... *B. bidentatus*  
 Espinas anteromediales más largas ..... *B. quadridentatus*

(2) Género *Karatella*

- Escudo dorsal de la lórica con placas pentagonales y una costilla medial recta  
 ..... *K. cochlearis*  
 Escudo dorsal sin placas pentagonales ..... *K. mexicana*

B. Clave para los miembros de la familia Euchlanidae

- Escudo dorsal de la lórica más grande que el ventral y fuertemente arqueado  
 ..... *Euchlanis*  
 Una especie común es *E. dilatata*. Lórica dorsal con muesca en forma de "U" en el lado posterior.

- Placa dorsal más corta que la placa ventral ..... *Dipleuchlanis*  
 Especie común *Dipleuchlanis propatula*. Placa dorsal *recta*, placa ventral cóncava. Dedos largos.

C. Clave para los miembros de la familia Mytilinidae

- 1.- Lado anterior de la lórica con aserraciones diminutas. Dedos delgados y cortos  
*Lophocharis L. salpina* es una especie común.

- Lado anterior de la lórica no aserrado ..... 2
- 2.- Lado anterior de la lórica liso. Dedos largos y delgados ..... *Mytilina acanhophora*  
 Lado anterior de la lórica con una proyección en forma de espina  
 ..... *M. mucronata*

D. Clave para los miembros de la familia Colurellidae

- 1.- Lado anterior con escudo cefálico transparente, semicircular *Squatinella* La especie más común es *Squatinella mutica*, un rotífero con dos dedos cortos, delgados.

- Sin escudo cefálico ..... 2
- 2.- Lórica dorsoventralmente comprimida ..... *Lepadella*  
 Lórica lateralmente comprimida ..... *Colurella*

*C. obtusa* con el lado posterior redondeado. *C. uncinata* con una proyección pequeña en el lado posterior de la lórica.

Género *Lepadella*

- 1.- Lórica romboidal, en corte transversal ..... *L. romboides*  
 Lórica no romboidal ..... 2

2.- Lado posterior de la lórica dorsal con una proyección corta ..L. acuminata	
Lado posterior redondeado .....	3
3.- Placas dorsal y ventral fuertemente comprimidas .....	L. ovalis
Placa dorsal arqueada .....	L. patella
E. Clave para miembros de la familia Lecanidae	
1.- Dedos separados .....	2
Dedos completamente fusionados .....	11
2.-Dedos sin hendidura en el lado posterior .....	3
Dedos con hendidura en el lado posterior .....	6
3.-Placa dorsal con dos espinas anteromediales curvadas .....	L. quadridentata
Placa dorsal sin espinas anteromediales .....	4
4.-Placa dorsal anteriormente más ancha que la ventral .....	L. pyriformis
Placa dorsal más estrecha anteriormente que la ventral .....	5
5.-Proyecciones antero-laterales prominentes .....	L. hamaca
Proyecciones antero-laterales no prominentes .....	L. closterocerca
6.-Lado anterior de las placas dorsal y ventral de la lórica rectas	7
Lado anterior de las placas dorsal y ventral de la lórica no rectas	8
7.-Márgenes anterolaterales con proyecciones pequeñas triangulares, uñas ampliamente separadas .....	L. furcata
Márgenes anterolaterales sin proyecciones triangulares, uñas no ampliamente separadas .....	L. obtusa
8.-Dedos relativamente largos .....	9
Dedos relativamente cortos .....	10
9.-Lórica oval, lado anterior de la placa ventral con una profunda depresión medial .....	L. bulla
Lórica no oval, lado anterior de la placa ventral con una depresión somera- .....	L. lunaris
10.- Márgenes anterolaterales de la placa ventral redondeados.	L. unguitata
Márgenes anterolaterales de la placa ventral puntiagudos .....	L. cornuta
11.- Uñas presentes .....	12
Uñas ausentes .....	17

12.- Uñas verdaderas .....	13
Uñas falsas (seudouñas, extensiones del dedo) .....	14
13.- Proyecciones anterolaterales prominentes .....	<i>L. aculeata</i>
Proyecciones anterolaterales ausentes .....	<i>L. tenuiseta</i>
14.- Márgenes anterolaterales de la lórica puntiagudos .....	15
Márgenes anterolateral de la lórica ondulados .....	16
15.- Márgenes anteriores de las placas dorsal y ventral .....	<i>L. luna</i>
lunadas Márgenes anteriores no lunados .....	<i>L. flexilis</i>
15. Márgenes anterolaterales con proyecciones redondeadas ..	<i>L. papuana</i>
Márgenes anterolaterales sin proyecciones redondeadas .....	<i>L. elsa</i>
17. Lórica triangular en perfil exterior .....	<i>L. hornemanni</i>
Lórica rectangular en perfil exterior .....	<i>L. nana</i>

F. Clave para miembros de la familia Notommatidae

Rotíferos vermiformes, cilíndricos .....	<i>Taphrocampa</i>
<i>T. annulosa</i> con dedos relativamente cortos. Alula del ramii fuertemente puntiagudas En <i>T. selenura</i> , dedos relativamente largos y alula del ramii no puntiagudas.	
Rotíferos no vermiformes .....	<i>Cephalodella</i>
<i>C. forficula</i> con un anillo de espínulas en la parte dorsomedial de los dedos.	

. Clave para miembros de la familia Trichocercidae

1.- Lado anterior de la lórica lisa .....	... <i>T. elongata</i>
Lado anterior de la lórica con espinas .....	...2
2.- Lado anterior de la lórica con una espina .....	...3
Lado anterior de la lórica con dos espinas .....	...4
3.- Lado anterior de la lórica con un placa roma más o menos triangular .....	<i>T. weberi</i>
Sin dicha placa .....	... <i>T. tenuior</i>
4.- Espinas anteriores iguales .....	... <i>T. similis</i>
Espinas anteriores desiguales .....	... <i>T. porcellus</i>

H. Clave para miembros de la familia Dicranophoridae

Dedos cortos, margen interno del ramii con dientes .....*D. forcipatus*  
Dedos largos, margen interno del ramii sin dientes .....*D. caudatus*

I. Clave para miembros de la familia Testudinellidae

Lórica anterior con una espina ..... *T. mucronata*  
Sin dicha espina ..... *T. patina*

## CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA LOS CLADOCEROS REGISTRADOS EN MÉXICO

La clave permite la determinación de 59 taxa de Ctenopoda y Anomopoda, sin embargo es importante tener presente que el número de taxa no incluidos puede ser mucho mayor, sobre todo si se revisan muestras de la parte neotropical del país. Se incluyen algunos registros no confirmados, los cuales están señalados, pero que por su ámbito de distribución es posible que se encuentren en México. Por otra parte se eliminaron registros realizados por otros autores, que definitivamente no es posible se encuentren en América, por haber sido descritos fuera del continente y posiblemente se trate de algunos taxa ya discutidos con anterioridad. Se incluyeron los machos o efipios cuando se conocen, pues su importancia en el reconocimiento de las especies de cladóceros es fundamental. Finalmente es importante señalar que para realizar una buena determinación taxonómica, no basta con seguir una clave hasta llegar a un nombre, sino es necesario comparar la descripción detallada del taxón, y de ser posible con organismos de referencia trabajados por un experto en el grupo. La familia Sididae ocupa hasta la opción 2; Daphnidae de la 7 a la 23; Moinidae de la 24 a la 27; Bosminidae de la 28 a la 29; Ilyocryptidae de la 30 a la 31; Macrothricidae de la 33 a la 34 y Chydoridae de la 35 a la 61

1.- Con seis pares de apéndices torácicos similares .....Familia Sididae

..... 2

Con cinco o seis pares de apéndices torácicos el primer y segundo par diferenciados en estructuras más o menos prensiles, las demás estructuras diferentes al anterior

..... 3

2.- Postabdomen sin espinas. Cabeza grande, sin escudo cefálico, anténulas con 9 papilas sensoriales.....*Diaphanosoma birgei*  
Korinek, 1981

Macho: Con anténulas muy largas, cerca de la base con un penacho de estetascos. Aparato copulador tubular. Gancho copulador con pequeñas serraciones en su margen cóncavo, con dos setas que no son marginales, una muy fina, cerca de la base y la otra más robusta, donde propiamente empieza el gancho.

Postabdomen con 12 a 14 grupos de espinas anales en forma de lanceta. Cabeza sumamente grande, rostrum pequeño y anténulas relativamente cortas. Color amarillento. Hembras grandes (2 mm) (Registrado por Wilson, 1936)

..... *Latonopsis fasciculata* Daday, 1905

3.- Anténulas en el lado ventral de la cabeza, no cubiertas por fornices

.....4

Anténulas cubiertas por fornices, los cuales se encuentran unidos con el rostró formando un pico que se proyecta ventralmente enfrente de las anténulas .....  
 Familia Chydoridae .....35

4.- Anténulas de la hembra pequeñas, a menudo rudimentarias, si son grandes nunca se insertan en el lado anterior del eje ventral de la cabeza ..... 5

Anténulas de la hembra grandes, insertadas en el lado anterior del eje ventral de la cabeza. Si no se encuentran en esta posición entonces anténulas bi-segmentadas ..... 6

5.- Rostrum presente. Familia Daphnidae .....7  
 Rostrum ausente .....19

6.- Anténulas de la hembra fijas, intestino simple, pequeño tamaño (menores a 0.5 mm de longitud). Familia Bosminidae 28

Anténulas de la hembra móviles, intestino simple o con una o varias vueltas .....30

7.- Sin seno cervical ....Daphnia .....8  
 Con un seno cervical .....15

8.- El carapacho se extiende anteriormente a lo largo *de* la línea mediodorsal como una costilla ancha entre las valvas del escudo cefálico. Margen del postabdómen recto. Hasta 3 mm de longitud, en embalses muy eutrofizados, alcalinos

..... *Daphnia exilis* Herrick, 1895

Macho: Región cefálica con una pequeña protuberancia hacia la parte dorsal. Anténula desarrollada, con hileras de finas espínulas en toda su longitud, 5-7 estetas y una seta sensorial, de longitud similar a la anténula, con el extremo terminal setulado. En la parte anterior de las valvas, cerca de la cabeza, hay un lóbulo pubescente, cubierto de numerosas setas con sétulas en ambos márgenes. Primer apéndice torácico con un gancho y flagelo sumamente desarrollados. Garra postabdominal con dentículos, los 5 proximales más fuertemente desarrollados, decreciendo en tamaño.

El carapacho se encuentra hendido en la parte dorsal por la línea media del escudo cefálico. Su talla no rebasa los 3 mm de longitud, usualmente tienen menos de 2 mm ..... 9

9.- Dientes del pecten medio de la uña postabdominal más largos que los del pecten distal .....10

Dientes de los tres pecten de la uña postabdominal más o menos del mismo tamaño ..... 13

10.- Ocelo presente. Dientes del pecten medio de la uña postabdominal gruesos, los más grandes al menos con tres veces la longitud del pecten distal .....11

Ocelo ausente. Dientes del pecten medio de la uña postabdominal no tan gruesos, los más grandes no sobrepasan en dos veces la longitud del pecten distal ..... 12

11.- Margen ventral de la cabeza cóncavo, vesícula óptica tocando el margen de la cabeza, área de la punta del rostrum con placas poligonales simétricas. Especie altamente variable, muy común en sistemas eutróficos

.....*Daphnia pulex* (Leydig, 1860)

Margen ventral de la cabeza sinuoso o más o menos recto, vesícula óptica no tocando el margen ventral de la cabeza. Espínulas en el margen dorsal del cuerpo largas; distancia de la interespínula menor de 1.5 veces la longitud de la espínula; pecten medio de la uña con tres a siete espinas. Hasta 2 mm de longitud

.....*Daphnia schødleri* Sars, 1862

12.- Margen anterior de la cabeza redondeado, si se presenta una pequeña cresta, es más larga en la línea media. Espina posterior con una longitud menor a una cuarta parte de la de las valvas. Hasta 1.2 mm de longitud *Daphnia parvula* Fordyce, 1901

Macho. Cabeza redondeada, con anténulas grandes, con numerosos estetascos en la parte subapical y flagelo terminal bi-segmentado, casi de la misma longitud que las antenas. En el margen lateral, a la misma altura que los estetascos se presenta una sensila corta. Postabdomen con el margen dorsal casi recto o ligeramente sinuoso con 9 espinas anales.

Margen anterior de la cabeza no redondeado, con un yelmo pequeño a grande, espina posterior con una longitud al menos de 1/3 de las valvas...*Daphnia retrocurva* Forbes, 1882

13.- Organismos casi circulares, no mayores de 1.3 mm. Cabeza a menudo con una pequeña proyección puntiaguda ..... *Daphnia ambigua* Scourfield, 1947

Macho: Margen dorsal casi recto, con la espina de la concha notoriamente más larga en relación al cuerpo. Cabeza redondeada, con las anténulas muy desarrolladas, en el último tercio de las mismas un grupo de 9 setas olfatorias. Flagelo distal muy grueso y largo, más de la 1/2 de la longitud de la anténula, con la parte terminal en forma de cuchara y das pequeñas proyecciones distales. Postabdomen con el margen dorsal casi recto, con 9 espinas anales, garras postabdominales con una serie de espínulas, no claramente diferenciadas en grupos. Procesos abdominales vestigiales.

Organismos más bien alargados, en general mayores de 1.3 mm, si se presenta la proyección puntiaguda, ésta forma un yelmo muy desarrollado

..... 14

14.- Margen anterior de la cabeza redondeada. Segundo proceso abdominal aproximadamente con longitud aproximada a la cuarta parte del tamaño del primero, con espinas ligeramente más allá de la mitad del margen ventral de las valvas,.

Hasta 1.7 mm de longitud .....*Daphnia laevis* Birge, 1879

Macho: Anténulas desarrolladas, cuatro veces más largas que anchas, con el flagelo y setas olfatorias en posición apical, el flagelo ligeramente más corto. Espina de la concha sumamente larga y gruesa, con hileras de espinas en el margen dorsal y ventral. Postabdomen elongado, con 14 espinas anales.

Margen anterior de la cabeza puntiagudo, formando un yelmo. Segundo proceso abdominal con una longitud aproximada a la mitad del tamaño del primero, espinas de la parte ventral de extendiéndose un poco menos de las 2/3 partes de la longitud

de las valvas,. Hasta 3 mm de longitud (Registrado por Wilson, 1936) .....

*Daphnia galeata mendotae* Birge, 1918

15.- Valvas transversalmente estriadas, hasta 3 mm de longitud. Endopodito del P1

sin una seta con forma de brocha. Cabeza pequeña *Simocephalus*

..... 17

Valvas no transversalmente estriadas, hasta 1 mm de longitud, usualmente asociados con un sustrato. Endopodito del P1 con dos setas normales y una diferenciada en forma de brocha. Cabeza grande, primera antena pequeña, no sobresaliendo más allá del rostro *Scapholeberis* 16

16.- Membrana denticulada en el margen distal de las valvas, con 2 o 3 ganchos en el tercio dorsal. Margen ventral del rostro en vista frontal recto (Registrado por

Wilson, 1936) .....*S. mucronata* (O. F. Müller, 1776)

Membrana denticulada en el margen distal de las valvas sin ganchos. Margen ventral del rostro en vista frontal trilobulado ..... *Scapholeberis armata freyi* (Dumont & Pensaert, 1983)

Efipio con un solo huevo, de color café claro.

Macho: Con sétulas gruesas en el margen ventral de las valvas. Primer apéndice torácico diferenciado con un gancho copulatorio muy pequeño en el endopodito.

17.- Uña con un pecten bien diferenciado .....*S. exspinosus* (Koch, 1841) Uña sin pecten, pero con una hilera de dentículos a lo largo del margen

cóncavo..... 18

18.- Vértice enfrente del ojo redondeado, sin serraciones o espínulas

..... *S. vetulus* (Schodler, 1858)

Efipio de color café claro a oscuro, con un sólo huevo, rodeado de numerosas células poligonales, las cuales se van haciendo más redondeadas hacia el margen dorsal. El borde es hialino, sin diferenciación de células.



Vértice por debajo del ojo más o menos angulado y con serraciones o espínulas enfrente o por debajo del mismo (Registrado por Wilson, 1936; Van de Velde *et al.*, 1978 y Suárez & Elías, 1992) .....*S. serrulatus* (Koch, 1841)

19.- Anténulas pequeñas . *Daphnidae*.. *Ceriodaphnia* 20  
Anténulas grandes y móviles. *Moinidae*...*Moina* .....24

20,- Fornices proyectándose formando procesos espinosos en la parte dorsal  
(Registrada por Ueno, 1939 y Rioja, 1940) .....*Ceriodaphnia lacustris* Birge,  
1893

Fornices sin formar procesos espinosos en la parte dorsal del cuerpo  
.....21

21.- Cabeza con una proyección o espina anterior .....22  
Cabeza sin proyecciones particulares .....23

22.- La proyección cefálica es una especie de pico (no es un rostro bien definido)  
(Registrada por Wilson, 1936) *Ceriodaphnia cornuta* grupo

La proyección cefálica forma una espina ancha y corta frente al ojo (Registrada por  
Suárez & Elías, 1992) ..... *Ceriodaphnia rigaudi* Richard,  
1894

23.- Uña con pecten bien desarrollado, pelo sensorial de la anténula surgiendo de  
una pequeña proyección a una distancia de 1/3 de la punta *C. dubia* Richard, 1894  
**(modo con pecten).**

Uña sin pecten bien desarrollado, las valvas se pueden apreciar fuertemente  
reticuladas, principalmente en juveniles .....*Ceriodaphnia dubia* Richard,  
1894 **(monfo sin pecten)**

Efipio con un sólo huevo, recto hacia la parte dorsal y cóncavo en la parte ventral  
con numerosas células poligonales de la parte central hacia el borde arregladas  
como una banda semicircular, orilla hialina. Color café oscuro

Macho. Cuerpo en general más elongado, con la cabeza alargada y una fuerte  
depresión supraocular. Anténulas muy desarrolladas, con una seta terminal,  
recurvada en forma de cuchara en su parte distal, de la misma longitud o  
ligeramente más larga que el segmento antenal. Con 9-10 estetascos en la región  
subterminal y una seta sensorial en el último tercio, del lado opuesto a los  
estetascos. Fenestra dorsal, en una prominencia anterior al seno cervical. Seta del  
segundo par de apéndices torácicos larga y delgada, curvándose en un gancho  
terminal pequeño.

24.- Primer apéndice torácico de la hembra con la seta anterior del último y  
penúltimo segmento formando un pecten ..... *Moina macrocopa*  
(Straus, 1820)

Macho: Cuerpo más elongado que las hembras, con la vesícula óptica llenando casi  
toda la parte anterior. Anténulas largas, con dos setas sensoriales hacia la parte

media, donde se aprecia una fuerte depresión, que divide a esta estructura en una zona proximal y una distal. Postabdomen ancho afilándose hacia el extremo terminal, no tan claramente diferenciado en dos secciones como las hembras. Primer apéndice torácico con una garra en forma de gancho bien desarrollada. En la parte basal de este gancho se aprecian tres setas, la distal recurvada, la media setulada en su porción terminal y la proximal corta y desnuda. La parte interna del gancho presenta numerosas sétulas, que hacia la parte proximal se vuelven más gruesas. El exópodo se diferencia en una seta sumamente larga con la porción terminal fuertemente recurvada.

Primer apéndice torácico de la hembra con la seta anterior del último y penúltimo segmento con finos pelos únicamente ..... 25

25.- Pelos muy largos y grandes cubriendo la cabeza y valvas de la hembra, postabdomen con pelos muy largos en el margen dorsal, uñas postabdominales con pecten ..... 27

Pelos largos solo en la parte ventral de la cabeza o completamente ausentes en las hembras ..... 26

26.- Anténulas no muy largas y usualmente dobladas hacia atrás contra la cabeza, cuerpo lateralmente aplanado y concha con una costilla dorsal. Efipio y machos desconocidos (Registro incierto para México, pero es posible que exista)

..... *Moina reticulata* (Daday, 1905)

Anténulas largas, no plegadas hacia atrás, cuerpo redondeado y sin costilla dorsal. Pecten de la uña postabdominal con 4-7 dientes afilados, pero *no* grandes y robustos. Efipio con un huevo, reticulado, algunas veces muy fuertemente

..... *Moina micrura* Kurz, 1874

Efipio con un sólo huevo, de color café claro, rodeado de numerosas células poligonales, las que conforme maduran y se esclerotizan, van desapareciendo, sobre todo en el margen posterior.

Macho: Anténulas muy largas y recurvadas a partir del primer tercio, en la región terminal con 2-5 ganchos y 3-5 estetascos, además de dos setas hialinas hacia la parte recurvada, del lado externo, la primera más esclerosada y corta, la segunda larga y delgada. Primer apéndice torácico con un gancho subterminal sumamente desarrollado, recurvado hacia un cojín cubierto de pelos, diferenciado a partir del margen interno. Distalmente presenta una sétula ligeramente curvada. precedida de tres sétulas plumosas, diferenciadas a partir del margen externo.

27.- Especie grande, de 1.2 a 1.6 mm, pecten de la uña postabdominal sumamente desarrollado. Anténulas robustas. Efipio con dos huevos, ornamentado con numerosas células redondeadas protuberantes..... *Moina wierzejskii* Richard,

1895

Machos Con el cuerpo más alargado, cabeza relativamente pequeña y anténulas desarrolladas, con cuatro a cinco ganchos terminales, dos de estos mayores, dirigidos hacia el margen interno, que está densamente

cubierto de pelos finos y dos setas cerca del extremo proximal, una más corta que la otra, dirigidas en sentido opuesto. El margen externo de las anténulas con algunos pelos muy largos. Postabdomen más robusto que en las hembras, con la parte distal ensanchada. Primer apéndice torácico reducido, con un gancho pequeño, pero bien diferenciado a partir del penúltimo segmento. No se presenta exópodo diferenciado.

Especie pequeña, no más de 1.2 mm, con depresión supraocular bien desarrollada. Anténulas no tan robustas Efipto con un huevo (Registrada por Wilson, 1936)  
 ..... *Moina affinis* Birge, 1893

28.-- Anténulas unidas en la base y divirgiendo en el ápice (Registrada por Van de Velde, 1978) ..... *Bosminopsis deitersi* Richard 1895

Anténulas no unidas en la base ..... 29

29.- Uña postabdominal de la hembra con un pecten con 4-12 setas y 7-10 pequeñas espinas en el lado distal. Poro lateral en el eje de la cabeza ubicado sobre la base de la primera antena, elongado ..... *B. (Bosmina) longirostris* (O. F. Muller ,1785)

Uña postabdominal de la hembra con 4-10 espinas inclinadas muy desarrolladas. Mucro de los juveniles (macho y hembra) con serraciones siempre situadas el eje dorsal. Poro lateral situado a alguna distancia del eje del escudo cefálico  
 ..... *B. (Neobosmina) chilensis* Daday, 1902

30.- Anténulas bi-segmentadas, uña con una o dos espinas basales. Ilyocryptidae ..... 31

Anténulas no bi-segmentadas, exopodito del apéndice torácico IV con 2-3 setas, uña sin espinas basales. Macrohricidae ..... 32

31- Muda completa, valvas de una sola pieza ..... *Ilyocryptus agillis* Kurz, 1878  
 Muda incompleta, valvas con varias líneas concéntricas, postabdomen con cinco a siete espinas preanales (Registrada por Juday, 1915 y Van de Velde, 1978)  
 ..... *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1884

32.- Anténula dilatándose distalmente ..... 33

Anténula no dilatada distalmente, de forma tubular .... 34

33.- Parte dorsal de las valvas sólo con serraciones.... *Macrothrix cf. laticornis* (Fischer. 1851)

Parte dorsal de las valvas con un diente fuertemente esclerosado, seguido de ligeras serraciones ..... *Macrothrix mexicanus* Ciro, Silva & Elías, 1996

34.- Postabdomen con un lóbulo lateral en el tercio distal, armado de espinas. Segundo segmento del exópodo antenal con una sola espina en el extremo distal .....*Macrothrix triserialis* Brady, 1886

Postabdomen sin lóbulo lateral. Segundo segmento del exópodo antenal con dos espinas en el extremo distal .....*Macrothrix smirnovi* Giros & Elías, 1997

Efipio con crecimientos quitinosos; dos huevos presentes. Superficie con un patrón de polígonos, cuyos bordes tienen coloración más clara. Macho: Con el rostro menos desarrollado que en la hembra. Anténula con dos setas sensorias, cerca de la base, una de ellas en el margen externo, surgiendo de una proyección digitiforme, que es seguida de una corta hilera de sétulas y la otra, cerca del margen posterior, a la misma altura, surgiendo de una papila. A lo largo del margen interno se aprecian una serie de espinas muy pequeñas. Apéndice torácico I con el gancho copulatorio largo y robusto. Postabdomen con la parte proximal y distal más fuertemente diferenciadas que en la hembra. El poro genital se abre ventralmente cerca de la base de la garras.

35.- Ano terminal, anténulas con una seta sensorial en la mitad del lado anterior (Registrado por Juday, 1915) *Eurycercus lamellatus* (O.F. Muller, 1785)  
Ano en la parte dorsal del postabdomen .....36

36.- Uno o varios poros cefálicos principales .....37

Ningún poro cefálico principal en formas adultas. Labro con uno o dos dientes claramente diferenciados en el margen anterior .....*E. acanthodes* Frey, 1982

37.- Más de un poro cefálico principal .....38

Un poro cefálico principal .....61

38.- Dos poros cefálicos principales en la línea media del escudo cefálico, separados o aislados, dos poros pequeños en medio de los principales. Subfamilia Chydorinae 39

Dos o tres poros principales, unidos, o bien en un surco o esclerotización claramente diferenciada del resto del escudo cefálico. Siempre en la línea media de éste 45

39.- Esquina posteroventral con dentículos de arreglo variable. Rostro largo. Distancia del ápice del rostro al lado posterior del fórnix ligeramente más larga que la distancia del lado posterior del fórnix al margen posterior del escudo cefálico. Altura del margen posterior de las valvas aproximadamente un tercio de la altura máxima del cuerpo *Pleuroxus* 40

Esquina postero-ventral sin dentículos, sólo sétulas presentes. Rostro corto. Distancia del ápice del rostro al lado posterior del fórnix mucho mayor que la distancia del lado posterior del fórnix al margen posterior del escudo cefálico. Altura

del margen posterior de las valvas aproximadamente la mitad de la altura máxima del cuerpo, o bien mucho más pequeña ..... 41

40.- Postabdomen con dentículos, los más distales formando grupos de 2, algunas veces 3 y en los más jóvenes 1. Rostrum proyectándose hacia abajo, más corto que el labrum, margen dorsal en vista lateral redondeado o sólo ligeramente cóncavo antes del ángulo postero-dorsal ..... *Pleuroxus cf. Varidentafus* Frey, 1993

Los 4 dentículos distales del postabdomen mucho más largos que los restantes, rostro muy largo, puntiagudo, margen dorsal redondeado .....

P. dentrcul

Macho: Postabdomen elongado, con un cociente LPP/LPR igual a 2.33. ano bordeado por una hilera simple de espinulas submarginales, parte postanal armada de espinulas anales no bien diferenciadas en grupos, sobre todo hacia la parte distal donde al parecer son continuas. Garra postabdominal con la dos espinas, cerca de la base en el margen cóncavo y una serie de espinulas disminuyendo de longitud hacia la parte distal. El conducto eyaculador desemboca cerca de la base de la garra hacia el margen cóncavo. Gancho copulador del endito muy largo y curvado, con dos papilas sensoriales bien diferenciadas en el extremo distal

41.- Organismos esféricos, postabdomen no oval .....43

Organismos ovals, postabdomen oval, labro con o sin dentículos

.....42

42.- Apéndice torácico I, lóbulo distal externo con una seta bisegmentada larga y una seta corta, desnuda, en posición subterminal. Lóbulo distal interno con una seta fuertemente esclerotizada, formando un gancho recurvado, claramente diferenciada de las otras dos ..... *D. hamata* (Birge, 1879)

Apéndice torácico I, lóbulo distal externo con ambas setas setuladas, la más corta en ambos lados, con sétulas muy largas y la más larga sólo en un margen, con sétulas muy cortas. Lóbulo distal interno con tres setas, ninguna diferenciada en forma de gancho ..... *D. crassa* King, 1853

43.- Labro formando un proceso en forma de placa ....44

Labro de otra forma, más bien angosto, no formando una placa

..... *Pseudochydorus globosus* (Baird, 1893)

44.- Placa del labrum subtriangular o triangular. Anténulas pequeñas, fusiformes, con la seta sensorial sobresaliendo en la parte lateral media y un *estetasco* subapical. Superficie de las valvas cubierta de células poligonales, diferenciadas principalmente hacia el margen ventral ..... *Chydorus brevilabris* Frey, 1980

Macho: Cuerpo sub-ovoide, con el margen ventral de las valvas formando un ángulo claramente diferenciado a partir de un bulbo ventral. Cuerpo cubierto por un patrón de células poligonales, más grandes hacia

la parte media. Anténulas con un tamaño relativo mayor con respecto a la cabeza que en las hembras, con la seta sensorial insertada cerca de la mitad del margen externo, por debajo de ésta se aprecia un estetasco. En el extremo apical se aprecian otros ocho estetascos, de longitud desigual. Postabdomen de forma irregular con la porción preanal sumamente ancha y la postanal formando un extremo distal ligeramente recurvado en la parte dorsal. Margen lateral cubierto por hileras de espinulas, las cuales incrementan su longitud distalmente. Espinas anales representadas por 3-4 grupos de espinulas, las distales más grandes y fuertes, después de estas se aprecian 2-3 espinulas solitarias proximalmente. Gonoporo masculino en la base de la uña, del lado dorsal. Apéndice torácico I con el gancho copulatorio grande, recurvado en forma de "U", con la punta diferenciada en dos lóbulos pequeños.

Placa del labro ampliamente redondeada, particularmente en el margen anterior. Anténula con la seta sensorial sobresaliendo de una papila localizada por debajo de la mitad proximal, en el margen anterior .....*Chydorus eurynotus* Sars, 1901

45.- Tres poros cefálicos principales Subfamilia Aloninae .....46  
 Dos poros cefálicos principales .....59

46.- Espina basal de la garra postabdominal rodeada por un serie de espinas largas y delgadas. Organismos sin ojo ni ocelo *Spinalona anophtalman*. gen. Espina basal de la garra postabdominal sin espinas alrededor. Ojo compuesto y ocelo presentes, aunque a veces no haya pigmento aparente ..... 47

47.- Setas laterales del postabdomen no muy largas 49  
 Setas laterales del postabdomen muy largas. Denticulos anales muy pequeños. Postabdomen ampliamente recurvado .....48

48.- Uña con una espina basal. Poros cefálicos sin esclerotización alrededor ..... *Leydigia leydigi* (Schoedler, 1863)  
 Uña sin espina basal. Poros cefálicos claramente rodeados por un área clara ..... *L. acanthocercoides* (Fischer, 1854)

49.- Postabdomen estrecho y largo .....50  
 Postabdomen de cualquier otra forma, pero nunca estrecho y largo ..... *Alona* .....53

50.- Postabdomen recto con margen dorsal y ventral paralelos. Quilla cefálica presente ..... *Acroperus harpae* (Baird, 1834)  
 Postabdomen aguzado distalmente .....51

51.- Rostrum proyectado .....*Kurzia* .....52

- Rostrum no proyectado. Postabdomen muy largo.  
 .....*Camptocercus dadayi* Stingelin,  
 1913
- 52.- Anténulas llegando casi al ápice del rostrum (Registrada por Juday, 1915) ...  
 ..... *Kurzia latissima* (Kurz 1875)
- Anténulas llegando hasta la mitad del rostro (Registrada por Van de Velde, 1978)  
 .....*Kurzia longirostris* (Daday,  
 1898)
- 53.- Postabdomen ensanchándose distalmente. Dentículos anales cortos  
 (Registrada por Van de Velde, 1978) .....*Alona eximia* Kiser, 1948  
 Postabdomen no ensanchándose distalmente .....54
- 54.- Esquina posteroventral de las valvas con 1 a 3 dentículos (Registrada por  
 Van de Velde, 1978) .....*Alona monacantha* Sars, 1901  
 Esquina posteroventral de las valvas sin dentículos ..55
- 55.- Postabdomen estrechándose distalmente, con más de 9 dentículos  
 (Registrada por Van de Velde, 1978) .....*Alona davidi* Richard, 1895  
 Postabdomen con el margen distal truncado ..... 56
- 56.- Poros pequeños alargados o transversos. Dentículos anales gradualmente  
 decreciendo en tamaño proximalmente (Registrada por Juday, 1915 y Rioja,  
 1940).....*Alona costata* Sars,  
 1862  
 Poros pequeños redondeados ..... 57
- 57.- Dentículos anales muy pequeños, formando grupos de 2-3 integrantes  
 ..... A.  
*diaphana* King, 1853

Macho: Aspecto general del cuerpo similar a la hembra, sin embargo el rostro es más ensanchado; con la punta ampliamente redondeada. Anténulas muy elongadas, con un número de estetas similar a los de la hembra, la seta lateral no es aparente. Primer apéndice torácico con el lóbulo distal externo armado con una seta larga. aparentemente desnuda; el gancho copulatorio diferenciado entre este lóbulo y el interno, con forma de "U" y el extremo con tres surcos formando repliegues en forma de cuchara. Brocha copulatoria expandida, con numerosas papilas que se extienden en todo el margen anterior del endito I. Postabdomen elongado con un cociente LPP/LPR igual a 3.6, armado de 12 grupos de sétulas submarginales, en todos ellos el integrante distal se aprecia más grueso que los restantes. Margen lateral con 14 grupos de sétulas cuya disposición y apariencia es similar a las marginales. Ano bordeado por espinulas formando grupos no claramente diferenciados. Angulo preanal prominente, con la base bordeada por espinulas arregladas en líneas. Poro genital en el extremo apical, cerca del margen ventral. Garra postabdominal armada de una hilera de sétulas en el margen cóncavo. Con una espina basal fuertemente setulada, precedida por 2-3 espinulas muy pequeñas.

Dentículos anales grandes y gruesos, con un arreglo diferente al anterior

..... 58

58.- Dentículos anales anchos. Postabdomen con el ángulo distal puntiagudo (60° aproximadamente) (Registrada por Van de Velde, 1978)

.....*Alona guttata* Sars, 1862

Dentículos anales largos, decreciendo gradualmente en tamaño proximalmente.

Postabdomen subrectangular ..... 59

59.- P1 Lóbulo distal interno con tres setas de diferente longitud, una de ellas desnuda y fuertemente esclerotizada ..... *Alona cf. setulosa* Megard, 1967

P1 Lóbulo distal interno con dos setas, cada una con sétulas laterales cuya longitud decrece hacia el ápice .....*Alona* n. sp. (grupo *rectangula*)

Macho: Cuerpo en general más alargado que las hembras, con el margen posterior ligeramente convexo y el margen ventral casi recto, con 45 setas, estas últimas setuladas sólo en el margen posterior. Primer apéndice torácico con un gancho copulatorio bien desarrollado, en forma de "U", con al ápice armado de dos pliegues curvos. Postabdomen ancho, con un cociente LPP/LPR igual a 1.5, armado de 7 grupos de espínulas submarginales, cada grupo con integrantes cuya longitud se incrementa distalmente. Hacia el borde lateral se aprecian 5 grupos con una disposición similar a los descritos primeramente, pero estos se continúan con hileras más o menos continuas de espínulas hacia la parte proximal. Ano bordeado por una hilera de espínulas cortas. Ángulo preanal prominente, armado de grupos de espínulas muy pequeñas, en posición submarginal.

60.- Margen posterior de las valvas ondulado. en ocasiones el labro con una incisión en el extremo apical, el cual se ve truncado *Alonella excisa* (Fischer, 1854)

Margen posterior de las valvas sin ondulaciones. Labro sin incisión, puntiagudo .....

Subfamilia Aloninae .....61

61.- Placa del labro sin dentículo. Postabdomen ensanchándose distalmente (Registro no confirmado) .....*Biapertura intermedia* (Sars, 1862)

Placa del labrum con un dentículo (Registro no confirmado)

..... *Biapertura pseudoverrucosa* Smirnov, 1974



62.- Ojo y ocelo pequeños. Cuerpo mucho más largo que alto. Postabdomen ligeramente curvado. Margen ventral de las valvas ligeramente cóncavo (Registrada por Van de Velde, 1978) ..... *Euryalona orientales* (Daday, 1898)

Ojo y ocelo sumamente grandes (Registro no confirmado)  
..... *Dadaya macrops* Sars, 1901

## CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA LOS COPÉPODOS DE AGUAS DULCES DE MÉXICO

En la presente clave se incorpora el material incluido en la Colección de Referencia de Zooplankton, correspondiente a la Subclase Copépoda. Permite la determinación de 23 taxa, por lo que es importante hacer notar que el número de taxa no incluidos puede ser mucho mayor, sobre todo si se revisan muestras de la parte neotropical del país. No incluye a todas las especies citadas en Suárez, *et al.* (1996), quienes desarrollaron una clave específica para los copépodos de la Península de Yucatán.

- 1.- Cefalotórax oval y elongado. Anténulas muy largas con más de 20 segmentos, anténula derecha del macho prensil. Orden Calanoida 2
- Cefalotórax redondeado y ancho. Anténulas con 17 segmentos como máximo. Ambas anténulas del macho prensiles. Orden Cyclopoida 7
- 2.- Anténula izquierda con una seta en el segmento 11  
..... 3
- Anténula izquierda con dos setas en el segmento 11. Diaptominae, género *Leptodiaptomus* ..... 5
- 3.- P2 a P4 con exopoditos y endopoditos tri-segmentados. Diaptominae, género *Mastigodiaptomus*..... 4
- P2 a P4 con endopodito uni-segmentado y exopodito bi-segmentado. Familia nov. Microdiaptominae ..... *Microdiaptomus cokeri*
- 4.-Macho, basipodito del P5, lado derecho con una esclerotización en forma de mariposa; espina lateral del exópodo 2 derecho mucho más larga que el segmento  
..... *M. albuquerquei*
- Macho, basipodito del P5, lado derecho sin esclerotizaciones de forma especial; espina lateral del exópodo 2 derecho más corta que el segmento  
..... *M. montezumae*
- 5.- Antena derecha del macho, segmento 15 con un proceso espinoso prominente  
..... *L. mexicanus*
- Antena derecha del macho, segmento 15 sin proceso espinoso prominente  
..... 6
- 6\_ Antena derecha del macho, segmento 23, con la base del proceso empezando a la mitad de dicho segmento ..... *L. novamexicanus*
- Antena derecha del macho, segmento 23, con la base del proceso empezando en el extremo distal de dicho segmento ..... *L. assiniboiaensis*

7.- P5, hembra: Segmento terminal con 3 setas o espinas. Eucyclopinæ	8
.....	
P5, hembra: Segmento terminal con 2 setas o espinas. Cyclopinæ	18
.....	
8.- Hembra con P5 bisegmentado; segmento terminal con una seta apical, fulcrum corto . <i>Macrocyclops</i> .....	9
Hembra con P5 unisegmentado .....	10
9.- Margen interno de la furca caudal con pelos .....	<i>M. fuscus</i>
Margen interno de la furca caudal sin pelos .....	<i>M. albidus</i>
10.- P5 muy reducido.....	<i>Ectocyclops rubescens</i>
P5 no especialmente reducido .....	11
11.- P5 de la hembra con una seta apical y otra en el margen externo, además de una espina implantada internamente .....	12
P5 de la hembra como una pequeña placa con dos setas apicales de similar longitud y una espina también en posición apical .....	<i>Paracyclops fimbriatus</i>
12.- Furca aserrada en el margen externo. <i>Eucyclops</i> .....	13
Furca no aserrada. <i>Tropocyclops</i> .....	17
13.- Serraciones no extendiéndose más allá de la mitad del margen externo de la furca .....	14
Serraciones extendiéndose más allá de la mitad del margen externo de la furca.	15
.....	
Serraciones variables, incluso intrapoblacionalmente, en algunos casos extendiéndose más allá de la mitad del margen externo de la furca y en otros no llegando ni siquiera al primer tercio de su longitud. Rama caudal 3.5 veces más larga que ancha. Posiblemente se trate de un complejo de especies	<i>E. cf. bondi</i>
14.- Rama caudal 5 veces más larga que ancha .....	<i>E. serrulatus</i>
Rama caudal 3.6 a 4 veces más larga que ancha .....	<i>E. leptacanthus</i>
15.- Rama caudal de la furca de la hembra 6.5 veces más larga que ancha .....	<i>E. cf. solitarius</i>
Rama caudal de la furca de 3.5 a 5.7 veces más larga que ancha .....	16
16.- Espina interna de la quinta pata de la hembra insertada un poco más distalmente que la cerda externa .....	<i>E. pseudoensifer</i>
.....	
Espina interna de la quinta pata de la hembra insertada al mismo nivel que la cerda externa .....	<i>E. cf. prionophorus</i>

- 17.- Seta dorsal de aproximadamente igual longitud que la furca caudal ..... *T. prasinus aztequei*  
 Seta dorsal 2 veces más larga que la furca caudal ..... *T. prasinus mexicanus*
- 18.- P5 de la hembra bi-segmentado ..... 19  
 P5 de la hembra uni-segmentado ..... *Microcyclops dubitabilis*
- 19.- P5, primer segmento extremadamente ancho, elongado *Megacyclops viridis*  
 P5, primer segmento no especialmente ancho ..... 20
- 20.- P5, seta externa del segmento terminal notablemente más larga que la interna, esta última extremadamente reducida. *Acanthocyclops* ..... 21  
 P5, seta externa del segmento terminal no extremadamente más larga que la interna, esta última bien desarrollada ..... 22
- 21.- Expansión anterior del segmento genital de la hembra poco desarrollada y redondeada; segmento terminal del endópodo de la cuarta pata natatoria 2.34 veces más largo que ancho . *A. robustus*  
 Expansión anterior del segmento genital de la hembra bien desarrollada y puntiaguda; segmento terminal del endópodo de la cuarta pata natatoria 2.06 veces más largo que ancho ..... *A. vernalis*
- 22.- Seta interna del segmento terminal de la quinta pata insertada en la parte media de l imagen interno ..... *Mesocyclops longisetus*  
 Seta interna del segmento terminal de la quinta pata insertada terminal o subterminalmente ..... *Thermocyclops inversus*

La cita bibliográfica para los copépodos de Yucatán es como sigue:

Suárez-Morales E., J.W. Reid, T. M. Iliffe & F. Fiers. 1996. Catálogo de los copépodos (Crustacea) continentales de la Península de Yucatán, México. El Colegio de la Frontera Sur. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Chetumal, México 296 pp.

## LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E.H. 1932. Plankton rotatoria from México. Trans. Amer. Microsc. Soc. 51: 242-251
- APHA, AWWA, WPCF. 1989. Standard Methods. For the examination of water and wastewater. 17th Ed. USA: 2-35-2-53

- Bowman T.E. & L.G. Abele, 1982. Classification of recent crustacea *In* D.E. Bliss (ed.) *The Biology of Crustacea*, 1. Academic Press, N.Y. 319 pp
- Brehm, V. 1932. Notizen zur swasserfauna Guatemalas un Mexikos. *Zool. Anz.* 114: 63-66
- Brehm, V. 1942. Plancton del Lago de Pátzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 3(1-4):81-85.
- Brehm, V. 1955. Mexikanische Entomotraken. *Osterr. Zool. Z.*, 6: 412-420.
- Brooks, J.L. 1957. The systematics of North American Daphnia. *Mem. Conn. Acad. Arts Sci.*, 13:1-180.
- Brooks, J.L. 1959. Cladocera *In* W. T. Edmonson (de), *Fresh-Water Biology*. Wiley & Sons, New York: 587-656.
- Carlin, N. B. 1935. Rotarien aus Mexico. *Kunigl. Fysiog. Sallsk. Lund. Fhrhand.* 5:175-185
- Ciros-Pérez J. & M. Elías-Gutiérrez. 1995. Nuevos registros de cladóceros (Crustacea: Anomopoda) en México. *Rev. Biol. Trop.*, 44(1): 297-304
- Ciros-Pérez J., M. Silva-Briano M. & M. Elías-Gutiérrez. 1995. A new species of *Macrothrix* (Anomopoda: Macrothricidae) from Central Mexico. *Hydrobiologia* 319:159-166.
- Chacón, T.A., M.R. Pérez & I.E. Musquiz. 1991. *Biología Acuática 1. Síntesis Limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Univ. Mich. San Nicolás de Hidalgo, México:23-26.
- Deevey, E.S. & G.B. Deevey. 1971. The American species of *Eubosmina* Seligo (Crustacea, Cladocera). *Limnol. Oceanogr.*, 16:201-218.
- Dodson, S. & D.G. Frey. 1991. Cladocera and other Branchiopoda. *In*: Thorp, J.H. & A. Covich (eds). *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego: 723-776.
- Dodson, S. & M. Silva-Briano. 1996. Crustacean zooplankton richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. *Hydrobiologia* 325: 163-172
- Dos Santos-Silva, N., M. Elías-Gutiérrez & M. Silva-Briano. Redescription and distribution of *Mastigodiatomus montezumae* (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) in Mexico. *Hydrobiologia*, (In press).
- Dumont, H.J. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. *Hydrobiologia*. 272:27-38.
- Elías G. M. y R. Zamuriano Claros. 1994. Primer registro de *Moina macrocopa* (Daphniiformes: Moinidae) en Bolivia. *Rev. Biol. Trop. Costa Rica* 42 (112): 385
- Elías-Gutiérrez, M. 1994. Notas sobre los cladóceros de embalses a gran altitud en el Estado de México, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* 40: 197-214
- Ferrusquia-Villafranca, I. 1990. Regionalización Biogeográfica. Instituto de Geografía. UNAM IV. 8.10 Escala 1:4,000,000.
- Fernando, C.H. 1980. The freshwater zooplankton of Sri Lanka with a discussion of tropical freshwater zooplankton. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 65: 85-125
- Fernando, C.H. & A. Kanduru. 1984. Some remarks on the latitudinal distribution of Cladocera on the Indian subcontinent. *Hydrobiologia* 113: 69-76

- Fiers, F., J.W. Reid, T.M. Iliffe & E. Suárez-Morales. 1996. New hypogean cyclopoid copepods (Crustacea) from the Yucatán Peninsula. *Contrib. Zool.* 66(2): 65-102
- Flores, F.J. & J. Martinez. 1993. Comparative limnology of three reservoirs on the mexican altiplano (A transition zone), Aguascalientes, Mexico. *Trop. Freshwat. Biol.*, 3:319-329.
- Flössner, D. 1972. Kiemen-und blattfüßer, Branchiopoda fischlaube, Brachiura. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena: 501 pp
- Frey, D.G. 1979. Cladocera analysis In Strum (ed.), First Rep. Intl. Geol. Correlation Prograamme, Stockholm.
- Frey, D.G. 1980. On the plurality of *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller) (Cladocera, Chydoridae), and designation of a neotype from Sjaelso, Denmark. *Hydrobiologia* 69: 83-123.
- Frey, D.G. 1982a. Cladocera. In: Hurlbert, S.H. & A. Villalobos-Figueroa (eds), *Aquatic biota of Mexico, Central America and West Indies*. pp.177-186. San Diego State University. San Diego, California, USA.
- Frey, D.G. 1982b. Questions concerning cosmopolitanism in Cladocera. *Arch. Hydrobiol.*, 93:484-502.
- Frey, D.G. 1986. The non-cosmopolitanism of chydorid Cladocera: implications for biogeography and evolution. p. 237-256. In: R.H. Gore & K.L. Heck (eds.). *Crustacean biogeography*. Balkema, Rotterdam.
- Frey, D.G. 1987. The taxonomy and biogeography of the Cladocera. *Hydrobiologia*. 145:5-17.
- Frey, D.G. 1995. Changing attitudes toward chydorid anomopods since 1769. *Hydrobiologia* 307:43-55.
- Fryer, G. 1987a. Morphology and the classification of the so-called Cladocera. *Hydrobiologia* 145: 19-28
- Fryer, G. 1987b. A new classification of the branchiopod Crustacea. *Zool. J. Linnean Soc.* 91: 357-383
- Goulden C.E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 58(6):1-101.
- Grant, J.W.G. & I.A.E. Bayly. 1981. Predator induction of crest in morphs of the *Daphnia carinata* King complex. *Limnol & Oceanogr.* 26(2): 201-208
- Green, J. 1981. Cladocera. In: S.H. Hulbert, G. Rodriguez y N. Dias Dos Santos (eds.). *Aquatic biota of tropical South America*. pp. 5-9. San Diego State University, California. USA.
- Haney, J. & D. Hall. 1973. Sugar-coated *Daphnia*, a preservation technique for Cladocera. *Limnol. & Oceanogr.* 18: 331-333
- Havel & Dodson. 1984
- Hebert, P.D.N. & P.M. Grewe. 1985. Chaoborus-induced shifts in the morphology of *Daphnia ambigua*. *Limnol. & Oceanogr.* 30(6): 1291-1297
- Hebert, P.D.N. & T.L. Finston. 1993. A taxonomic reevaluation of North American *Daphnia* (Crustacea, Cladocera). I. The *D. similis* complex. *Can. J. Zool.*, 71:908-925.

- Hoffman, C. V. & A. B. Sámano, 1938b. Notas acerca de los criaderos invernales de *Anopheles albimanus* Wide. en los pantanos de Veracruz. Anales del Instituto de Biología. México, 9:193-208.
- Hoffman, C. V. & A. B. Sámano. 1938a. Los criaderos invernales de *Anopheles pseudopunctipennis* en el estado de Oaxaca. Anales del instituto de Biología. México, 9:181-192.
- Juday, C. 1915. Limnological studies on some lakes in Central America. Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts Lett., 18:214-250.
- Kerfoot, W.C. 1980. Perspectives on cyclomorphosis: Separation of penotypes and genotypes. Am Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp.3: 470-496
- Kiefer, F. 1938. RuderfuBkrebse (Crust. Cop.) aus Mexiko. Zoologischer Anzeiger., 15.9. Bd.123:274-279.
- Korovchinsky, N.M. & Smirnov 1993. Introduction to the "Cladocera". International Training Course: Zooplankton as a Tool in Lake Management. Univ. Ghent Belgium: 39 pp.
- Korovchinsky, N.M. 1992. Sididae & Holopedidae (Crustacea: Daphniiformes). SPB Academic Publ. The Hague. 82 pp,
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Borntraeger, Berlin, 2 vols.: 673 pp., 234 plates. Kraus, K. 1986. *Daphnia laevis tarasca* ssp., a lake dwelling subspecies of *Daphnia laevis* Birge 1879 from Mexico. Crustaceana 50:225-230.
- Kuticova L.A. & Silva B.M. 1995. *Keratella mexicana* sp. nov., a new planktonic rotifer from Aguascalientes, Mexico. Hydrobiologia 310: 119-122
- Lieder, U. 1983. Revision of the genus *Bosmina* Baird, 1845 (Crustacea, Cladocera). Int.Revue. ges.Hydrobiol., 68:121-139.
- Lindberg, K. 1955. Cyclopodes (Crustacés copépodes) du Mexique. Arkiv for Zoologi., 7(23):459-489.
- Lindberg, K. 1957. Cyclopodes (Crustacés Copépodes) de l' Ouganda. Afrique Orientale Britannique. K. fysiogr., sãlsk. Lund forh., 26: 25-28
- Maas, S. 1993. Introduction to the Copepoda. International Training Course. Universiteit Gent Int Publ: 204 pp
- Margalef, R. 1983. Limnologia Ed. Omega. Barcelona: 824 pp.
- Marsh, C.D. 1929. Distribution and key of the North American copepods of the genus *Diaptomus* with the description of new species. Proc. U.S. Nat. Mus., 75(14):1-27.
- Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. En E.O. Wilson y F.M. Peter (eds.) Biodiversity. National Acad. Press. Washington: 145-154.
- Nogrady, T., J. Green, W. Koste, B. Pejler. 1993. Rotífera. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academica Publishing, The Hague: 142 pp.
- Örstan A. 1995. A new species of Bdelloid Rotifer from Sonora, Mexico. The Southwestern Naturalist 40: 255-258
- Osorio, T.B.F. 1942. Rotíferos planctónicos de México. Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat. 3: 23-79

- Osorio, T.B.F. 1943. Observaciones sobre la fauna acuática de las cuevas de la región de Valles, San Luis Potosí (México). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* IV(12): 47-51
- Pennak, R.W. 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. 3d. ed. John Wiley & Sons. USA:628 pp.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação e lista de referencias bibliográficas para as especies contingentais sulamericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool., Univ. S. Paulo.*, 9:17-143.
- Reid, J.W. 1990. Continental and Coastal free-living Copepoda (CRUSTACEA) of México, Central América and the Caribbean Region. In: *Diversidad biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México*. p.175-213.
- Reid, J.W. 1994. An Afro-Asian continental copepod, *Mesocyclops ogunnus*, found in Brazil; with a new key to the species of *Mesocyclops* in South America and a review of intercontinental introductions of copepods. *Limnologia*. 24(4):359-368.
- Rico M. R. & Silva B.M. 1992. Contribution to the knowledge of the rotifera of Mexico. *Hydrobiologia* 255: 467-474
- Rioja, E. 1940a. Observaciones acerca del plancton del Lago de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. Univ. Nal.Autón. México*. 11:417-425.
- Rioja, E. 1940b. Notas acerca de los crustáceos del Lago de Pátzcuaro. *An.Inst. Biol. Univ. Nal.Autón. México*.11:469-475.
- Rioja, E. 1942. Estudios hidrobiológicos VII. Apuntes para el estudio de la laguna de San Felipe Xochiltepec (Puebla) *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*. 13(2):503-517.
- Rodríguez-Almaraz, G. & A- Leija-Tristán. 1995. Cladocerans (Branchiopoda: Anomopoda; Ctenopoda) of the Nuevo Leon state, Mexico. *Southwest. Nat.*, 40:322-324.
- Sámano Bishop, A. 1931. Contribución al conocimiento de los rotíferos de México. *An. Inst. Biol*:157-163
- Sámano, A., 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. III. -Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares vecinos. *Anales del Instituto de Biología. México*, 7:269-270.
- Segers, H. 1994. Zoogeography of littoral Rotífera, with special reference to the Lecanidae. Part I. *Universiteit Gent*. 198 pp.
- Segers, H. 1995. Rotífera 2: The Lecanidae (Monogononta). *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* 6. (H.J. Dumont & T. Nogrady eds) SPB Academic Publishing BV., 226 pp.
- Segers, H.H. & Sarma S.S.S. 1993. Notes on some new or little known Rotifera from Brazil. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 26 (3): 175-185
- Silva B.M. & Segers H.H. 1992. Una nueva especie del género *Brachionus* (Rotífera: Monogononta), del Estado de Aguascalientes, México. *Rev. Hydrobiol.* 25(4): 283-285



- Sládeček, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100: 169-201
- Smirnov, N.N. 1971. Fauna of the U.S.S.R. Crustacea, Chydoridae. Israel Progr. Sci. transl. Jerusalem. 644 pp.
- Smirnov, N.N. 1992. The Macrothricidae of the World. SPB Academic Publ., The Hague. 143 pp.
- Staborogatov, J.I. 1986. Systema rakoobrasnyh. *Zool. J.* 65, 12 (System of Crustacea)
- Suárez-Morales, E., & M. Elías-Gutiérrez. 1992. Cladóceros (Crustacea: Branchiopoda) de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo y zonas adyacentes. In: Navarro, D. & E. Suárez-Morales (eds). *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México II*. pp. 145-161. CIQRO/SEDESOL, Chetumal, México.
- Suárez, E.; Vázquez, A. & Solís, E. 1991. Variaciones espacio-temporales de distribución y abundancia de rotíferos planctónicos en la presa J.A. Alzate, México, durante un ciclo anual. *An. Inst. Cienc. Mar & Limnol.* 18(2): 217-227
- Suárez, E.; Vázquez, A. & Solís, E. 1993. Preliminary investigations on the zooplankton community of a mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. *Hidrobiologica* 3(1-2): 71-80
- Suárez-Morales E., J.W. Reid, T. M. Iliffe & F. Fiers. 1996. Catálogo de los copépodos (Crustacea) continentales de la Península de Yucatán, México. El Colegio de la Frontera Sur. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Chetumal, México 296 pp.
- Suárez-Morales, E., J.W. Reid, T.M. Iliffe & F. Fiers. 1996. Catálogo de los copépodos (Crustacea) continentales de la Península de Yucatán, México. ECOSUR-CONABIO, México, 296 pp.
- Suárez-Morales, E., L. Segura y M.A. Fernández. 1986. Diversidad y abundancia del plancton en la Laguna de Catemaco, Veracruz durante un ciclo anual. *An. Inst. Cienc. del Mary Limnol., Univ. Nal. Autón. México.* 13(3):313-316.
- Uéno, M. 1939. Zooplankton of Lago de Pátzcuaro, Mexico. *Annot. Zool. Japan.*, 18(12):105-114.
- Van de Velde, I., H.J. Dumont & P. Grootaert. 1978. Report on a collection of Cladocera from Mexico and Guatemala. *Arch. Hydrobiol.*, 83:391-404.
- Vázquez, A., E. Solís, N. Macedo & I. Rosas. 1986. Influencia de la calidad del agua sobre la ocurrencia de *Daphnia pulex* en la Presa José Antonio Alzate y algunos aspectos de su pesquería. *Contam. Ambient.* 2(1): 39-60
- Vilaclara, G. & Sladeczek, V. 1989. Mexican rotifers as indicators of water quality with description of *Collotheca riverai*, new species. *Arch. Hydrobiol.* 115: 257-264
- Villalobos-Hiriart, J.L., A.C. Díaz Barriga y Lira-Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. *Rev. Soc. Max. Hist. Nat.*, 44:267-290.
- Wilson, C.B. 1936. Copepods from the cenotes and caves of Yucatan Peninsula, with notes on cladocerans. In: A.S. Pearse, E.P. Creaser & F.G. Hall (eds).

The cenotes of Yucatan, a zoological and hydrographic survey. 77-88. Carnegie Inst. Washington Publ., Washington, D.C.

Wilson, M.S. 1959. Free-living copepoda Calanoida. In: W. T. Edmonson (Editor), Ward & Whipple's Freshwater Biology. 2nd. ed. John Wiley & Sons Inc. New York, pp. 738-794.

Zaret, T.M. 1972. Predators, invisible prey and the nature of polymorphism in the cladocera (Class Crustacea). *Limnol. & Oceanogr.* 17(2): 171-184

Brehm, V. 1955. Mexicanische Entomostraken. *Osterr. Zool. Zeitschr.*, 6:412-420.

## **ANEXO 1**

Taxonomic studies of freshwater rotifers (Rotifera) from Mexico

Revista a la que se envió: Polish Archiv Hydrobiologie

Etapas en proceso de publicación: Aceptado (Carta de aceptación en proceso).

S.S.S. Sama & Manuel Elias-Gutierrez

**Taxonomic studies of freshwater rotifers (Rotifera) from Mexico**

UNAM, Laboratorio de Zoología, Campus Iztacala, AP 314, CP 54000, Los

Reyes, Tlalnepantla, Edo. de Mexico, Mexico.

## ABSTRACT

A taxonomic survey on freshwater rotifers from eight localities of Mexico resulted in a total of 123 taxa, of which 28 nonogonont species are new records. These are: *Asplanchna intermedia* (Hudson, 1886), *Asplanchna silvestris* (Daday, 1902), *Cephalodella apocolea* Myers, 1924, *C. gigantea* Remane, 1933, *Dicranophorus uncinatus* (Milne, 1886), *Dipleuchlanis propatula* (Gosse, 1886), *Epiphanes macrourus* (Barrois & Daday, 1894), *Euchlanis incisa* Carlin, 1939, *Gastropus hyptopus* (Ehrenberg, 1838), *Keratella serrulata* (Ehrenberg, 1838), *Lecane aculeata* (Jakubski, 1912), *L. furcata* (Murray, 1913), *L. rhenana* Hauer, 1929, *L. sola* Hauer, 1936, *Mytilina acanthophora* Hauer, 1938, *M. hisulcata* (Lucks, 1912), *Monommata arndti* Remane, 1933, *Notommata cyrtopus* Gosse, 1886, *N. falcinella* Haring & Myers, 1921, *N. pachyura* (Gosse, 1886), *N. saccigera* Ehrenberg, 1832, *Paranuraeopsis quadriantennata* Koste, 1974, *Proales decipiens* (Ehrenberg, 1831), *Taphrocampa selenura* Gosse, 1887, *Trichocerca rosea* (Stenroos, 1898), *T. ruttneri* (Donner, 1953), *Tripleuchlanis plicata* (Levander, 1894) and *Volga spinifera* (Western, 1894). All new records were illustrated and comments were made on selected taxa from the zoogeographical point of view. This survey confirms the fact that Mexico is a transitional region between the two major biogeographic regions in the American continent.

Key words: Mexico. taxonomy, new records, Rotifera

## 1. INTRODUCTION

In a recent review on global status of taxonomic studies of rotifers, Nogrady *et al.* (1993) have stated that data on Mexican species were incomplete. After this, two new species, a monogonont *Keratella mexicana* by Kutikova & Silva (1995) and a bdelloid *Macrotrachela sonorensis* by Orstan (1995) were added to the fauna of this country. Some ecological investigations did contain information on the occurrence of rotifer species in a particular site (e.g., Suarez *et al.* 1993; Flores-Tena, Silva 1995). However, these are mostly planktonic collections and thus represent low rotifer species numbers. Data on Mexican rotifers were presented in several symposia (e.g., Torres, Corona 1995), but most of them remain in the abstract stage and full papers are rarely published (e.g. Rico, Silva-Briano 1993). Therefore, a more or less complete picture on the rotifer species distribution in Mexican waters has remained much of a conjecture in reference books (e.g., Dioni 1977; Pourriot 1982).

The aim of the present work is to study the rotifer fauna of selected areas of Mexico from a taxonomic point of view and to discuss the results in relation to biogeography.

## 2. MATERIAL AND METHODS

Rotifer samples were collected from 8 water bodies in different seasons in Mexico. Seven of them are included in Table I. Samples were collected from the localities in autumn months. Winter samples were collected in 5 localities. Only in Taxhimay samples were collected in summer in addition to winter and autumn. The samples were collected in each season only once. Most of the selected waterbodies are without dense macrophytes.

Collections were made using a plankton net of 50 µm mesh size by towing through different parts of the waterbodies. Thus, samples included both planktonic and littoral rotifers. Immediately after collections, the samples were fixed in 10% formalin. Selected physical and chemical variables of the ambient waterbodies were measured using standard limnological methods (APHA 1989). Rotifers from the samples were identified in the laboratory first by using a stereomicroscope at a magnification of 40X and later, under a compound microscope at different magnifications (100 - 1000X). For identification of rotifers, we mainly followed Koste (1978). However, other recent literature (e.g., Koste, Shiel 1987; 1989; 1990; 1991; Segers 1995) was also consulted. The classification followed here is after Koste (1978). Rotifer figures were drawn under a compound microscope using a camera lucida (Nikon Labophot-2 model), calibrated with a stage micrometer, Trophi preparations when needed, were made by dissolving rotifers with dilute NaOCl solution. We carried out whole sample analysis for the identification of rotifer species.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Data on selected limnological variables are presented in Table 1. From the localities studied, we identified 123 taxa including one bdelloid rotifer. These belonged to 19 families and 41 genera (Table II). The present study adds 28 species including three rare genera (*Paranueaopsis*, *Tripleuchlanis* and *Volga*) new to the Mexican fauna. Brief descriptions with illustrations were given below for all new records. This became necessary since new records if not illustrated, would be difficult for other researchers to confirm the taxonomic status of documented species. For example, Rico, Silva (1993) have mentioned 39 new records to the fauna of Mexico, but none of the species was illustrated nor are the samples available for confirmation. We give here also comments on selected taxa from zoogeographical point of view.

*Epiphanes macrourus* (Fig. 1). Specimens tally with figures and descriptions available from literature (Koste 1978; Sarma 1988). Non-loricate saccate rotifer. In living specimens anterior end with three tufts of cilia. Foot long and wrinkled. Eggs spherical.

Trophi malleate, with fulcrum short and strong. Basal end of the manubria widened distally, slightly curved. Cosmopolitan species (Koste, Shiel 1987).

*Keratella serrulata* (Fig. 2). Strongly loricate brachionid rotifer. Lorica rectangular with 6 anterior spines. Posterior lorica spineless (also present in some specimens). No foot. Dorsal lorica with three polygonal median facets, and the last one followed by a median line. Lorica with granules. Cosmopolitan species (Koste, Shiel 1987).

*Paranuraeopsis quadriantennata* (Fig. 3). Koste (1974) described this species from Amazonia and considered its distribution in South American continent. Specimens collected from Encinillas correspond with those given in Koste (1978). In some specimens anterolateral projections on the ventral plate are rounded. In cross section dorsal plate is strongly arched and ventral is straight.

*Dipleuchlanis propatula* (Fig. 4). Lorica ovoid to circular in outline. Dorsal and ventral plates connected by a lamella. Dorsal plate smaller than ventral plate. In cross section ventral plate concave and dorsal plate nearly straight. Toes long and toe tips short and sharp. Common species.

*Euchlanis incisa* (Fig. 5). Lorica ovoid with a posterior shallow notch. Dorsal plate wider than ventral. In cross section dorsal plate strongly arched with a keel. Ventral plate nearly straight. Toes short, stout and toe tips pointed. Cosmopolitan species.

*Tripleuchlanis plicata* (Fig. 6). Lorica subrectangular in outline, with a wide posterior notch. Connecting lamella of dorsal and ventral plates folded outwardly giving appearance of three piles of plates, clearly visible in cross-section. Toes short, stout and ending with sharp tips. Cosmopolitan species.

*Mytilina acanthophora* (Fig. 7). Lorica anteriorly wider than posterior. Dorsal



lorica with a longitudinal median sulcus. In lateral view preserved specimens appearing with antero-ventral more or less triangular projection. Toes long, thin and strong. Toe tips long. Previously recorded in Amazonia (Koste 1978).

*M. bisulcata* (Fig. 8). Specimens agree with descriptions given by Sarma (1988). Lorica elongated with narrower anterior end. Posterior end nearly straight. Toes long and strong. Toe tips with a subterminal constriction followed by swelling. Recorded from Europe and Asia (Koste 1978; Sarma 1988).

*Wolga spinifera* (Fig. 9). Trichotriidae member. Body loricate. Anterior end wider than posterior. Two small posterolateral projections on the lorica present. Ventral foot opening deep. Foot long and wrinkled. Toes thin and short. Monotypic genus recorded from India (Sarma 1988), Africa (Dumont, De Ridder 1987) and many other countries in Europe and North America (Koste 1978).

*Lecane aculeata* (Fig. 10). Strongly loricate cosmopolitan species. Dorsal plate medially wider than ventrally but anteriorly narrower. Two strong and prominent anterolateral spines present. Toes 2, short and equal. Claws prominent.

*L. furcata* (Fig. 11). Lorica circular in outline with straight anterior margin. Ventral plate narrower than dorsal plate. No anterolateral projections. Toe single, toe tips with two well-separated claws. Cosmopolitan species (Koste, Shiel 1990; Segers 1995).

*L. rhenana* (Fig. 12). Large rotifer with prominent spine-like anterolateral margins. Ventral lorica narrower than dorsal. Posterior end of ventral lorica rounded. Toes two, thick and short, bearing asymmetrical pseudoclaws and accessory claws. The specimens with long toes from Boa Vista (Brazil) figured by Segers (1995) need confirmation; most probably they represent *L. curvicornis*, *Lecane rhenana* is considered as tropicopolitan taxa (Segers 1996)

*L. sola* (Fig. 13). Lorica long with short and pointed anterolateral spines. Ventral plate long and dorsal plate wider and short. Foot pseudosegment partly projecting beyond posterior end of ventral plate. Toes two, toe tips distally tapering. Recorded from Asia and South America (Wulfert 1966; Koste, Bottger 1989).

*Proales decipiens* (Fig. 14). Non-loricate rotifer with short and equal but asymmetric toes. Trophi modified malleate type with short fulcrum, distally bulbous. Rami with partition-like appearances. Manubria proximally wide and distally narrow. Cosmopolitan species (Koste 1978).

*Cephalodella apocolea* (Fig. 15). Large rotifer with wide anterior end. Body elongate with distinct lorical plates. Toe widely separated. Toe tips distally sickle-shaped and pointed. Trophi virgate type. Recorded earlier from Europe, North America, New Zealand and Australia (Koste, Shiel 1991). The species was first described from Wisconsin (Honing, Myers 1924).

*C. gigantea* (Fig. 16). Specimens tallying with those reported in literature (Koste 1978; Sarma 1988). Large species. Toes long and curved. Toe tip distally pointed. Trophi virgate type. Rami wider in the anterior end with inner margin strongly denticulated, the median denticle is larger than others. Manubria short and curved.

*Monommata arndti* (Fig. 17). Body long and fusiform. Formalin-preserved specimens contracted into a short body. Toes two, long and unequal with sharp tips. Trophi modified virgate type with rami long and alula long, triangular and pointed. Manubria thin and curved, widened in the middle. Recorded from India (Sarma 1988), Australia (Koste, Shiel, 1991) and Europe (Koste 1978).

*Notommata cyrtopus* (Fig. 18). Illoricate rotifer. Body long with prominent anterior auricles. Toes long, basally thick and distally tapering. Trophi virgate with

long fulcrum. Rami wide, inner margins denticulated. Alula thin and pointed. Manubria basally widened. Cosmopolitan species.

*N. falcinella* (Fig. 19). Large illoricate rotifer. Toes small and short. Trophi virgate and asymmetric. Right alula of ramus well-developed. Fulcrum distally wide. Pleura] stabs prominent. Recorded from Europe and North America (Koste 1978).

*N. pachyura* (Fig. 20). Large cosmopolitan illoricate rotifer (Segers *et al.* 1994). Trophi large, asymmetric with long distally widened fulcrum. Alula of rami large and prominent. Manubria long, wide and slightly curved.

*N. saccigera* (Fig. 21). Body long with two short toes. Rami virgate and slightly asymmetrical with lamellar wavy outgrowths. Manubria long and strong, curved in distal part. Fulcrum short. Recorded from North America and India (Koste 1978; Segers *et al.* 1994).

*Taphrocampa selenura* (Fig. 22). Body elongate, vermiform with transverse pseudosegmentation. Toes long, thin and gradually tapering. Trophi virgate type with asymmetric rami. Cosmopolitan species.

*Trichocerca rosea* (Fig. 23). Well-characterized species. Lorica long, strong and cylindrical. Anterior end with two unequal, prominent projections. Toe long. Substyli present. Common in Europe, North America and New Zealand (Koste 1978).

*T. ruttneri* (Fig. 24). Lorica plump, anteriorly wider and posteriorly narrowed. Anterior end with folds. Toes short, unequal. Trophi virgate with asymmetric rami. Fulcrum long and distally wide. Recorded from Europe, South America and Asia (Koste 1978).

*Gastropus hyptopus* (Fig. 25). Disc-shaped rotifer. Body laterally compressed with foot posteroventrally located. Toes short, pointed. Trophi virgate type. Rami triangular. Fulcrum long. Manubria thin, long and distally curved, basally with lamellae. Recorded from East Asia, Europe and North America (Koste 1978).

*Asplanchna intermedia* (Fig. 26). Transparent illoricate sac-like rotifer with horse-shoe shaped vitellarium. Trophi incudate type with no tooth on the inner margin of rami. Common species, but identification confuses generally.

*Asplanchna silvestris* (Fig. 27). This is an additional record found in La Goleta reservoir (20°4'54" N; 99°33'6" W), not included in Tables I and II, because it is the only species we recorded from this place. Rotifer similar to *A. intermedia*. Trophi one of the largest sizes. Trophi incudate type. Rami long with a pair of spines in the inner margin. Anterior end of rami with semicircular plate-like lamellar extension with indentation well-developed. Apophysis at the base of rami acutely pointed. Fulcrum short. This species was recorded from North Asia and USA. Some workers (e.g. Ruttner-Kolisko 1974) suggest that this species is incompletely described.

*Dicranophorus uncinatus* (Fig. 28). Body elongate with long toes. Basally toes wider, distally tapering into pointed tips. Trophi forcipate type with short fulcrum. Manubria long, curved and with characteristic lamellar extensions. Rami long. Widely distributed taxon (Koste 1978).

With the addition of 28 new records, now the number of rotifer species known from Mexico rose to about 170 species. Of these, 123 were confirmed or re-encountered in the present study. More than 70% of the species recorded so far from Mexico are cosmopolitan. About 25% species are cosmopolitan or American. Endemism appears to be limited. Expect *Keratella mexicana* and *Macrotrachela sonorensis*, a few other species described as new and endemic from Mexico (e.g.,

*Collotheca riverai* Vilaclara & Sládecek and *Brachionus josephinae* Silva-Briano & Segers) are doubtful. The present study showed the occurrence of some rotifer species recorded earlier from South America and some others from North America. This confirming the fact that Mexico being in the transition between the Americas had the rotifer taxa common to both the American continents.

Systems with lowest diversity number were Los Baños (with the highest pH values, so the rotifer taxa diminished) and Alzate reservoir. The latter receives crude waste waters from the industrial city of Toluca probably affecting zooplankton (Suárez *et al.* 1993). Nevertheless the species number we found from this reservoir is higher than that reported by Suárez *et al.* (1993). Lecanidae family had more species (17) in La Tobará, a well preserved system near the Pacific Coast, with higher Secchi transparency than the other systems (Table II).

In total from eight sampling sites, we recorded 123 species. In an earlier study from Mexico, Rico, Silva (1993) have mentioned 96 taxa. For a comparison, Koste, Banger (1992) have recently given an inventory of about 300 taxa for Ecuador, a much smaller country with less complexity of environments and microhabitats than Mexico. It is expected that the total number of taxa in Mexico will easily surpass 300 when the surveys on rotifers are made more extensively.

#### 4. ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by CONABIO (no. H-116 ) granted to the authors. SSS Sarma is also thankful for CONACYT (no. 940481) for Catedra Patrimonial Nivel II at Iztacala Campus of UNAM.

## 5. REFERENCES

- APHA 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. Washington D.C.
- Dioni, W. 1977. Rotatoria. In: Hurlbert S.H. [Ed.] *Aquatic biota of South America*. 87-89. San Diego. The San Diego State Univ. Press.
- Dumont, H.J., De Ridder, M. 1987. Rotifers from Turkey. *Hydrobiologia*, 147, 65-73.
- Flores-Tena, F.J., Silva, B.M. 1995. A note on El Niagara, a polluted reservoir in Aguascalientes, Mexico. *Hydrobiologia*, 308, 235-241.
- Harring, H.K., Myers, F.J. 1924. The rotifer fauna of Wisconsin. 2. A revision of the notommatid rotifers, exclusive of the Dicranophorinae. *Trans. Wisc. Acad. Arts Sci. Lett.*, 21, 415-549.
- Koste, W. 1974. Über Rotatorien aus einem Ufersee des unteren Rio Tapajos, dem Lago Paroni. *Gewäss. Abwäss.*, 53/54, 43-68.
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Vol. 1 & 2. Börntraeger, Berlin.
- Koste, W., Böttger, K. 1989. Rotatorien aus Gewässern Ecuadors. *Amazoniana* 10, 407-438.
- Koste, W., Böttger, K. 1992. Rotifers from Ecuadorian waters. 2. *Amazoniana* 12, 263-303.
- Koste, W., Shiel, R.J. 1987. Rotifera from Australian inland waters. 2. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). *Invertebr. Taxon.*, 7, 949-1021.

- Koste, W., Shiel, R.J. 1989. Rotifera from Australian inland waters. 4. Colurellidae (Rotifera: Monogononta). *Trans. Roy. Soc. S. Aust.*, 113, 119-143.
- Koste, W., Shiel, R.J. 1990. Rotifera from Australian inland waters. 5. Lecanidae (Rotifera: Monogononta). *Trans. Roy. Soc. S. Aust.*, 114, 1-36.
- Koste, W., Shiel, R.J. 1991. Rotifera from Australian inland waters. 7. Notommatidae (Rotifera: Monogononta). *Trans. Roy. Soc. Aust.*, 115, 111-159
- Kutikova, L.A., Silva, B.M. 1995. *Keratella mexicana* sp. nov., a new rotifer from Aguascalientes, Mexico. *Hydrobiologia*, 310, 119-122.
- Nogrady, T., Wallace, R.L., Snell, T.W. 1993. Rotifera 1. Biology, ecology and systematics In: Dumont H.J., Nogrady T. [Ed.] *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. 6. The Hague, SPB Academic Publishers.
- Pourriot, R. 1982. Rotifera. In: Hurbert, S.H., Villalobos-Figueroa, A. [Eds. ] . *Aquatic Biota of Mexico, Central America and West Indies*. 140-143. San Diego. The San Diego State Univ. Press.
- Örstan, A. 1995. A new species of bdelloid rotifer from Sonora, Mexico. *Southwest. Nat.*, 40, 255-258
- Rico, M.R., Silva, B.M. 1993. Contribution to the knowledge of the Rotifera of Mexico. *Hydrobiologia*, 255/256, 467-474.
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Die Rotatorien Die Binnengewasser 26. Das Zooplankton der Binnengewasser (Suppl.) 1. Teil. Stuttgart. Schweizerbart Sch. Verlagsbuchhandlung.

- Sarma, S.S.S. 1988. New records of freshwater rotifers (Rotifera) from Indian waters. *Hydrobiologia*, 160, 263-269.
- Segers, H. 1995. Rotifera 2. The Lecanidae (Monogononta). In: Dumont H.J., Nogrady T. [ Ed.) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. 6. The Hague, SPB Academic Publishers.
- Segers, H. 1996. The biogeography of littoral *Lecane* Rotifera. *Hydrobiologia*, 323, 169-197.
- Segers, H. Sarma, S.S.S., Kakkassery, F.K., Nayar, C.K.G. 1994. New records of Rotifera from India. *Hydrobiologia*, 287, 251-258.
- Suárez, E., Vázquez, A., Solis, E. 1993. Preliminary investigations on the zooplankton community of a Mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. *Hidrobiologica*, 3, 71-80.
- Torres, E.A., Corona, J.G.A.C. 1995. Analisis de la diversidad zooplanctonica de la Presa Sabaneta, Michoacán, México (Analysis of zooplanktonic diversity from Sabaneta dam, Michoacán, México). An Abstract, XIII Congr. Nacion. Zool., Michoacán, Mexico, 133-134.
- Wulfert, K. 1966. Raderiere aus dem Stausee Ajwa and der Trinkwasser-Aufbereitung der Stadt Baroda (Indien). *Limnologica*, 4.53-95.



## Figure captions

Fig.1. *Epiphanes macrourus* (Barois & Daday, 1894). a: ovigerous individual (contracted), b: trophi (dorsal).

Fig. 2. *Keratella serrulata* (Ehrenberg, 1838). Dorsal

Fig. 3. *Paranuraeopsis quadriantennata* Koste, 1974. a: ventral, b: cross-section

Fig. 4. *Dipleuchlanis propatula* (Gosse, 1886). a: dorsal, b: cross-section

Fig. 5. *Euchlanis incisa* Carlin, 1939. a: dorsal, b: cross-section

Fig. 6. *Tripleuchlanis plicata* (Levander, 1894). a: dorsal, b: cross-section

Fig. 7. *Mytilina acanthophora* Hauer, 1938. a: lorica lateral

Fig. 8. *M. bisulcata* (Lucks, 1912). a: lateral, b: ventral, c: toes

Fig. 9. *Volga spinifera* (wester, 1894). a: ventral, b: lateral

Fig. 10. *Lecane aculeata* (Jakubski, 1912). ventral

Fig. 11. *L. furcata* (Murray, 1913). a: ventral, b: toe

Fig. 12. *L. rhenana* Hauer, 1929. Ventral

Fig. 13. *L. sola* Hauer, 1936. Ventral

Fig. 14. *Proales decipiens* (Ehrenberg, 1831). a: lateral (contracted), b: trophi dorsal

Fig. 15. *Cephalodella apocolea* Myers, 1924. a: dorsal (contracted), b: toe, c: trophi dorsal, d: trophi lateral.

Fig. 16. *C. gigantea* Remane, 1933. a: lateral (contracted), b: trophi dorsal, c: trophi lateral, d: manubrium

Fig. 17. *Monommata arndti* Remare, 1933. a: habitus (lateral, contracted), b: trophi

Fig. 18. *Notommata cyrtopus* Gosse, 1886. a: habitus dorsal, b: trophi dorsal

Fig. 19. *N. falcinella* Harring & Myers, 1921. a: ventral (contracted), b: trophi

Fig. 20. *N. pachyura* (Gosse, 1886). a: trophi dorsal, b. trophi lateral

Fig. 21. *N. saccigera* Ehrenberg, 1832. a: habitus dorsal, b: trophi dorsal

Fig. 22. *Taphrocampa selenura* Gosse, 1887. a: lateral (contracted), b: trophi

Fig. 23. *Trichocerca rosea* (Stenroos, 1898). Lorica lateral

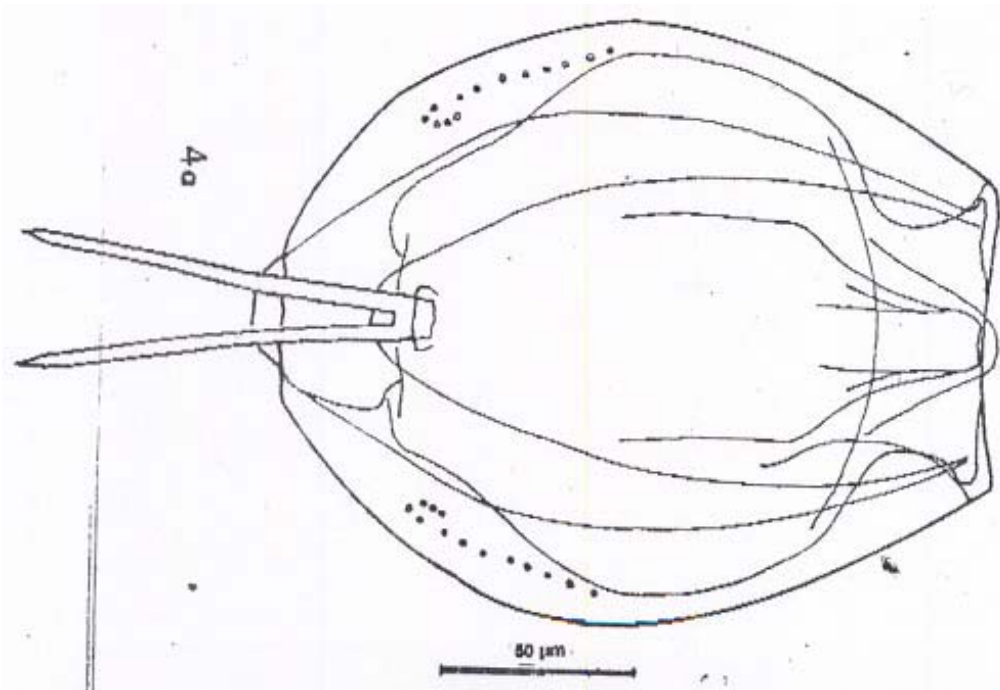
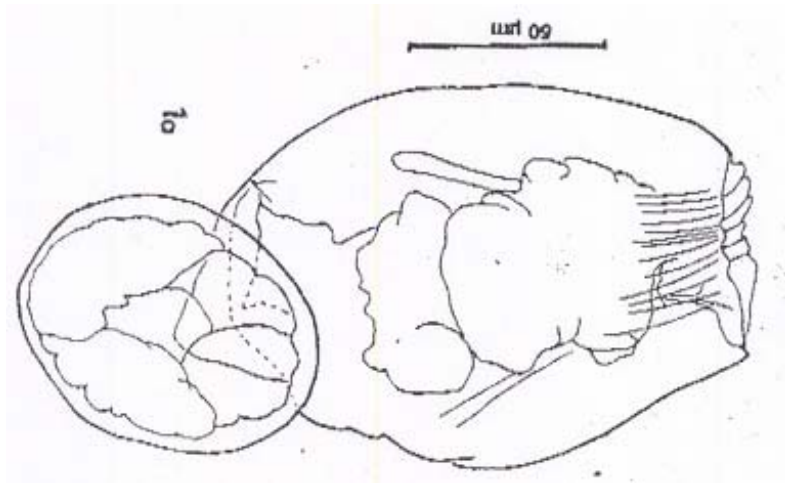
Fig. 24. *T. ruttneri* (Donner, 1953). a: lorica lateral, b: trophi

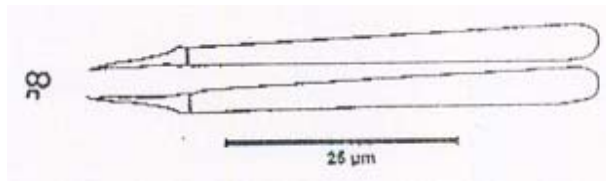
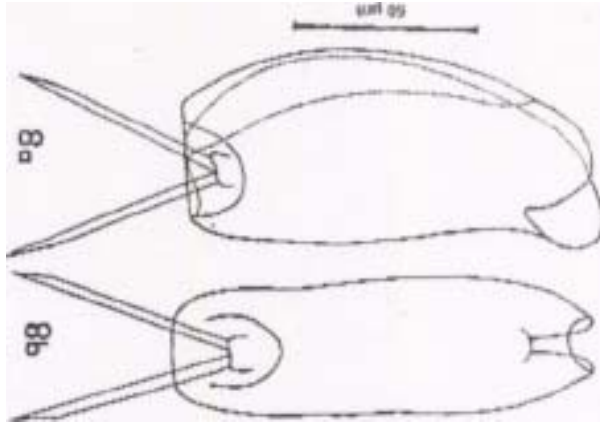
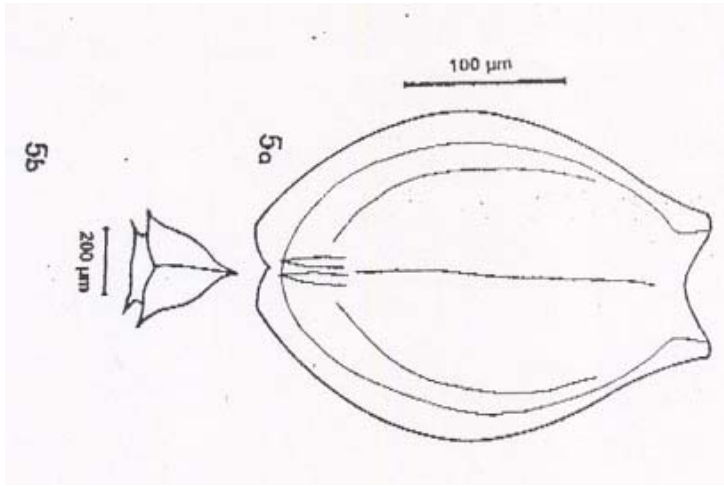
Fig. 25. *Gastropus hyptopus* (Ehrenberg, 1838). a: lateral, b: trophi dorsal

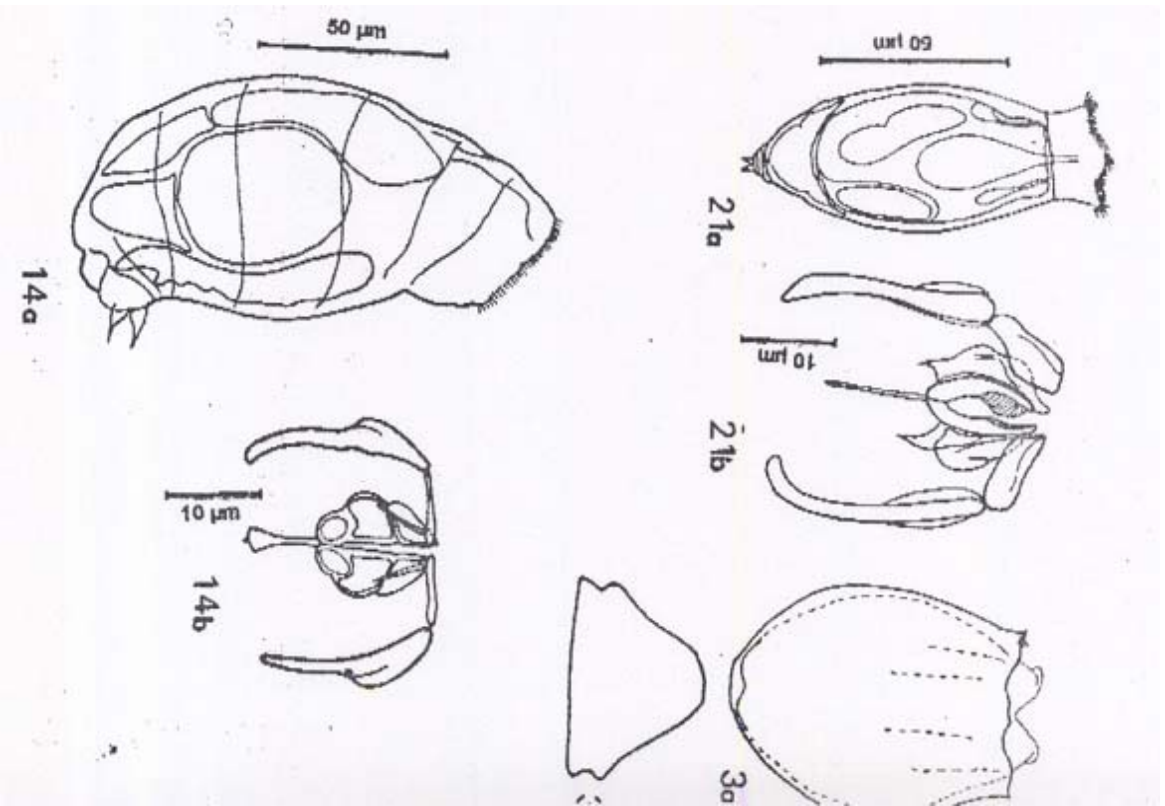
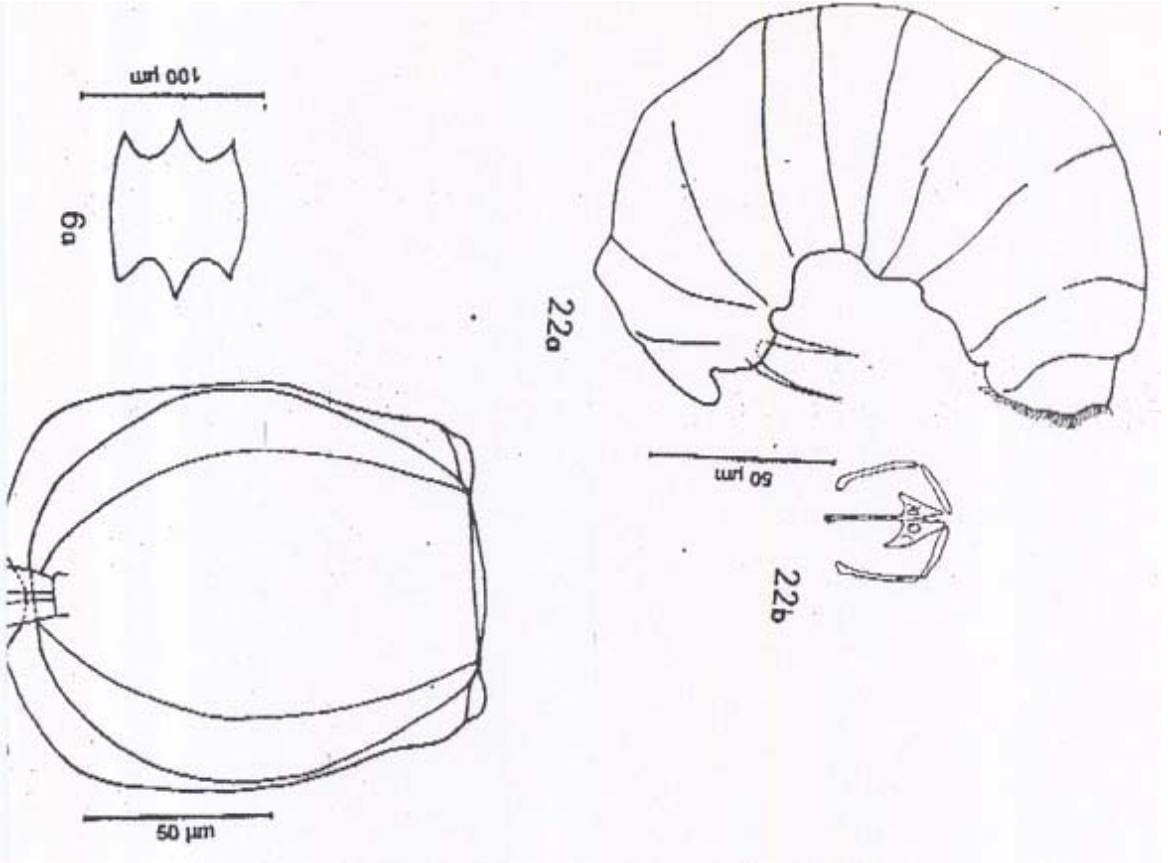
Fig. 26. *Asplanchna intermedia* (Hudson, 1886). Trophi

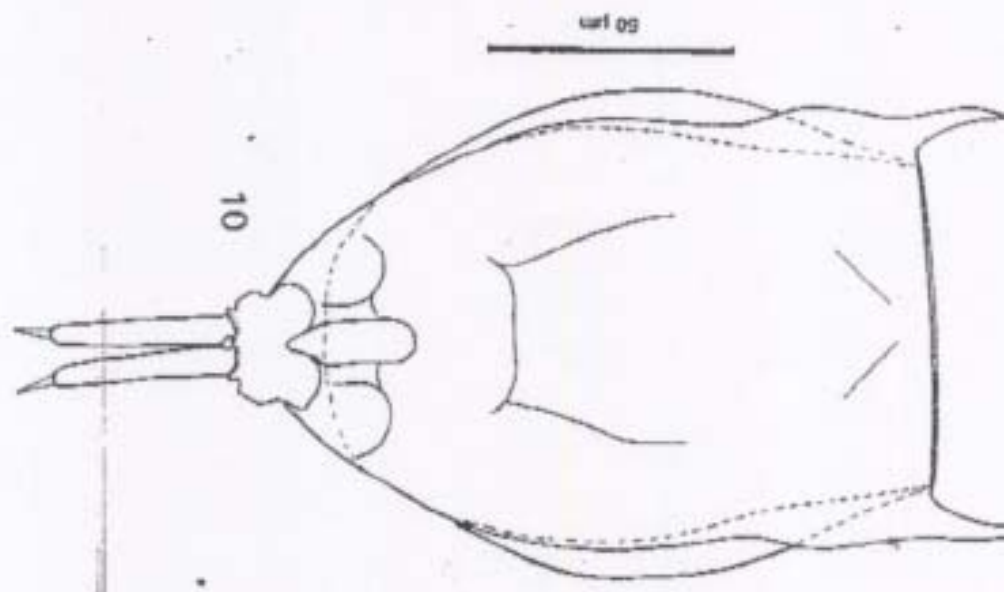
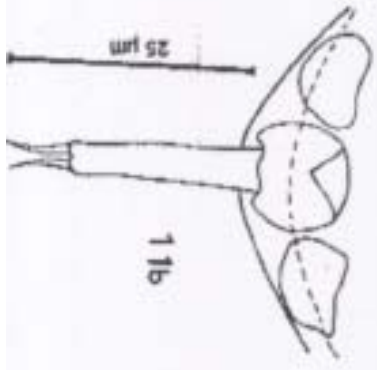
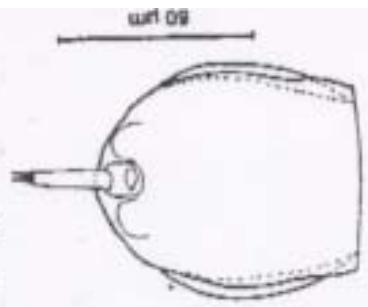
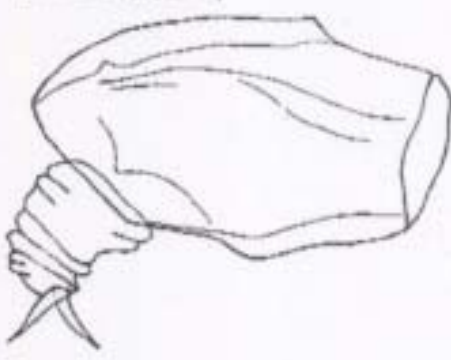
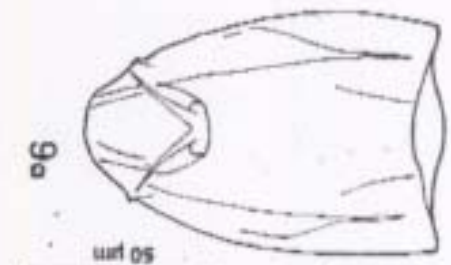
Fig. 27. *A. silvestres* (Daday, 1902). Trophi

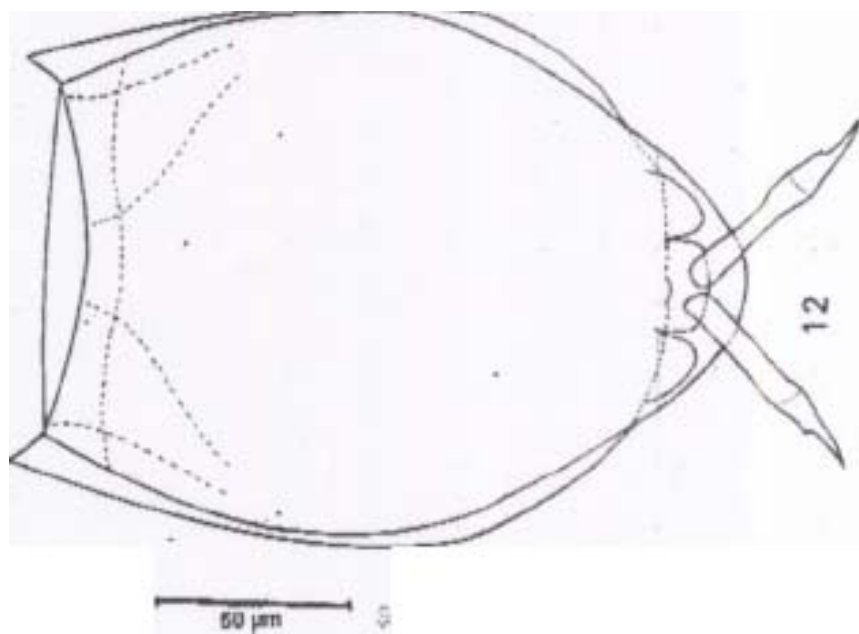
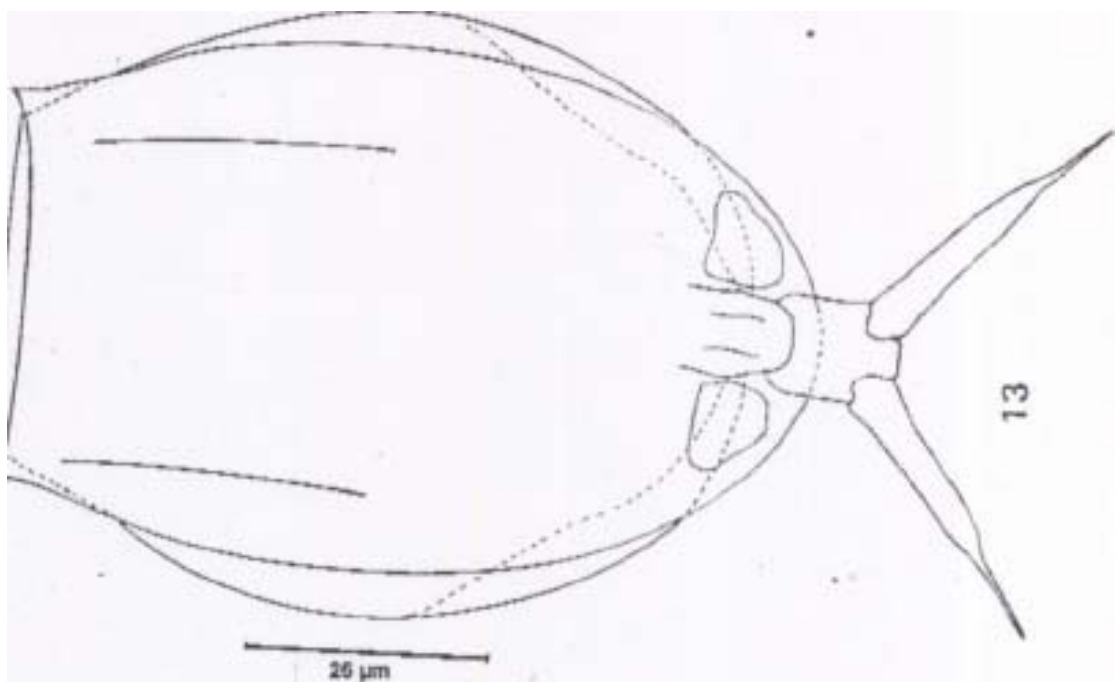
Fig. 28. *Dicranophorus uncinatus* (Milne, 1886). a: ventral; b: trophi

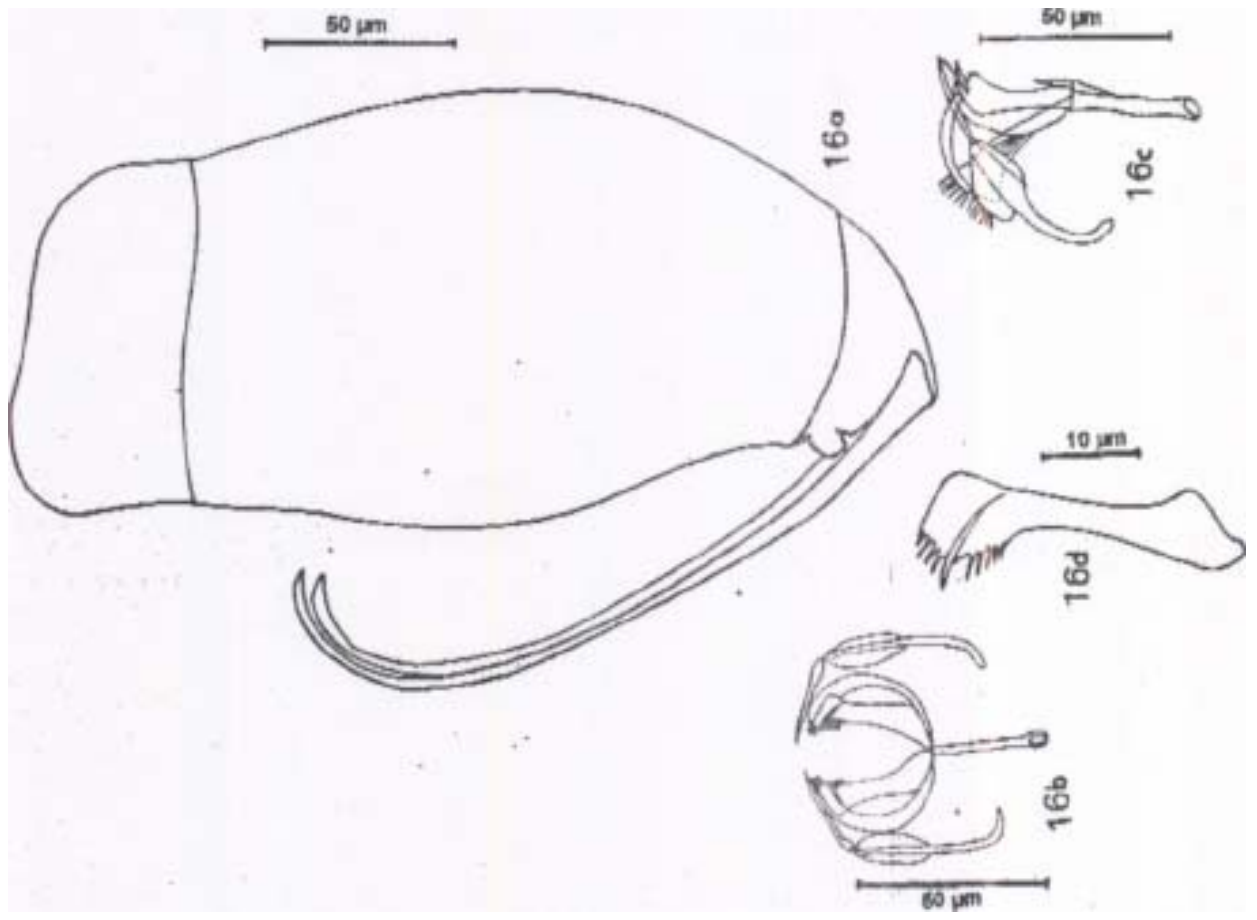
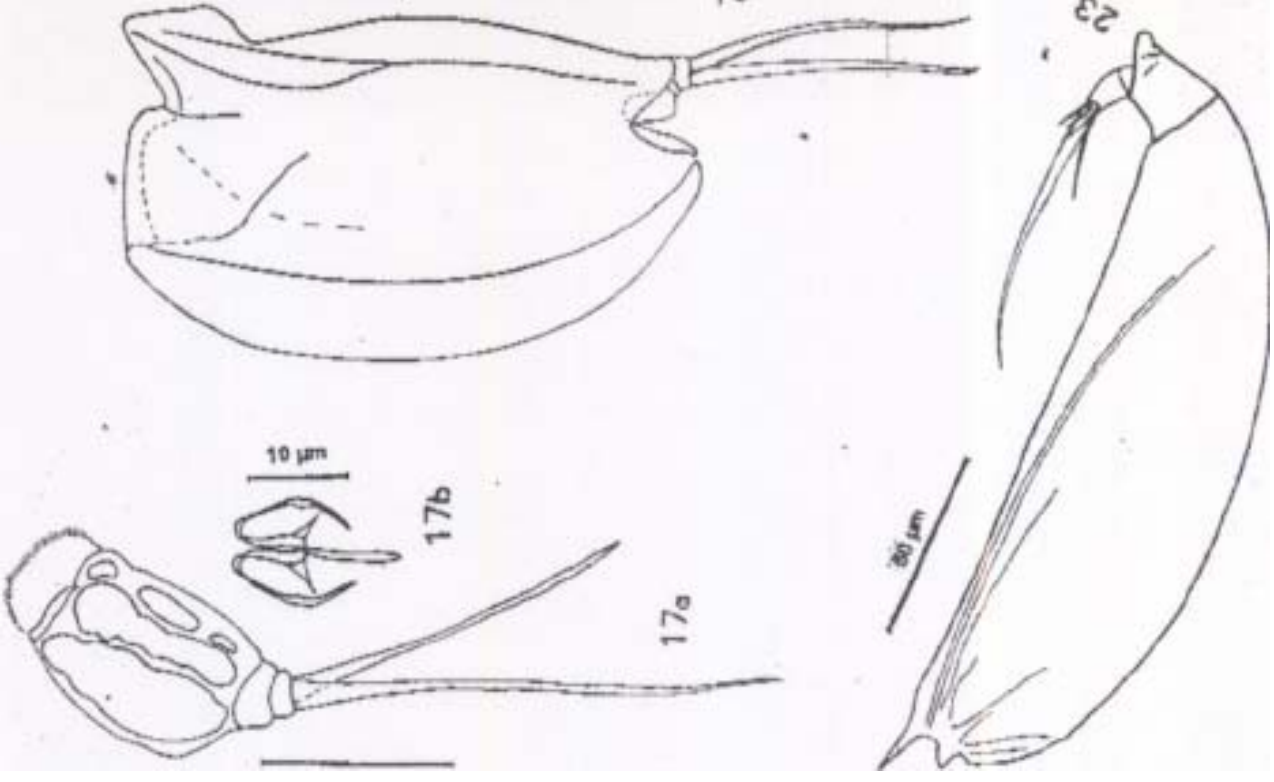




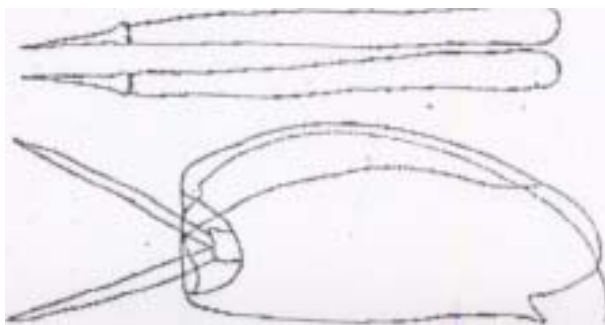
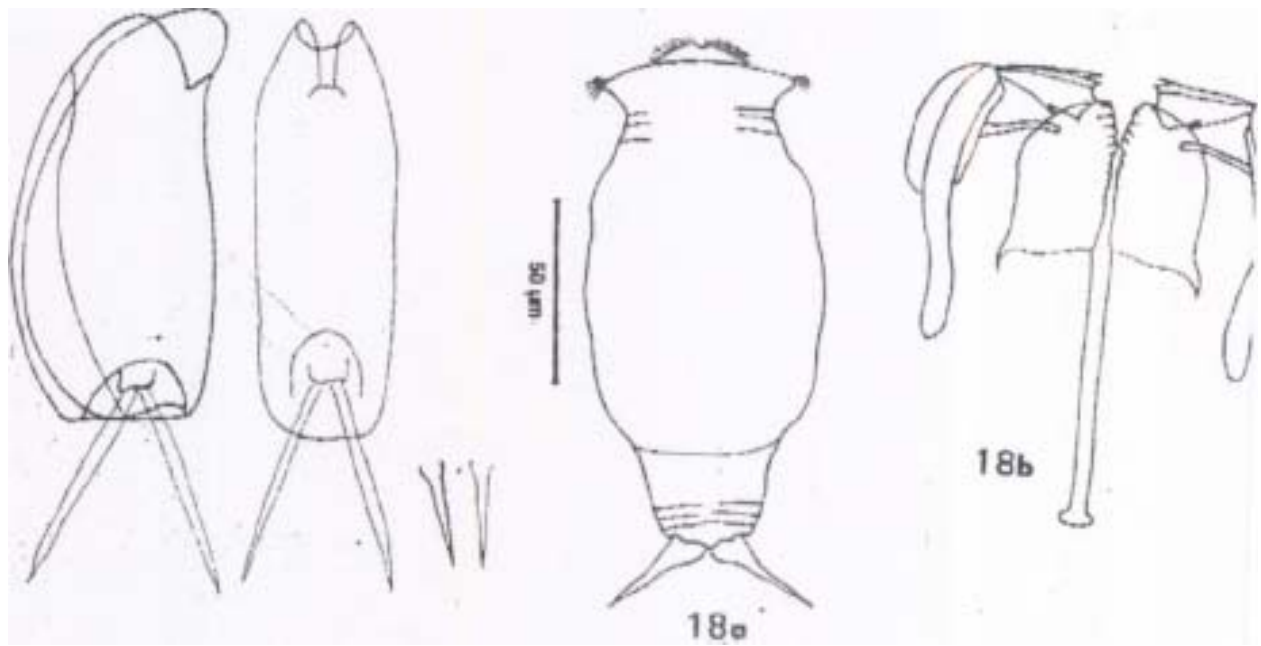
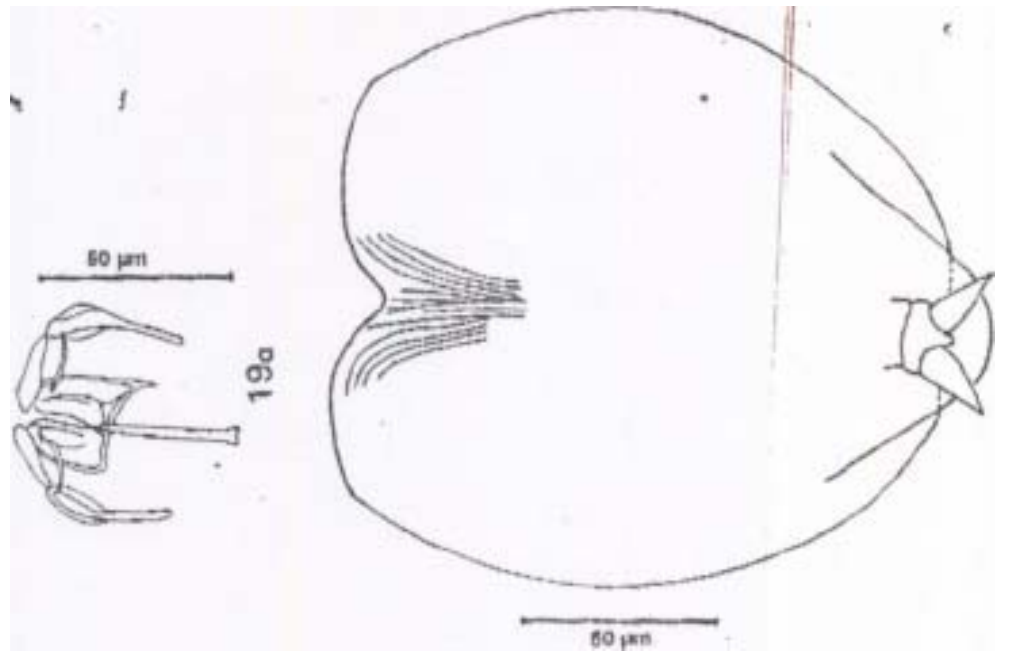


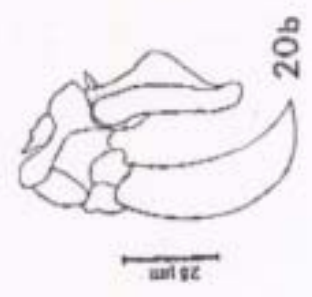
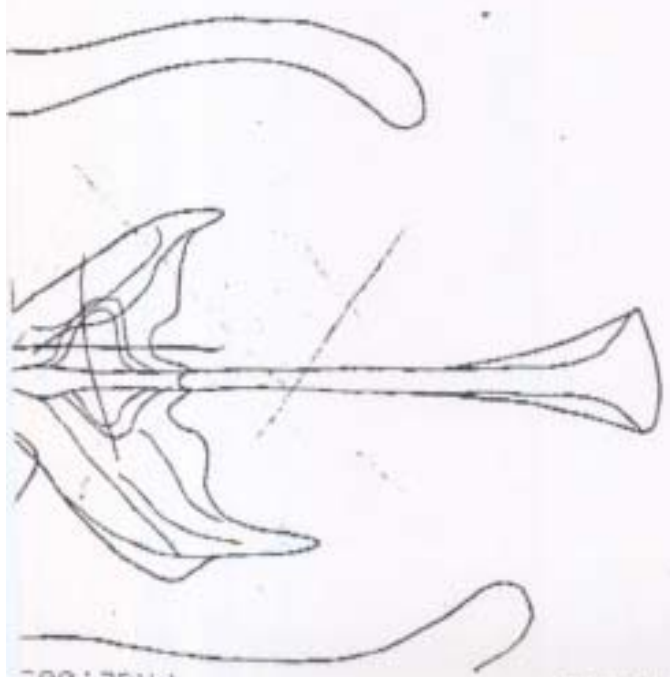
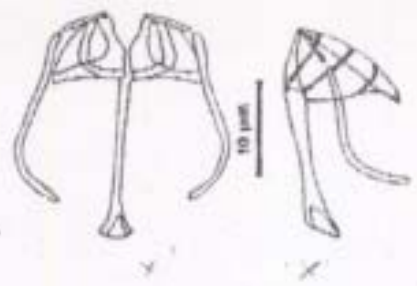
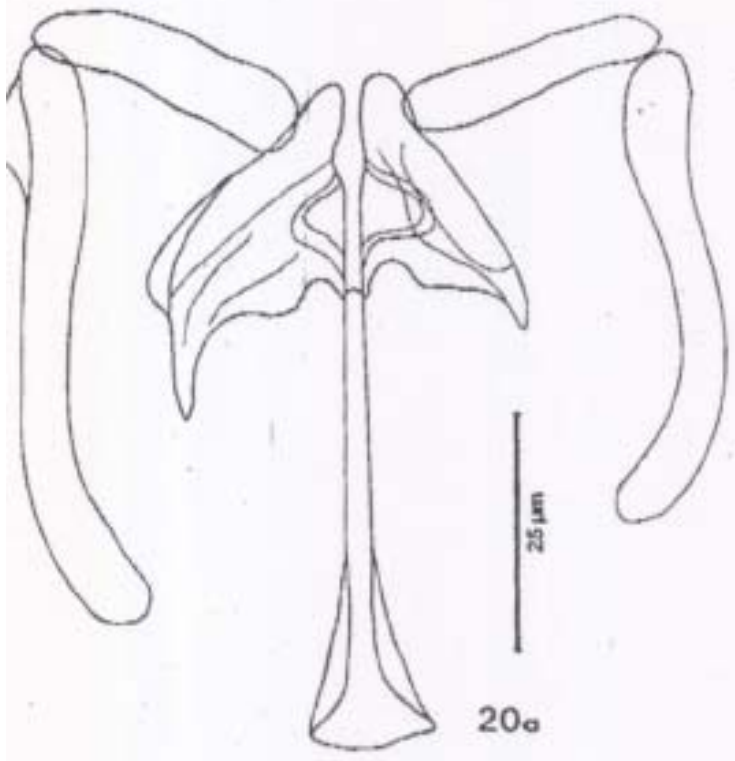


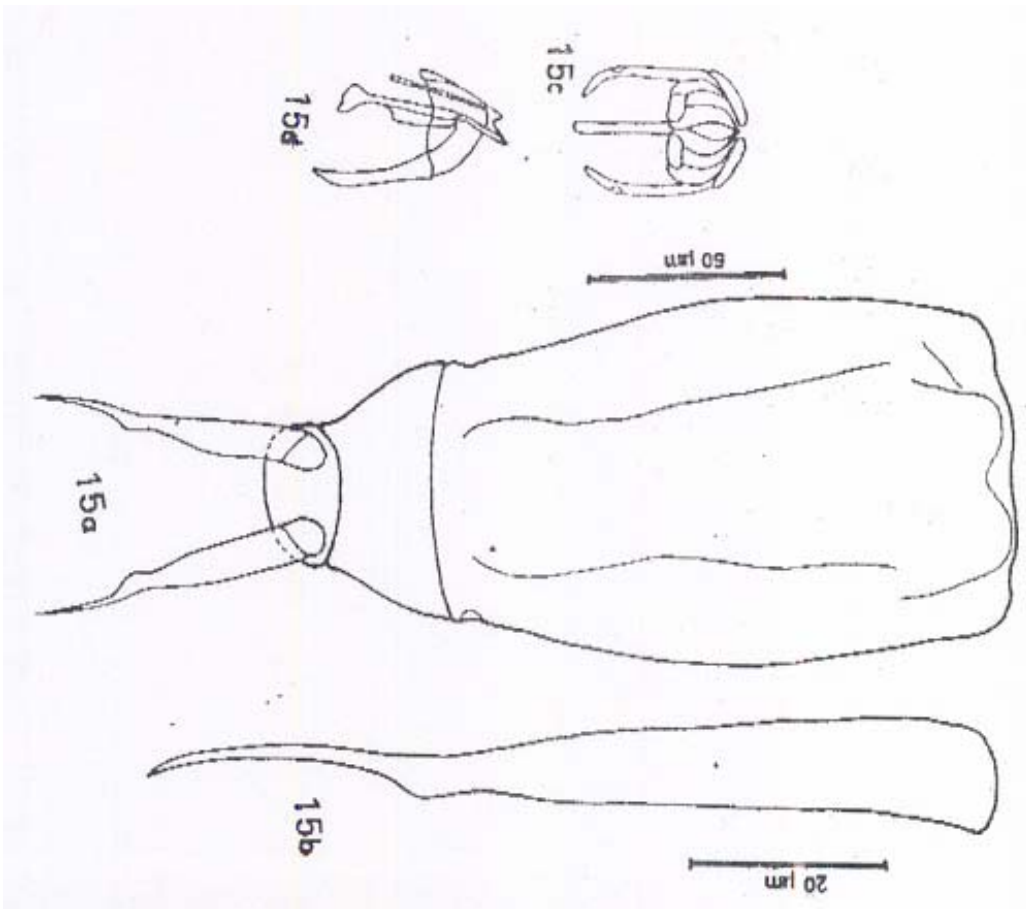
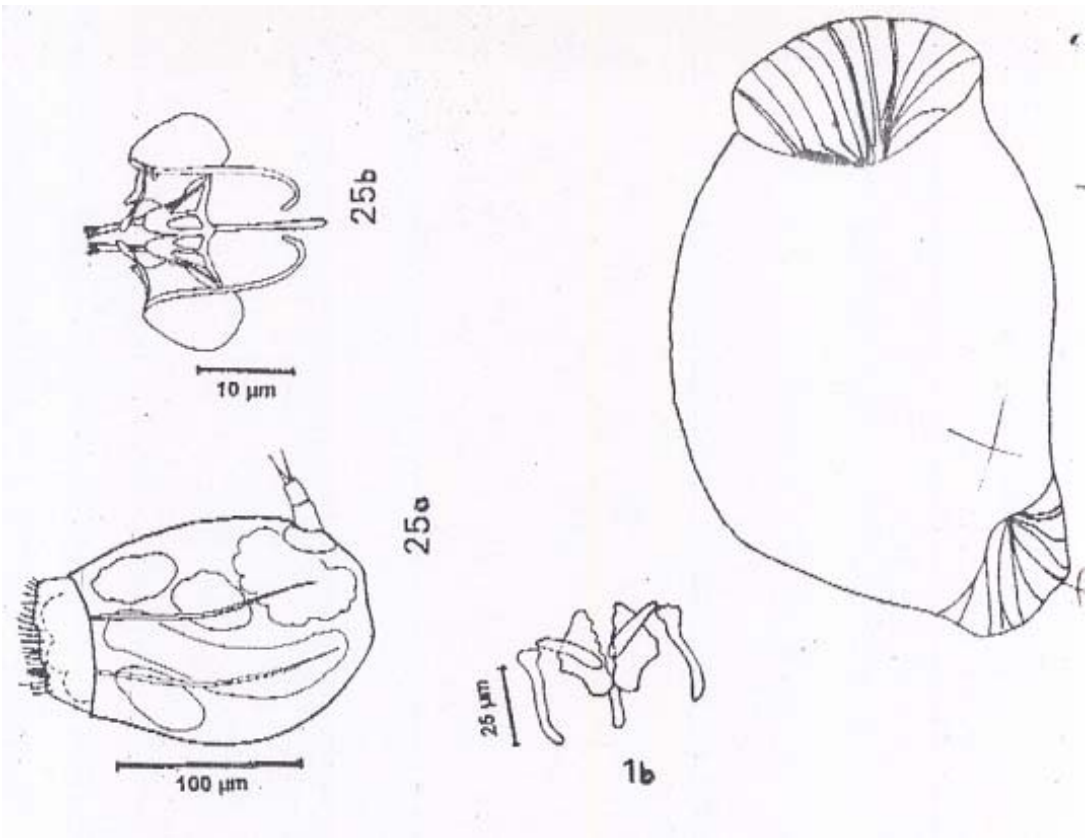


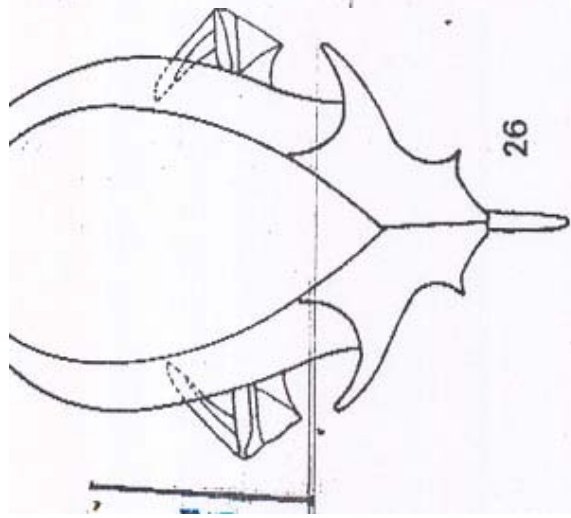
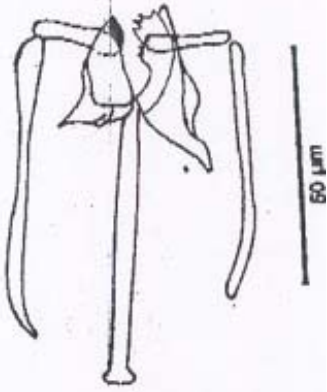
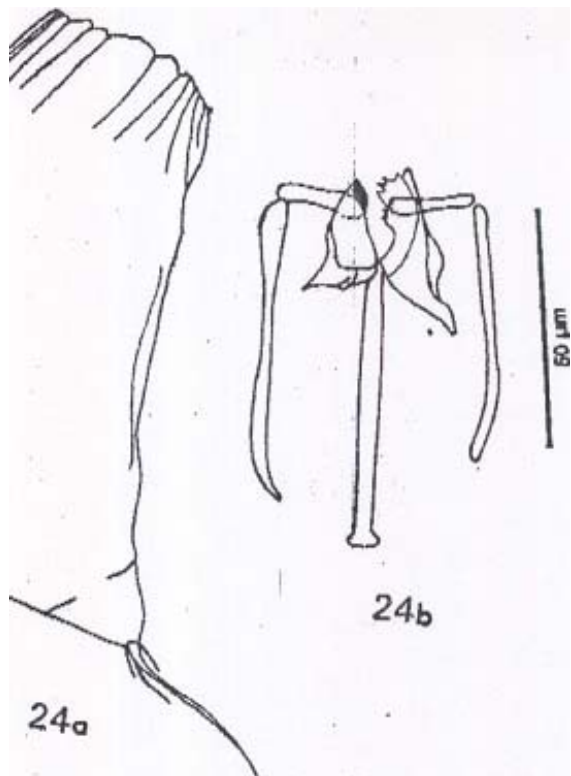


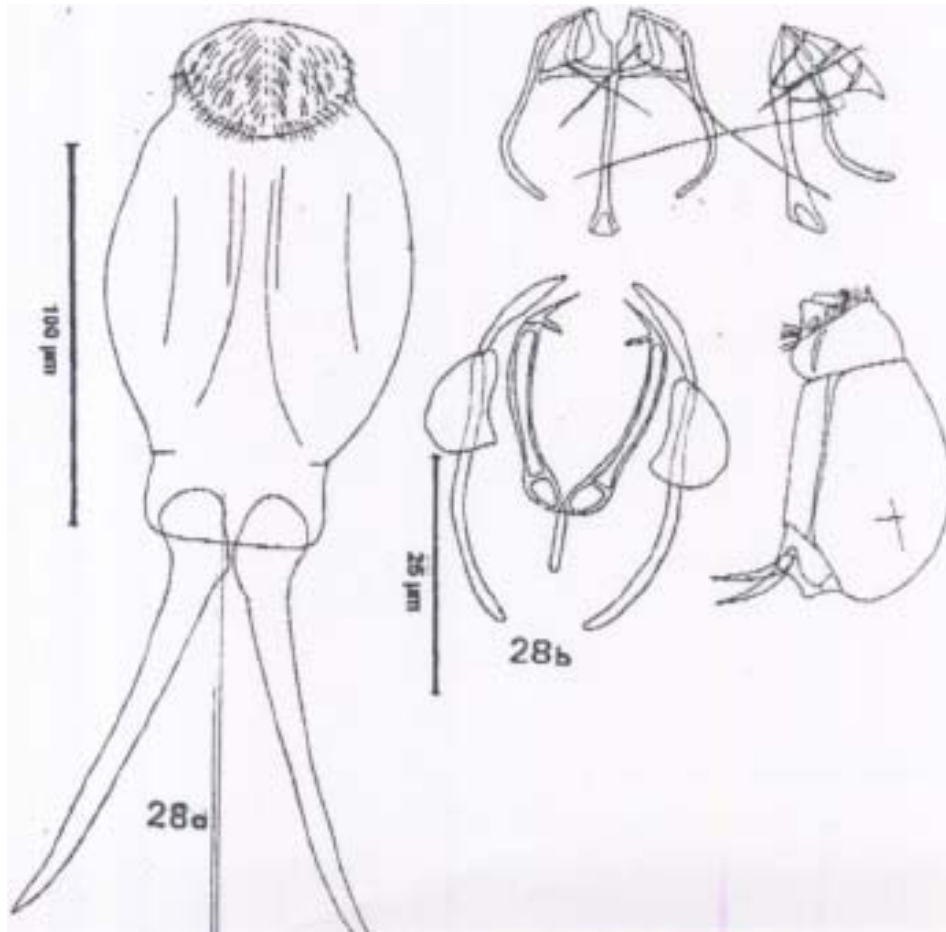
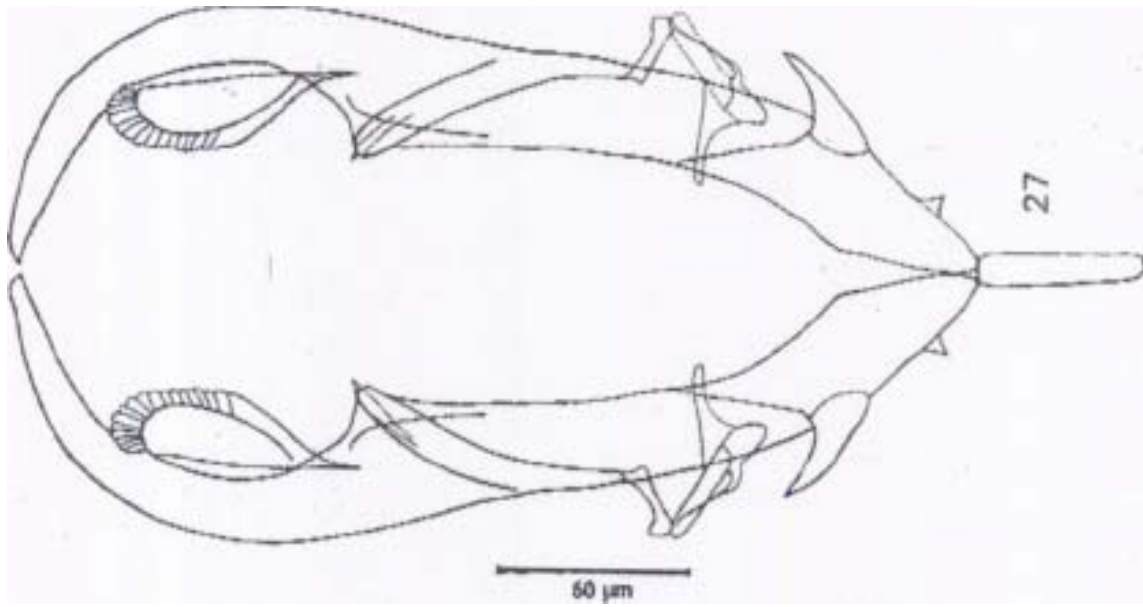












## **ANEXO 2**

Rotifers from high altitude crater-lakes at Nevado de Toluca, State of Mexico  
(Mexico)

Revista a la que se envió: Hidrobiológica (UAM Iztapalapa). Incluida en el padrón de  
Revistas Mexicanas de Excelencia publicado por el CONACYT.

Etapa en proceso de publicación: Aceptado (Se incluye carta de aceptación).

## Rotifers from high altitude crater-lakes at Nevado de Toluca, State of Mexico (Mexico)

S.S.S. Sarma, Elías-Gutiérrez Manuel\* and Serranía Soto Carmen

UNAM Campus Iztacala. AP 314 CP. 54000, Los Reyes, Iztacala. Tlalnepantla, Edo. de México.

México. E-mail: eliasgm@servidor.unam.mx

\*Correspondence author

### Abstract

A survey on the high-altitude lagoons El Sol and La Luna located in the crater of the volcano Nevado de Toluca, was carried out for rotifer fauna. Samples were taken with a mesh of 60 µm from the littoral and limnetic zones of both lagoons in 1994. Results include 34 specific taxa representing 10 families and 16 genera. In total 11 species are new records to the fauna of Mexico viz. *Aspelta lestes*, *Cephalodella tenuiseta*, *Dicranophorus forcipatus*, *Lecane inopinata*, *Lecane scutata*, *Lepadella rhomboides*, *Notommata glyphura*, *Taphrocampa annulosa*, *Testudinella emarginula*, *Trichocerca bidens* and *Trichocerca collaris*. The fauna found emphasizes the transition between nearctics and neotropics of the Mexican altiplano.

### Resumen

En este trabajo se realizó un análisis de la fauna de rotíferos en las Lagunas El Sol y La Luna, localizadas en el cráter del volcán Nevado de Toluca. Las muestras fueron tomadas de la zona litoral y limnética de cada laguna con una malla de 60 µm, durante 1994. Los resultados incluyen 34 taxa a nivel de especie, representando 10 familias y 16 géneros. En total 11 especies se constituyen en ampliaciones de ámbito hacia México y son: *Aspelta testes*, *Cephalodella tenuiseta*, *Dicranophorus forcipatus*, *Lecane inopinata*, *Lecane scutata*, *Lepadella rhomboides*, *Notommata glyphura*, *Taphrocampa annulosa*, *Testudinella emarginula*, *Trichocerca hidens* and *Trichocerca collaris*. La fauna encontrada

enfatisa la posición del altiplano mexicano como una zona de transición entre las regiones neártica y neotropical.

Key words: Rotifer, Mexico, high-mountain, tropical, new record

#### Introduction:

The central part of Mexico is characterized as volcanic zone which in several cases originated from crater-lakes, for example the nine Axalapascos in Puebla, seven Luminarias in Guanajuato and the two lagoons in the crater of volcano Nevado de Toluca near the city of Toluca. Rotifers from these types of localities remain unknown and the scarce analysis of the Mexican rotifers deals with other types of water bodies such as big lakes or reservoirs (See Table 1). All these studies result in about 150 taxa from Mexico, but a high percentage of them needs confirmation, because these are only taxonomic lists and no material was deposited nor drawings were made for comparison. The present work adds some information to Mexican rotifer fauna, particularly on crater-lakes.

#### Study Area

La Luna and El Sol lakes are located at 19°06'13" N, 99°45'20" W, in the interior of the crater basin of the Nevado de Toluca Volcano, at 4690 m above the sea level. Main limnological variables at the time of the collections are resumed in Table 3.

A good account of the limnological data from El Sol is given in Banderas *et al.* (1991). Both systems are endorreic basins with no direct connection, under strong winds throughout the year.



## Material and Methods

Samples from El Sol were taken during January, February and June of 1994. La Luna was visited only in February and April of the same year. Rotifers were collected using 60 µm conical plankton net with a mouth opening of 30 cm and 50 cm length, attached to a handle. At least 100 l of water were filtered from each of the systems in the littoral zone. In the limnetic zone a surface and bottom samples were collected. The latter sample was obtained with a Van Dorn bottle of 2.5 l capacity and there were filtered 15 l. All the samples were preserved in 5% formalin. Rotifers were isolated from samples using capillary tubes under a stereomicroscope. Trophi were isolated by dissolving tissues using dilute (8%) NaOCl. All figures were drawn using a camera lucida attached to a Nikon Labophot-2 microscope. Species determination was made with recent taxonomic literature (Koste, 1978; Koste & Shiel, 1987, 1989, 1991; Segers, 1995a,b). Classification followed here is after Koste (1978).

## Results and Discussion.

This report includes 34 species representing 10 families and 16 genera. A list of species is presented in Table 2. In total 11 species are new to Mexican fauna:

*Lepadella rhomboides* (Gosse) (Fig. 1). Cosmopolitan species previously unknown from Mexico. Lorica sub-ovoid with a dorsal sclerotization forming a flat plate; in cross section rhomboidal shape. Anterior margin in ventral side "V" shaped. Foot with three pseudosegments and toes longer than the last pseudosegment.

*Lecane inopinata* (Hawing & Myers) (Fig. 2). Previously recorded in America from Brazil (Segers & Sarma, 1993); Colombia (Hauer, 1956) and USA (Harring & Myers, 1926). Lorica broadly

rounded with anterior margin straight and two small pointed corners in antero-lateral side. Toes short, incompletely fused.

*Lecane scutata* (Marring & Myers) (Fig. 3). Species similar to *L. furcata* but with different arrangement of claws. Originally described from North USA, in Wisconsin and Laurentian Great Lakes. Also found in Austria, Germany, Hungary, Poland, Romania, Yugoslavia, Russia and Sweden. From Asia, it was found in Korea and India. Possibly cosmopolitan "but real distribution remains unknown, because of confusion with related taxa" (Segers, 1995b).

*Cephalodella tenuiseta* (Burn) (Fig. 4). First described from North America; it also has been recorded in Europe (Koste, 1978) and Australia (Koste & Shiel, 1991). Body elongate with long toes. In contracted specimens, the distal part of the toe narrower. Mastax large in lateral view fulcrum widened posteriorly and towards base. Manubrium rod-like and curved. No eyes present.

*Taphrocampa annulosa* Gosse (Fig. 5). Also a cosmopolitan species normally periphytic. Body soft, worm-like in contracted specimens, trunk annulated. Morphology differs widely in preserved condition. Two short toes. Mastax virgate with long and slender fulcrum and rami with large and pointed alula.

*Notommata glyphura* Wulfert (Fig. 6). Large non-loricate predatory species. Toes two, short and slender. Trophi virgate for sucking the contents of prey. Alula of rami strongly pointed, asymmetrical. Pleural stubs present, fulcrum long, distal end wide. Anterior end of rami moderately serrated. Common littoral species (Koste, 1978).

*Trichocerca collaris* (Rousselet) (Fig. 7). Cosmopolitan species from acidic waters. Body elongate with narrow anterior part and without spines. Toes long and equal, straight. No dorsal keel.

*Trichocerca bidens* (Lucks) (Fig. 8). A well characterized species, with two teeth in anterior end of contracted specimens. Toes long, curved and well developed. Trophi virgate and asymmetric.

Left manubrium L-shaped

*Aspelta lestes* Hawing & Myers (Fig. 9). Previously recorded from Europa (Koste, 1978) and North America (Hawing & Myers, 1928). Mastax asymmetric with ramus, uncus and manubria with one side more developed. Ramus anteriorly pointed. Manubria long. Fulcrum short and slender.

*Dicranophorus forcipatus* (O.F.Müller) (Fig. 10). Cosmopolitan species from clear waters with well developed teeth on the rami, alulae wide, and fulcrum short. Uncus tooth shaped and manubria long with a wide and rounded anterior end. Epypharynx long and slender, usually loosely bound to the trophi.

*Testudinella emarginula* (Stenroos) (Fig. 11). Formerly synonymized with *Testudinella incisa* by Koste (1978), but is now recognized as a distinct species (Koste & Tobias, 1987). Body oval with lateral margins converging. Strongly dorsoventrally compressed. Foot opening slit-like. A tropical species found in Africa (Koste & Tobias, 1987) and India (Sarnia, 1988). From the total number of species 32 % are new records. All but two species are considered cosmopolitan. *Lecane inopinata* is considered tropicopolitan (Segers, 1995a) and *Kellicottia bostoniensis* is typical for North America. The new records are from the littoral region. Both lagoons are different in rotifer composition for reasons not known, although physical and chemical parameters are more or less similar. This study indicates the possibility of the existence of higher rotifer species diversity, in Mexican waters, than previously thought, since it was found 34 species in limited sampling from two acidic, high altitude and endorreic lakes. Here the environmental conditions may reduce the possibility of rotifer colonization.

#### Acknowledgements

We are grateful to CONABIO (H-116) for financial support. One of us (S.S.S. Sarma) thanks

CONACYT for a grant through Cátedra Patrimonial (940481) at the Laboratorio de Zoología,

Campus Iztacala (UNAM).

Literature cited

- AHLSTROM, E.H. 1932. Plankton rotatoria from Mexico. Trans. Amer. Microsc. Soc. 51: 242-251
- BANDERAS T.A., V.R. GONZÁLEZ & E.G. LANZA. 1991. Limnological aspects of a high-mountain lake in Mexico. Hydrobiologia 224:1-10
- BREHM, V. 1932. Notizen zur svwasserfauna Guatemalas and Mexikos. Zool. Anz. 1/4: 63-66
- BREHM, V. 1942. Plancton del Lago de Pátzcuaro. Rev. Soc. Mex. Hist .Nat. 3 (1-4): 81-83
- CARLIN, N. B. 1935. Rotarien aus Mexico. Kungl. Fysiog. Sallsk. Lund. Fhrhand. 5:175-185
- FLORES-TENA, F.J. & M. SILVA-BRIANO. 1995. A note on El Niagara, a polluted reservoir in Aguascalientes, Mexico. Hydrobiologia 308:235-241
- HARRING, I I.K. & F.J. MYERS. 1926. The rotifer fauna of Wisconsin. III. A revision of the genera *Lecane* and *Monostyla*. Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts. and Letters, 22: 315-423
- HARKING, H.K. & F.J. MYERS. 1928. The rotifer fauna of Wisconsin IV. The Dicranophorinae. Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Letters 23: 667-808
- HAUER, J. 1956. Rotatorien aus Venezuela and Kolumbien. Ergebn. Dt. Limnol. Venezuela-Exp. 1952 (Berlin), 1: 277-312
- HOFFMAN, C. V. & A. SÁMANO B. 1938a. Los criaderos invernales de *Anopheles pseudopunctipennis* en el estado de Oaxaca. Anales del instituto de Biología. México, 9:181-192.
- HOFFMAN, C. V. & A. SAMANO B. 1938b. Notas acerca de los criaderos invernales de *Anopheles albimanus* Wide. en los pantanos de Veracruz. Anales del Instituto de Biología. México, 9:193-208.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Borntraeger, Berlin, 2 vols.: 673 pp., 234 plates.
- KOSTE, W. & R.J. SHIEL. 1987. Rotifera from Australian Inland Waters. II. Epiphanidae and Brachiinidae (Rotifera: Monogononta) Invertebr. Taxon: 949-1021.
- KOSTE, W. & R.J. SHIEL. 1990. Rotifera from Australian Inland Waters V. Lecanidae (Rotifera: Monogononta). Transactions of the Royal Society of S. Aust. 114: 1-36

KOSTE, W. & R.J. SHIEL. 1991. rotifera from Australian Inland Waters. VII. Notommatidae (Rotifera: Monogononta). Transactions of the Royal society of S. Austr. 115: 111-159

KOSTE, W. & W. TOBIAS. 1987. Rotifers of man-made Sankarani Lake, tributary of the Niger river. Mali, Westafrika (Aschelminthes: Rotatoria). Arch. Hydrobiol. 108: 499-515

KUTICOVA L.A. & M. SILVA-BRIANO. 1995. *Keratella mexicana* sp. nov., a new planktonic rotifer from Aguascalientes, Mexico. Hydrobiologia 310: 119-122

OSORIO, T.B.F. 1942. Rotíferos planctónicos de México. Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat. 3: 23-79

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

RICO M. R. & M. SILVA-BRIANO. 1992. Contribution to the knowledge of the rotifera of Mexico. Hydrobiologia 255: 467-474

SAMANO B., A. 1931. Contribución al conocimiento de la fauna de los rotíferos de México. Anales del Instituto de Biología. México, 2: 157-143

SÁMANO, A. 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. III. -Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares vecinos. Anales del Instituto de Biología. México, 7:269-270.

SARMA, S.S.S. 1988. New records of freshwater rotifers (Rotifera) from Indian waters. Hydrobiologia 160: 263-269

SEGERS, I-I. 1995a. Zoogeography of littoral Rotifera, with special reference to the Lecanidae. Part I. Universiteit Gent. 198 pp.

SEGERS, H. 1995b. Rotifera 2: The .Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6. (H.J. Dumont & T. Nogrady eds) SPB Academic Publishing BV., 226 pp.

SEGERS, H. & S.S.S. SARMA. 1993. Notes on some new or little known Rotifera from Brazil. Rev. Hydrobiol. Trop. 26 : 175-185

SILVA-BRIANO M. & H. SEGERS. 1992. Una nueva especie del género *Brachionus* (Rotífera: Monogononta), del Estado de Aguascalientes, México. Rev. Hydrobiol. 25: 283-285

SUÁREZ, E.; VÁZQUEZ, A. & E. SOLÍS. 1991. Variaciones espacio-temporales de distribución y abundancia de rotíferos planctónicos en la presa J.A. Alzate, México, durante un ciclo anual. An. Inst. Cienc. Mar & Limnol. 18: 217-227

SUÁREZ, E.; VÁZQUEZ, A. & E. SOLÍS. 1993. Preliminary investigations on the zooplankton community of a Mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. Hidrobiologica 3(1-2): 71-80

VILACLARA, G. & V. SLADECECK. 1989. Mexican rotifers as indicators of water quality with description of *Collotheca riverai*, new species. Arch. Hydrobiol. 115: 257-264

Table 1.- Taxonomic studies on rotifers from Mexican waters.

LOCALITIES	NUMBER OF TAXA	AUTHOR(S)
Lago de San Cristóbal, near Mexico City	1	Harring & Myers, 1926
Xochimilco and Chapultepec	10	Sámamo. 1931
Near Chapala, Jal; Río Lerma near Lerma city Río Salto Cd Valles SLP and Texcoco Lake.	62	Ahlstrom, 1932
Pátzcuaro lake	4	Brehm, 1932
Córdoba, Ver, Xochimilco and Texcoco	47	Carlin-Nilson, 1935
4 Ponds near Actopan	13	Sámamo, 1936
Ejutla, Oaxaca, Ixtepec all from Oaxaca State	6	Hoffman & Sámamo, 1938a
El Infiernillo, Veracruz	8	Hoffmann & Sámamo, 1938b
Pátzcuaro lake and a compilation from various sources	122	Osorio-Tafall 1942
Patzcuaro lake	4	Brehm, 1942
7 localities <i>in or</i> around Mexico city	35	Vilaclara & Sladeczek, 1989
Alzate dam, near Toluca	7	Suárez, <i>et al.</i> , 1991
Temporary pool near Aguascalientes city	11	Silva-Briano & Segers, 1992
30 localities from ail the country	96	Rico & Silva-Briano, 1993
Alzate dam, near Toluca	7	Suárez, <i>et al.</i> , 1993
Small reservoir near Palo Alto, Aguascalientes	6	Kuticova & Silva-Briano, 1995
Dessertic zone near Guyamas, Sonora	1	Örstan, 1995
El Niágara, Aguascalientes	9	Flores-Tena & Silva-Bruno, 1995

Table 2. Taxa of rotifers found in El Sol and La Luna. \* Are new records to Mexican fauna

	La Luna	El Sol
Family Brachionidae		
<i>Brachionus bidentatus</i> Anderson, 1889		X
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)		X
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)		X
Family Trichotriidae		
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)		X
Family Colurellidae		
<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	X	X
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	X	
<i>Lepadella ovalis</i> (O.F. Müller, 1786)		X
<i>Lepadella patella</i> (O.F. Müller, 1786)		
<i>Lepadella quinquecostata</i> (Lucks, 1912)	X	
<i>Lepadella rhomboides</i> (Gosse, 1886)*	X	
Family Lecanidae		
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1815)		X
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)		X
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)		X
<i>Lecane inopinata</i> Herring & Myers, 1926*	X	
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		X
<i>Lecane scutata</i> (Harring & Myers, 1926)*		X
<i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914		X
Family Notommatidae		
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1838)		X
<i>Cephalodella hoodi</i> (Gosse, 1896)		X
<i>Cephalodella panarista</i> Myers, 1924		X
<i>Cephalodella tenuiseta</i> herring & Myers, 1924*	X	
<i>Notommata glyphura</i> Wulfert, 1935*		X
<i>Taphrocampa annulosa</i> Gosse, 1851*		X
Family Trichocercidae		
<i>Trichocerca bidens</i> (Lucks, 1912)*	X	
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)		X
<i>Trichocerca collaris</i> (Rousselet, 1896)*		X
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	X	
<i>Trichocerca tigris</i> (O.F. Müller, 1786)	X	
Family Synchaetidae		
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943		X
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831		X
Family Dicranophoridae		
<i>Aspelta lestes</i> Harring & Myers, 1928*		X
<i>Dicranophorus forcipatus</i> (O.F. Muller, 1786)*		X
<i>Dicranophorus grandis</i> (Ehrenberg, 1832)	X	
Family Testudinellidae		
<i>Testudinella emarginula</i> (Stenroos, 1898)*		X
Family Conochilidae		
<i>Conochillus unicornis</i> (Rousselet, 1892)		X
Total number of species	10	25



Table 3.- Selected physical and chemical variables at the time of collections

Variable	El Sol	La Luna
Maximum Depth	10.7	9.15
Temperature (°C)	7-11	9-11
Secchi Transparency (m)	3.7	9.15
Dissolved Oxygen (mg/l)	6-7.2	4.4-7.8
pH	5.01-6.39	5.22-5.74
Alkalinity (mg/l)	3-6	4-5
Conductivity (μS)	21-30	15-30

Figure captions

FIG. 1.- *Lepadella rhomboides* A) Dorsal view B) Cross section.

FIG. 2.- *Lecane inopinata*, ventral view.

FIG. 3.- *Lecane scutata*, ventral view.

FIG. 4.- Trophi of *Cephalodella tenuiseta* A) Dorsal view B) Lateral view.

FIG. 5.- *Taphrocampa annulosa* A) Habitus, lateral view B) Trophi

FIG. 6.- Trophi of *Notommata glyphura* A) Dorsal B) Lateral view of the manubrium.

FIG. 7.- *Trichocerca collaris*, habitus in lateral view

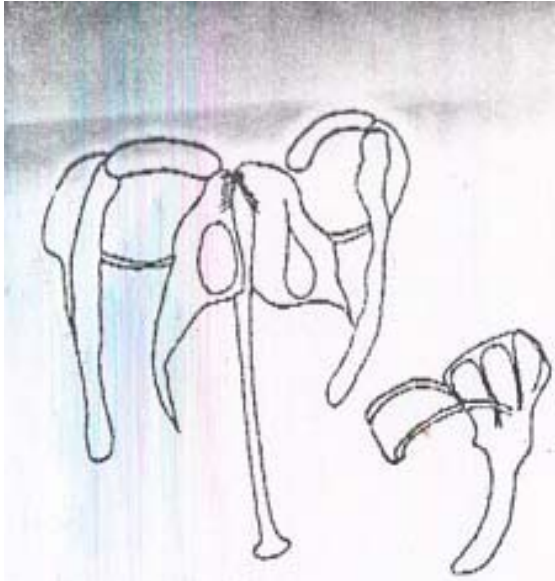
FIG. 8.- *Trichocerca bidens* A) Habitus in lateral view B) Trophi

FIG. 9.- *Aspelta lestes* A) Habitus in lateral view B) Trophi

FIG. 10.- Trophi of *Dicranophorus forcipatus*. A) Dorsal view B) Epipharynx.

FIG. 11.- *Testudinella emarginula*, ventral view.

Nota: Estos esquemas no son originales, ya que los originales fueron enviados a la revista donde se sometió el artículo.

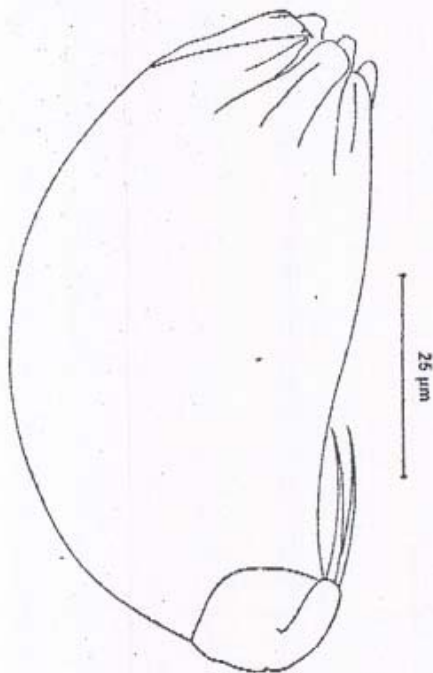


*Notommata glyphura*

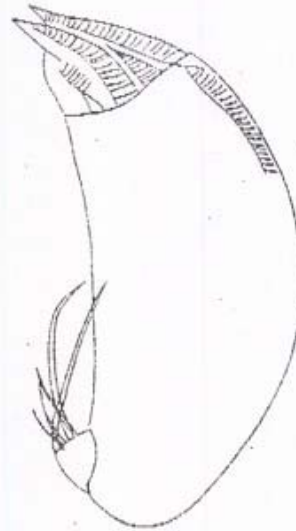
50 µm



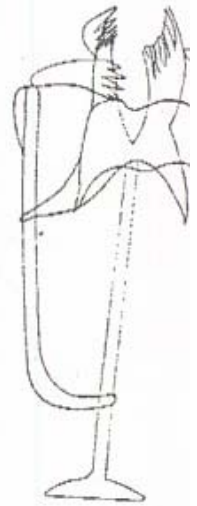
*Taphracampa an*



25 µm



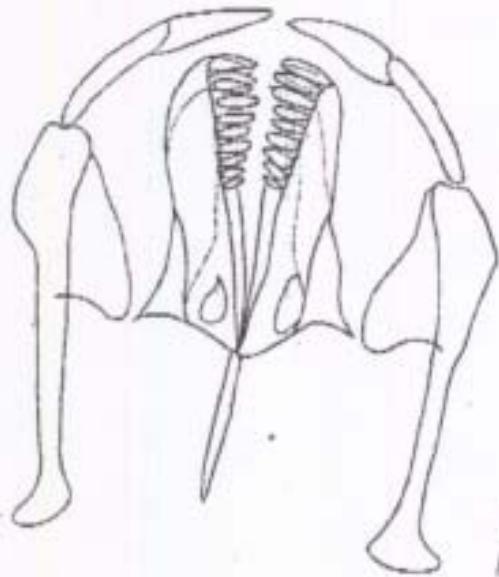
50 µm



50 µm



*Aspelta lestes*



*Dicranophorus forcipatus*



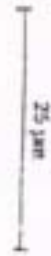
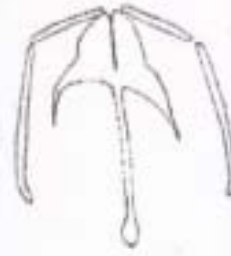
*Testudinella emarginula*



*yphura*



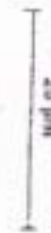
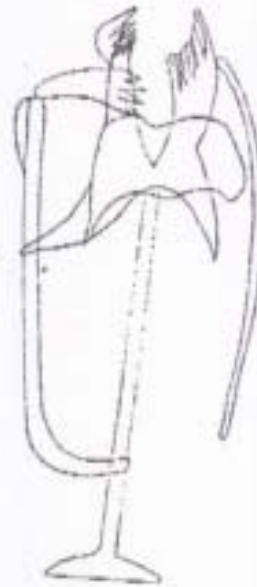
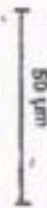
*Taphracampa annulosa*



*a collaris*



*Trichocerca bidens*



## **ANEXO 3**

*Macrothrix smirnovi*, a new species (Crustacea: Anomopoda: Macrothricidae) from Mexico, a member of the *M. triserialis*-group

Revista a la que se envió: Proceedings of the Biological Society of Washington

Etapas en proceso de publicación: Publicado (Se anexa fotocopia del artículo).

bristle; anterior margin with 2 distinct sutures; anterior edge of stem and ventral margin of skirt with numerous bristles; posterior end of skirt with 4 plumose bristles (all hairs not shown); posterior extension of skirt with numerous spines; tip of lateral flap with 2 bristles.

Seventh limb (Fig. 1d): Each limb with about 64 bristles, about same number on each side; each bristle with 5–7 bells; terminus with opposing combs, each with 18–20 teeth.

Furca (Fig. 3b): Each lamella with 3 stout claws followed by 1 slender bristle, a fourth stout claw, and then 7 slender bristles; ventral margin of lamellae with many small spines.

Bellonci organ (Fig. 3c): Typical for genus, with striae near midlength and narrow tip.

Posterior of body (Fig. 6a): Hirsute, with small thumb-like posterodorsal process.

Number of eggs: Holotype with 57 eggs in marsupium. Length of typical egg 0.32 mm.

**Comparisons.**—The new species *A. cubensis* differs from *A. americana* (Müller, 1890) in having a thumb-like node on the posterodorsal corner of the body (compare Fig. 6a and 6b). The dorsal margin of the 5th joint of the 1st antenna of the unique female *A. cubensis* bears 7–8 nodes compared to 4–6 for *A. americana*, but variability of former is not known. The dorsal margin of the mandibular basale of *A. cubensis* bears about 16 short bristles compared to 7 or 8 for *A. americana*. The 1st antenna of *A. cubensis* differs from that of *A. anryx* Kornicker, 1981, in having nodes along the dorsal margin of the 5th joint, and in not having teeth on the a-bristle of the 7th joint.

#### Acknowledgments

The senior author wishes to thank Elizabeth Harrison-Nelson (Smithsonian Institution) for general assistance during a stay at the U.S. National Museum of Natural

History. The unique specimen described herein was collected with a net by Marilyn Schotte (Smithsonian Institution). We thank the personnel aboard the R/V *Ulises* for their participation. The illustrations were drawn by the senior author using a camera-lucida.

#### Literature Cited

- Hartmann, G. 1974. Die Ostracoden des Untersuchungsgebiets, Part 3: Zur Kenntnis des Eolithorals der afrikanischen Westküste zwischen Angola und Kap der Guten Hoffnung und der afrikanischen Ostküste von Südafrika und Mosambique unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden.—*Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 69:229–520.
- Kornicker, L. S. 1958. Ecology and taxonomy of Recent marine ostracodes in the Bimini area, Great Bahama Bank.—*Publications of the Institute of Marine Science (The University of Texas)* 5: 194–300.
- . 1981. Revision, distribution, ecology, and ontogeny of the ostracode subfamily Cyclasteropinae (Myodocoppina: Cyliindroleberididae).—*Smithsonian Contributions to Zoology* 319:1–548.
- . 1985. Sexual dimorphism, ontogeny, and functional morphology of *Rutiderna hartmanni* Poulsen, 1965 (Crustacea: Ostracoda).—*Smithsonian Contributions to Zoology* 408:1–28.
- . 1986. Cyliindroleberididae of the western North Atlantic and northern Gulf of Mexico, and zoogeography of the Myodocoppina (Ostracoda).—*Smithsonian Contributions to Zoology* 425:1–139.
- . 1994. Ostracoda (Myodocoppina) of the SE Australian Continental Slope, part 1.—*Smithsonian Contributions to Zoology* 553:1–200.
- Müller, G. W. 1890. Neue Cypridiniden.—*Zoologische Jahrbücher* 5:211–252.
- . 1906. Die Ostracoden der Siboga-Expedition. Leiden: E.J. Brill, 40 pp.
- Poulsen, E. M. 1965. Ostracoda-Myodocops. 2: Cypridiformes—Rutiderniidae, Sarsiellidae, and Asteropidae.—*Dana Report* 65:1–484.
- Sars, G. O. 1865. Oversigt af Norges marine Ostracoder.—*Fordhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania* 7:1–130. [Preprint: Serial published 1866.]
- Skogsberg, T. 1920. Studies on marine ostracods. I. Cypridinids, Halocyprids, and polycepsids.—*Zoologiska Bidrag från Uppsala* (supplement) 1:1–784.

### *Macrothrix smirnovi*, a new species (Crustacea: Anomopoda: Macrothricidae) from Mexico, a member of the *M. triserialis*-group

J. Ciro-Pérez and M. Elías-Gutiérrez

Laboratorio de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, A.P. 314, C.P. 54000. Los Reyes Iztacala, Tlalnequillo, Edo. Mexico, Mexico

**Abstract.**—*Macrothrix smirnovi*, new species, is described from a small reservoir located at a transitional zone between nearctic and neotropical regions in Mexico. It resembles taxa related to *M. triserialis*, mainly the South-American *M. superaculeata*, but parthenogenic females are characterized by differences in spinulation of the antennae. Trunk limb II has a unique lobe carrying a stout conical seta densely ciliated at its distal portion located at the external surface of the endopod, near to the insertion of scrapers 4 and 5. The postabdomen is also distinct. The ephippium has a structure similar to *M. rosea*. Adult males have a postabdomen fairly similar to females and a copulatory hook with one crescentic ridge at the tip of an irregular margin which gives a spoon-like appearance to this portion.

Recently, new concepts about diversity in tropical freshwater zooplankton indicate that at minimum the same number of species of cladocerans (ca. 50 per lake) are found in tropical as in temperate systems (Dumont 1994). In addition, the statements of Frey (1982a, 1988a) about non-cosmopolitanism in cladoceran species were confirmed (Frey 1988b), mainly on chydorids. On the other hand, if temperate regions were the most surveyed for their freshwater fauna while tropical zones generally were ignored until the last decade, many new species will remain to be described from tropical zones. Dumont (1994), based on data published by different authors, estimates a future increase at about 25% in the number of known cladoceran taxa. Most new descriptions will be from the tropics. This paper mainly deals with a new macrothricid cladoceran from central Mexico which is located at a transitional zone between nearctic and neotropical regions.

Samples were collected from the littoral zone of water bodies, with a 50  $\mu$ m-mesh plankton net and were fixed with sugar-formaldehyde (Haney & Hall 1973). The

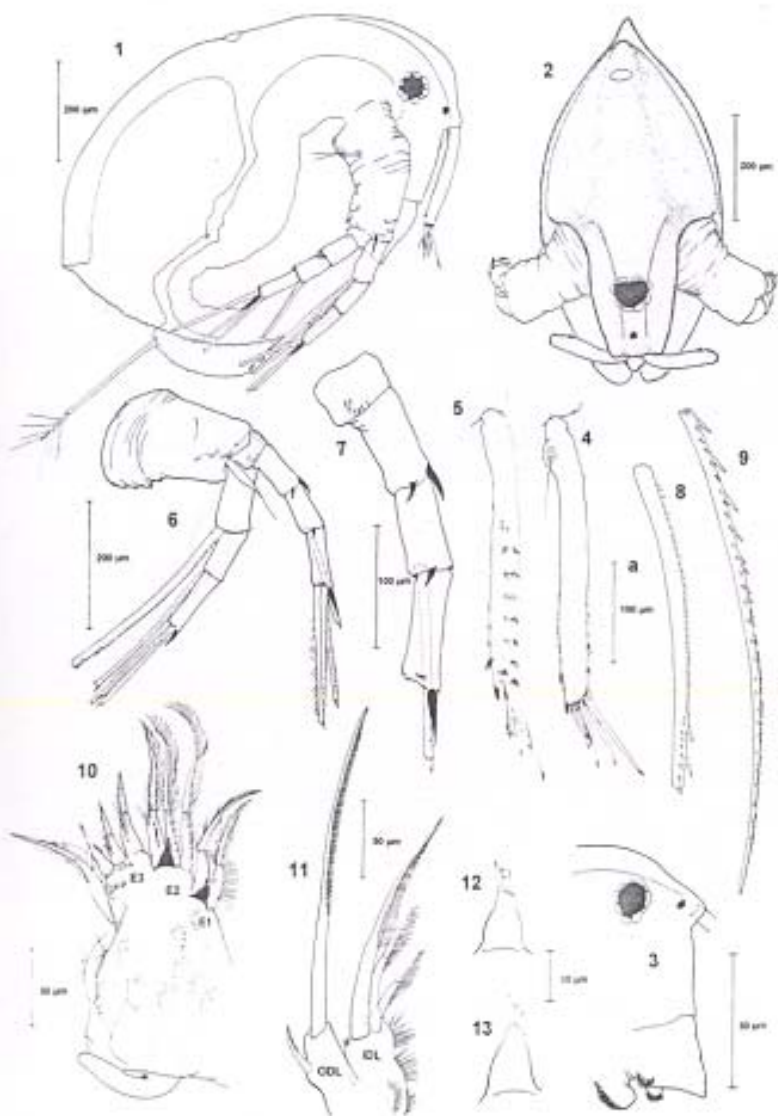
paratype material of *M. superaculeata* (Smirnov) (deposited at the Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia, Brazil INPA-CR 3035) and mature parthenogenetic females of *M. triserialis* s.l. from Malaysia, Nepal, Nigeria, Nicaragua and Mexico, *M. paulensis* (Sars) from Brazil, *M. rosea* (Jurine) from Russia, *M. capensis* (Sars) from South Africa and Australia and *M. odiosa* (Gurney) from Malaysia also were studied.

All measurements were made according to Smirnov (1971). Structures were dissected with tungsten needles and mounted in a mixture of glycerin-formaldehyde for the fine analysis. Drawings were made with a camera lucida attached to a microscope Nikon Labophot-2.

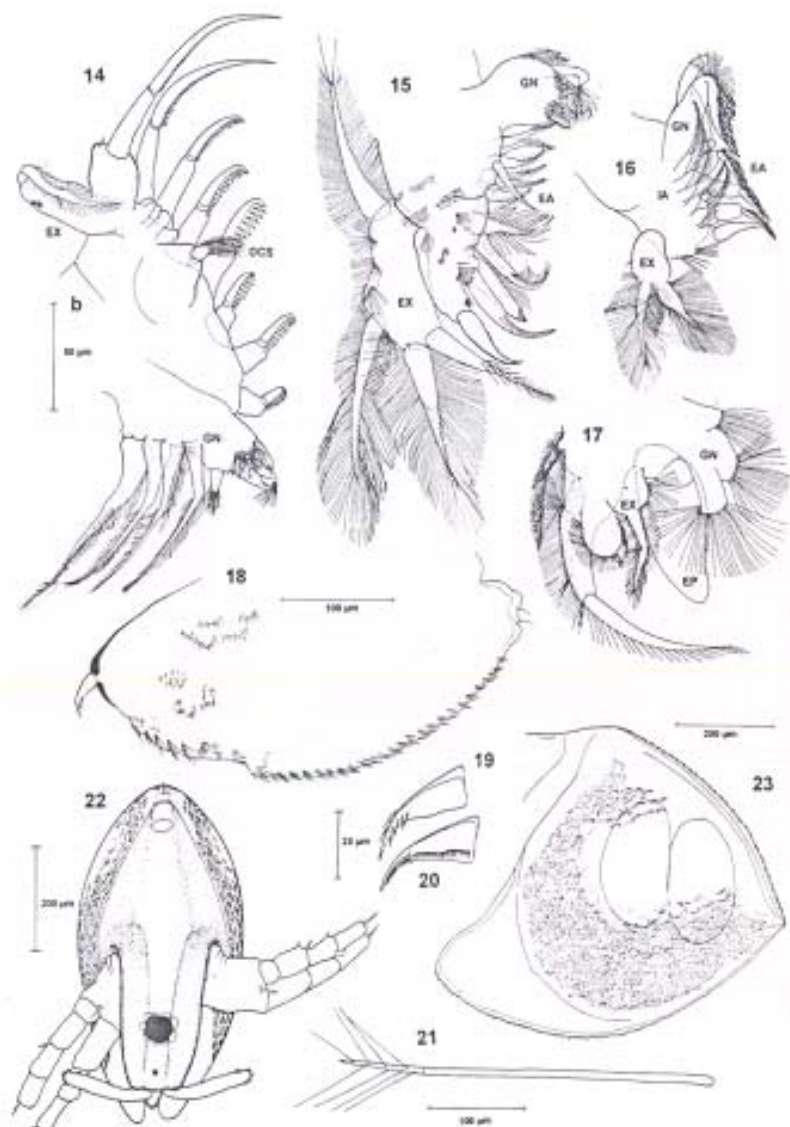
#### *Macrothrix smirnovi*, new species Figs. 1–35

**Material.**—Holotype: One adult ovigerous female (total length 0.8 mm, height 0.5 mm), The Natural History Museum (BMNH), London, England, 1995.1290, 16 Aug 1995. Allotype: One adult male (total

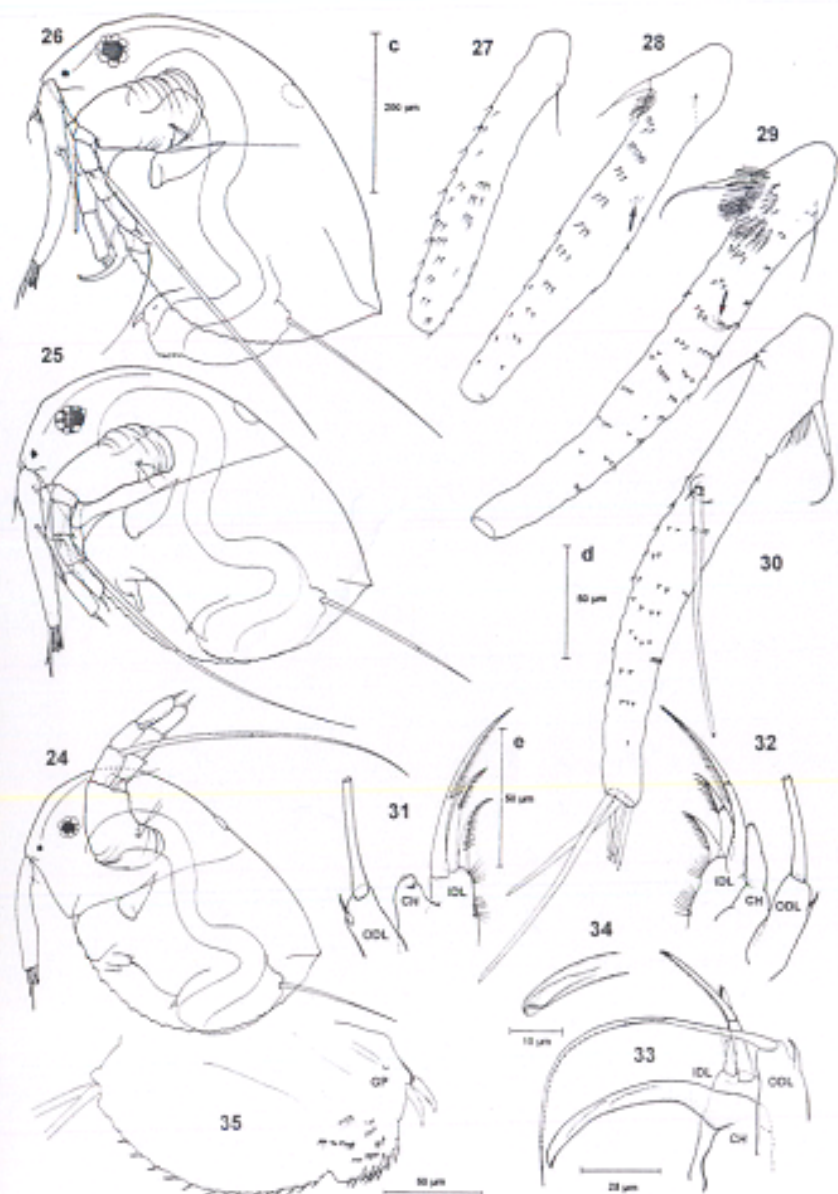




Figs. 1-13. *Macrothrix smirnovi*, new species from kilometer 28 on the highway Jilotepec-Ixtlahuaca, State of Mexico, Mexico. Parthenogenetic female. 1, lateral view (distal segments of antennal setae are omitted); 2, frontal view of mature female; 3, ventral margin of the head and labrum; 4, All lateral side; 5, All medial side; 6, All medial view (distal segments of setae are omitted); 7, antennal exopod, showing the spine armature; 8, proximal segment of seta on first endopod of All; 9, distal segment of seta on first endopod of All; 10, left trunk limb I, medial (ODL and IDL are omitted); 11, ODL (outer distal lobe or exopod) and IDL (inner distal lobe or endite 4) of trunk limb I; 12, inner spine of endite 1 on trunk limb I; 13, inner spine of endite 2 on trunk limb I. Scale bar "a" is for Figs. 4, 5, 8 and 9. Abbreviations: E1, endite 1; E2, endite 2; E3, endite 3.



Figs. 14-23. *Macrothrix smirnovi*, new species from kilometer 28 on the highway Jilotepec-Ixtlahuaca, State of Mexico, Mexico. All are parthenogenetic female except Figs. 22 and 23 which are ephippial females. 14, left trunk limb II, lateral; 15, right trunk limb III, medial; 16, right trunk limb IV, lateral; 17, left trunk limb V, medial; 18, lateral view of postabdomen; 19, terminal claw of postabdomen, lateral; 20, terminal claw of postabdomen, medial; 21, seta natatoria of postabdomen; 22, frontal view of ephippial female; 23, lateral view of ephippial region of a sexual female, showing the slough line. Scale bar "b" is for Figs. 14, 15, 16 and 17. Abbreviations: EX, exopod; EN, endopod; GN, gnathobase; DCS, densely ciliated seta; IA, inner armature; EA, external armature; EP, epipodite.



Figs. 24–35. *Macrothrix smirnovi*, new species from kilometer 28 on the highway Jilotepec-Ixtlahuaca, State of Mexico, Mexico. Males. 24, lateral view of instar-I male; 25, lateral view of instar-II male; 26, lateral view of mature male; 27, AI of instar-I male, medial (aesthetascs are omitted); 28, AI of instar-II male, medial (aesthetascs are omitted) arrow indicates point of insertion of external, medial seta; 29, AI of instar-II male, medial (aesthetascs are omitted), arrow indicates point of insertion of external medial seta; 30, AI of instar-II male, lateral; 31, part of trunk limb I of instar-I male; 32, part of trunk limb I of instar-II male, showing the

length 0.48 mm, height 0.32 mm) BMNH 1995.1291, 16 Aug 1995. Paratypes: One ehippial female, BMNH 1995.1292, 16 Aug 1995. All mounted on slides in glycerine jelly sealed with depict mounting medium. One adult ovigerous female, mounted on a slide in glycerine jelly sealed with DePeX mounting medium and five parthenogenetic females in 4% formaldehyde solution, with a drop of glycerol added, National Museum of Natural History, Washington, D.C., U.S.A., USNM 274176, 29 Aug 1995. Five parthenogenetic females in 4% formaldehyde solution, with a drop of glycerol added, Zoological Museum of Moscow University, ZMMU 4010, 14 Aug 1995; one adult ovigerous female mounted on a slide in glycerine jelly sealed with DePeX mounting medium and five parthenogenetic females in 4% formaldehyde solution, with a drop of glycerol added, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonia, Brazil, INPA-CR 569 and INPA-CR 570. One slide each of instars I, II and III of males and one ehippial female mounted in glycerine jelly sealed with DePeX mounting medium; 10 parthenogenetic females in 4% formaldehyde solution, with a drop of glycerol added, Museo de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, Mexico, UNAM-CI 1047 to UNAM-CI 1051.

All remaining specimens and ehippia of both populations, including two dissected ovigerous females and one dissected male of each instar, mounted on slides in glycerol sealed with DePeX mounting medium, are deposited at the Museo de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, Mexico.

*Type locality and habitat.*—A small reservoir located at kilometer 28 on the high-

way Jilotepec-Ixtlahuaca, State of Mexico. The geographical coordinates are 19°49'14"N, 99°41'50"W at 2740 m above sea level. At the time of sampling, we recorded a water temperature of 14°C (air temperature 19°C), conductivity 135 mS/cm and pH 7.0. No other macrothricid species were found at the time of collection. The date of collection was 3 Dec. 1993.

*Second locality:* A temporary pond located at kilometer 44 on the highway Toluca-Atlatomulco, State of Mexico. The approximate coordinates are 19°38'54"N, 99°47'24"W at 2540 m above sea level. The date of collection was 3 Dec 1993.

*Etymology.*—The species is named for Dr. Nikolai N. Smirnov, from the Russian Academy of Sciences, as a tribute to his work in Cladocera.

*Diagnosis.*—This species is characterized by the arrangement of antennal armature, which is one spine on the distal edge of segments 2 and 4 from the endopod branch, plus an accessory spine on segments 2 and 3, about a half length of the other spines. A distinctive lobe carrying a stout, conical seta is found on endopod external surface of trunk limb II. The exopod of trunk limb V has only one seta. The preanal postabdominal spinules subequal in size are arranged in a stripe of several rows. The distal segment of postabdominal seta natatoria is three to four times shorter than the proximal segment. Males are characterized by an ontogenetic development over the three instars; the last instar is mature. Copulatory hook on trunk limb I is strong with a crescentic ridge at the tip. The postabdomen is slightly shorter and its shape is as in female. The antenna has a characteristic pattern of setae and spines proximally on the medial surface. It has two ba-

enlarging copulatory hook; 33, part of trunk limb I of mature male, showing the highly modified setae on ODL and IDL; 34, detail of tip copulatory hook on trunk limb I of mature male; 35, lateral view of postabdomen of mature male. Scale bars: "c" is for Figs. 24, 25 and 26; "d" is for Figs. 27, 28, 29 and 30; "e" is for Figs. 31 and 32. Abbreviations: ODL, Outer distal lobe; IDL, inner distal lobe; CH, copulatory hook; GP, genital pore.

sal sensory setae and a long seta attached at the middle region of the external surface. Ehippial female with two ehippial eggs; about the same shape in lateral view as parthenogenetic female. The ehippial surface has a mesh-like pattern and a dorsal margin with a row of sclerotized rounded papillae.

**Measurements.**—Mature parthenogenetic females: Total length of the body from 0.70 to 1.05 mm, height from 0.48 to 0.75 mm ( $n = 31$ ).

Males: Instar I, length from 0.37 to 0.4, height from 0.24 to 0.26 ( $n = 3$ ); instar II, length from 0.45 to 0.52, height from 0.27 to 0.32 ( $n = 25$ ); mature, length from 0.45 to 0.55, height from 0.29 to 0.45 ( $n = 13$ ). All measurements are in mm.

**Description of parthenogenetic female.**—Shape and shell: Body ovoid (length: maximum height = 1.45–1.60 mm). Dorsal margin is curved from the supraocular region to the posterior-dorsal angle, with a slight depression in the vicinity of the head pore (Fig. 1); a pointed keel at the top of the shell is evident, clearly shown from a frontal view of the animal (Fig. 2). The dorsal margin of the shell is without serration. The ventral margin is deeply serrated with two rows of movable spines which are inserted at the submarginal edge. The external row of sparse needle-like spines increases in length distally and are outwardly directed. The inner row of bilaterally spinulated spines is inwardly directed, with every two of these followed by one spine of the external series: close to the middle region, the proximal member of the spinulated spines starts becoming stout and longer, while the second decreases in size toward the posterior angle. The entire surface of the shell has dots and is striated with a polygonal pattern.

**Head:** Evenly rounded with a slight supraocular bulge, tapering to the rostral region. The frontal part of the rostrum is trilobed with a medial large lobe and two lateral, blunt tips (Fig. 2), widening from the tip of rostrum onwards. The lateral ridges begin from the rostral apex running above

the ocellus and the eye until it reaches the dorsal margin of the headshield. The head pore is large and subcircular. The ventral margin of the head is even, slightly convex with a transversal squamose pattern. The labrum is cuneiform and continuous with the ventral margin of the head (Fig. 3). The labral apex is blunt. Compound eye is located close to the middle distance between the dorsal and the ventral edges. The ocellus is close to the apex of rostrum, from 4.75 to 5.6 times smaller than compound eye.

**First antenna** (Figs. 4, 5) rod-shape (body length: antennule length = 3.4–3.8) inserted subapically, barely dilated distally, reaching over half-way to the labrum tip. One basal sensory seta is located ventrolaterally. Distally with a row of relatively long spinules near the lateral side of aesthetascs insertion. The medial surface has 7 to 9 transverse rows of small spines on the two distal thirds. Lateral and anterior surface armed with several rows of minute scale-like spinules plus a subapical group of spines on the posterior side. Nine aesthetascs, unequal in length (longest member: shortest member = 2.0–2.2) with a bifurcated tip, the longest one is 2.6–3.0 times shorter than the antennular length.

**Second antenna:** Stout and long (Fig. 6). Coxa massive, the basal region appears annulated with several folds and provided with a row of tiny denticles at the ventral side; the middle region presents two ventrolateral, soft sensory setae and the distal one is made up of ventrolateral margin armed with some rows of sclerotized spinules. The external surface of the distal portion has a spine used for burrowing and a longer soft seta at the medial face extended well beyond the end of the second exopod segment. Swimming setae 0-0-1-3/1-1-3, spines 0-2-1-1/0-0-1. All exopod setae carry spines at the distal septum except for the innermost apical member. The exopod is characterized by one spine on the distal edge of segments 2 and 4, as in all the Macrothricidae taxa (Smirnov 1992), plus an accessory, internal curved spine on seg-

ments 2 and 3, both subequal in length (Fig. 7). The spine is attached to the second segment (2nd segment: spine = 2.2–3.2) which is about 1.8 to 3.0 times longer than the segments.

The longest antennal seta (Figs. 8, 9) is on the first endopod segment, and is bisegmented (distal segment: proximal segment = 1.2–1.6) stout, sclerotized and long (body length: seta length = 1.2–1.4). Its convex margin is provided with a series of fine setules along the three proximal quarters of the first segment, followed by a row of stout spines, two or three of which are subequal in length and are attached to the proximal joint (Fig. 8). The remaining row of spines runs along the second segment, decreasing in size gradually toward the tip. Beyond the middle third of the seta, these spines form groups of different number. There is a row of sparse spinules that continues along the next segment on the external surface of distal quarter of the first segment (Fig. 9).

**Trunk limb I** (Fig. 10): The exopod (ODL) is slender, bearing a long apical seta unilaterally having fine setules along its distal portion, and a short lateral seta (Fig. 11). Endite 4 (IDL) has three setae unequal in length, the longest one with a pattern similar to seta of ODL, the other two setae possess a row of stout setules, increasing moderately in size distally (Fig. 11). The posterior surface of IDL is provided with groups of strong setae. There are four setae different in length on endite 3, two of them are more sclerotized and bisegmented. Endite 2 has three bisegmented setae, setulated along the distal portion and with a row of sparse stout setules through the proximal joint. Endite 1 presents two fine plumose setae (Fig. 10). The inner spines on endite 1 and 2 have two and one teeth respectively on a pointed apex and one lateral spinule (Figs. 12, 13).

**Trunk limb II** (Figs. 14): The exopod is reduced, with an apical soft seta bilaterally

setulated. The endopod has a row of eight spine-scrappers, six similar in structure, with an enlarged base, and distally with a pecten of strong, sclerotized teeth. Scraper 4 has the largest and strongest pecten. Scrapers 7 and 8 are long with an armature similar to the seta of ODL from trunk limb I. There is a lobe carrying a stout conical seta densely ciliated on its distal portion, located at the external surface of the endopod, near the insertion of scrapers 4 and 5. The gnathobase presents a filtering comb composed of four short setae which are different in structure and with four long plumose setae.

**Trunk limb III** (Fig. 15): The exopod carries four setae. The two outermost are fine and bilaterally setulated, the third one is densely setulated in the distal portion. The last one is strong and provided with two rows of spiniform setules. The lateral surface of exopod is covered with some groups of needle-like setae. Endopod with a distal-most seta stout, sclerotized, with a hook-like shape and proximally followed by five setae, all of them different in structure. Setae of the external armature are straight, finely ciliated in the distal portion. The gnathobase is rounded and it has a setose outgrowth on the external surface and two blunt papillae.

**Trunk limb IV** (Fig. 16): There are two apical setae on the exopod, the outermost is bilaterally setulated, the other one is densely setulated at the distal portion. The medial armature consists of five equal setae; the lateral row bears four setae, the distal one is stout and spiniform, the remaining ones are strongly hairy. There is also a tubular sensillum between the gnathobase and the proximal endopod. The gnathobase is reduced, composed of a setose furry-like seta and a finger-like lobe.

**Trunk limb V** (Fig. 17): Exopod suboblong, reduced to a small flap, with one fine setulose seta. The endopod has a rounded hairy flap and three setae remarkably different in size, the two outermost are reduced and strongly ciliated; the third one is the longest, bisegmented, unilaterally setu-

lated along its distal portion. The gnathobase is composed of three well defined lobes, each one is armed with a series of long setae. The epipodite is large and subovoid.

Postabdomen (Fig. 18): Large, subovoid in lateral view (body length: postabdomen length = 2.8–3.4). The ventral margin is straight, somewhat convex with one or two groups of minute spinules. The dorsal margin is asymmetrically convex, non-bilobed, however, the preanal region is well differentiated from the rest of postabdomen (preanal portion: anal-postanal portion = 1.65–1.90). The preanal region has a dorsal stripe of needle-like spinules arranged in several transversal rows (ca. 25–30) which are subequal in length. The anus is bordered by 5 to 7 groups of larger spinules on each side with lateral surface covered with crescent rows of fine setae. The postanal portion has no setae. The claw is heavily sclerotized, evenly curved with a lateral face armed by two rows of small spinules on both concave and convex margins (Fig. 19). The medial side is provided with a row of three continuous pectens, obliquely arranged (Fig. 20). The two most proximal are composed of fine setae distributed along two thirds of the claw length, with a large and sclerotized member between them. The distal pecten is provided with a series of short, stout spinules, hardly sclerotized, the proximal member is stouter and longer than its companions. The setae natatoria arise from a sclerotized heel located at the proximal portion of the postabdomen (Fig. 21). The distal segment is shorter than the proximal one (proximal segment: distal segment = 3.0–4.0), having long, bristle-like setae.

*Description of ehippial female and ehippium.*—Female with two ehippial eggs is about the same shape in lateral view as parthenogenetic female (Fig. 22). The major difference is in cross section (Fig. 23) in which the pointed dorsal median keel of the parthenogenetic female is replaced by a broadly rounded median ridge. Dorsal profile of shell is higher than in parthenoge-

netic female, the maximum height is near the anterior slough line; the egg locule is well developed on each side. The shell surface of ehippial region is finely granulated with mesh-like pattern, weak and diffuse at egg locule and dorsal region. Dorsal margin with one row of chitinous rounded papillae. Slough line evidenced by a simple line that follows closely below the ehippium, so the entire anterior ventral portions of shell are lost after molting except for a small postero-ventral portion left in the ehippium. Portion of shell that sloughs has no punctae, meshes or pigmentation. Most of ehippial region is yellowish brown, mainly around the dorsal and the egg locule regions.

*Description of males.*—Two different prereproductive instars (Figs. 24, 25) and only one mature instar (Fig. 26). The functional male has a height somewhat lower than in female (length: height = 1.50–1.80). There are some appreciable ontogenetic changes over the three instars in shape of head. The rostrum of adults is directed more anteriorly than in immature instars, so the general outline of body has an attenuated ovoid aspect in lateral view. The two immature instars have a general shape similar to females (length: height of instar I and II = 1.45–1.70).

Antennula in instar I has a basal sensory seta and the setulation of internal surface is about as in female (Fig. 27). In instar II the antennula increases in size, and it has an additional sensory seta near its base, which arises from a rod-like projection, proximal to a characteristic group of long setae on the proximal internal portion (Fig. 28). In the adult male, the antennula is highly modified and is curved inwardly (Figs. 29, 30). The two basal sensory setae are well developed. One originates at the anterior margin and the other is located behind the former and close to the posterior margin. The latter is long and thin while the first is thicker and arises from a rod-like projection. On the external surface near the middle of antennular length (Fig. 30), there is a long soft seta (antennular length: seta

length = 2.0–2.4). It is evident from instar II. Proximally, on the medial surface, close to the rod-like projection, there is a group of long hair-like setae and three groups of spinules, the distal and proximal ones are made up of sparse minute members, while the medial one has long and stronger spinules (Fig. 29). Nine aesthetascs in all instars; instars I and II aesthetascs with bifurcated tips as that in female, but in instar III this character is lost or barely visible. There are two aesthetascs 2.25 to 3.3 times longer than the others, these latter ones are subequal in length (Fig. 30).

Trunk limb I with typical instar sequence of development of copulatory hook (Figs. 31–33); adults with a long, stout free portion, with one crescentic ridge at tip of irregular margin that gives a spoon-like appearance to this portion (Fig. 34). IDL of adult male with three setae shorter than in female, the shortest one modified as a spine-like seta, naked and hardly sclerotized. ODL with a large seta provided with small tubercle-like setules along its distal portion (Fig. 33).

Postabdomen (Fig. 35) roughly similar in shape to that of female although smaller; ventral margin tends to be irregular, in part because of the presence of genital pores, which in mature male open near ventral midline at a notch, located about two basal postabdominal claw lengths from tip. The postabdominal claw is the same as in the female, except that it is relatively longer and somewhat stouter.

*Differential diagnosis and relationship.*—*Macrothrix smirnovi* is a member of the *M. triserialis*-group. It shares with this species-group the general shape of the body, structure of the antennulae, the postabdomen, and the largest seta of the antenna. *M. triserialis* Brady was described from Sri Lanka. Fryer (1974) and Smirnov (1992) mentioned that *M. triserialis* is a species with wide and complex distribution, but their conclusions were based on only general morphological aspects. Sometimes, finer scaled morphology has been used

(e.g., Fryer 1974, Dumont & Van de Velde 1977, Korinek 1984), but the differences observed were considered as variations within a single species rather than differences between species. Through detailed morphological comparisons Smirnov (1976, 1992) and Brandorf et al. (1982) distinguished three separated geographically isolated species from this taxa-group: *M. gauthieri* from Africa, *M. superaculeata* from Brazil and *M. flabelligera* from Australia. In addition *M. rosea* (Jurine) is mentioned by Dumont & Van de Velde (1977) as a possible synonymy of *M. triserialis*.

This species differs from *M. triserialis* s. str. mainly because it lacks the two stout, hook-like spines on IDL of limb I, clearly shown by Fryer (1974; fig. 69) and pointed out by Korinek (1984); instead of hooks, these spines are not curved and they seem to be less strong, both armed with rows of setules (Fig. 11). The combination of characters suggests a closer relationship of this new species to *M. superaculeata* (Smirnov) described from Brazil and *M. rosea* (Jurine) from Central Europe than to the other species of the group. Parthenogenetic females can be easily distinguished from both related taxa, mainly because of the antennal formula, the structure and armature of postabdomen and some fine details of trunk limbs (Table 1). *M. smirnovi*, *M. capensis* (Sars), *M. paulensis* (Sars) and *M. gauthieri* Smirnov have accessory spines on the antennal exopod, but *M. capensis* can be distinguished by a hump-like protuberance on the ventral part of the head and the preanal region with very small spinules. *M. paulensis* and *M. gauthieri* as well as *M. odiosa* Gurney and *M. sioli* (Smirnov) differ from *M. smirnovi* because of the large spines along the antennulae and the structure of postabdomen (Brandorf et al. 1982, Smirnov 1992).

Detailed morphology of mature males also shows evident differences among *M. triserialis*-group species. There are no descriptions of *M. triserialis* males on populations from type locality (Sri Lanka), the

only published data available is the *M. elegans* Sars. The description, which is a young synonym of *M. triserialis* according to Smirnov (1992), is featured by a long cylindrical distal part of postabdomen, no claws and a copulatory hook of trunk limb I with three transversal crests at tip. There are no described males of the related *M. superaculeata* from the type locality, but Korinek (1984) analyzed a population from Cuba that he assigned to this taxon, where males may be distinguished by the presence of three transversal crests at tip of copulatory hook and postabdomen, extending distally into a tubular projection, with a subapical scale-like plate and without any claws. *M. rosea* males are also different since there are a conical postabdominal distal part (Werner 1927) with terminal claws (Korinek 1984) and a slender copulatory hook tapering distally with only one subapical lamella.

*Macrothrix rosea* resembles the ephippial structure and reticulation of *M. smirnovi*, which is characterized by a mesh-like pattern on the surface and differs because the dorsal margin of the former has only one row of rounded papillae whereas *M. rosea* includes from one to two rows. However, the sculpture is markedly different in *M. superaculeata* which possesses rounded cells; it is feebly sclerotized and lightly colored (Korinek 1984).

There are five species of this genus reported from Mexico including *M. smirnovi* as well. The Mexican cladoceran fauna, as was monographed by Frey (1982b), included only two species: *M. laticornis* (Jurine) and *M. rosea* (Jurine). Recently, this number has increased because of the record of *M. triserialis* s.l. (Ciros & Elias 1995) and by the description of *M. mexicanus* (Ciros et al. 1995). However, it is worthwhile to point out that current knowledge of the taxonomy and geographical distribution of *Macrothrix* in this region is still scarce and some old reports should be analyzed with caution.

It is possible, according to the improve-

ment in research on macrothricid cladocerans, that some species known in the past as cosmopolitan would be geographically restricted as was demonstrated by Frey for diverse chydorids. This statement is vindicated because macrothricids are the cladocerans most closely related to chydorids (Frey 1988). Future analysis should be based on larger samples containing ephippial females, males and females in all instars.

Acknowledgments

We are indebted to Prof. Nikolai N. Smirnov for providing specimens of some *Macrothrix* species from his collection, and for reading the manuscript and checking our English. We are also thankful to Prof. H. J. Dumont for the permission to check specimens of *M. triserialis* from his collection; to CONABIO (Mexico) for financial support (grant H-112). Finally we would like to thank to Dr Jørgen Olesen and to an anonymous reviewer for checking and improving our manuscript.

Literature Cited

Brandoeff, G. O., W. Koste, & N. N. Smirnov. 1982. The composition and structure of rotiferan and crustacean communities of the lower Rio Nhamundá, Amazonas, Brazil.—*Studies on Neotropical Fauna and Environment* 17:69–121.

Ciros-Perez, J., & M. Elias-Gutierrez. 1995. Nuevos registros de cladóceros (Crustacea: Anomopoda) en México.—*Revista de Biología Tropical* 44:297–304.

—, M. Silva-Briano, & M. Elias-Gutierrez. 1995. A new species of *Macrothrix* (Anomopoda: Macrothricidae) from central Mexico.—*Hydrobiologia* 319:159–166.

Dumont, H. J. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics.—*Hydrobiologia* 272:27–38.

—, & I. Van de Velde. 1977. Cladocères et Conchostracés récoltés par le professeur Th. Monod dans la moyenne du Niger en décembre 1972 et janvier 1973.—*Bulletin de l'Institut Français D'Afrique Noire* 39:75–93.

Frey, D. G. 1982a. Questions concerning cosmopolitanism in Cladocera.—*Archiv für Hydrobiologie* 93:484–502.

—, 1982b. Cladocera. Pp. 177–186 in S. H. Hulbert & A. Villalobos-Figueroa, eds., *Aquatic bi-*

ota of Mexico, Central America and the West Indies. Aquatic Biota SDSU Foundation Vol. XV. San Diego University Press, 529 pp.

—, 1986. The non-cosmopolitanism of chydorid Cladocera: implications for biogeography and evolution. Pp. 237–256 in R. H. Gore and K. L. Heck, eds., *Crustacean biogeography*. Balkema, Rotterdam.

—, 1988a. Are there tropicopolitan macrothricid Cladocera?—*Acta Limnologica Brasiliensia* II: 513–525.

—, 1995. Changing attitudes toward chydorid anomopods since 1769.—*Hydrobiologia* 307: 43–55.

Freyer, G. 1974. Evolution and adaptive radiation in the Macrothricidae (Crustacea: Cladocera): a study in comparative functional morphology and ecology.—*Philosophical Transactions of Royal Society, London Biological Sciences B* 269:137–274.

Haney, J. E., & D. J. Hall. 1973. Sugar-coated *Daphnia*: a preservation technique for Cladocera.—*Limnology and Oceanography* 18:331–333.

Korinek, V. 1984. Cladocera. In *Hydrobiological survey of the lake Bangwelulu Luapula river basin. Scientific results 13, fasc 2, Cercle hydrobiologique de Bruxelles, Bruxelles*, 117 pp.

Sars, G. O. 1901. Contributions to the knowledge of the freshwater Entomostraca of South America, as shown by artificial hatching from dried material. Part I: Cladocera.—*Archiv für Mathematik og Naturvidenskab Kristiania* 23:1–102.

Smirnov, N. N. 1971. Chydoridae of the world's fauna. Fauna of the USSR. New series No. 101. Crustacea. 1(2). Leningrad, 531 p. (English transl. by A. Mercado. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1974).

—, 1976. Macrothricidae and Moinidae fauna mira. Fauna SSSR, novaya seriya, N 112. Rkoobeznye T.I.3 Leningrad, Nauka, 237 pp.

—, 1992. The Macrothricidae of the world. SPB Academic Publishing, The Hague, 143 pp.

Werner, C. E. 1927. Wachstum und Formentwicklung der Cladocere *Macrothrix rosea*.—*Wilhelm Roux Archiv Entwicklungsmechanik Organismen* 109:241–252.

Table 1.—Comparison of *Macrostelium smirnovi*, new species with the related *M. superciliata* (Smirnov) and *M. rosea* (Jurine).

Character	<i>Macrostelium smirnovi</i> , new species	Mature parthenogenetic female	
		<i>M. superciliata</i> <sup>a</sup>	<i>M. rosea</i> <sup>a</sup>
Shell	Dorsal edge has no serration.	Dorsal edge has very fine serration.	Dorsal edge has no serration.
Head	Ventral margin even with a slightly transverse squamose pattern (Fig. 3).	Ventral margin with transversal step-like ridges each one armed with a spine.	Ventral margin with a slightly transverse squamose pattern.
Antennulae	Posterior side with a subapical group of 2-3 spinules (Fig. 5).	Both posterior and anterior sides with a group of 2-3 strong and sclerotized spinules.	No subapical strong spinules.
Antennae	Spines 0-2-1-1/0-0-1 (Figs. 6, 7). Largest seta has two to three spines subequal in length proximal to its joint (Fig. 8), and a series of several spines decreasing in size toward the tip on the distal segment (Fig. 9).	Spines 1-2-1-1/0-0-1 Largest seta has a small and a large spine proximal to its joint, and a large and several small spines distally of its joint.	Spines 0-1-0-1/0-0-1 Largest seta with two larger spines in the area of the joint between its proximal and distal segments, distally followed by several small spines.
Trunk limb I	Endite 4 (ODL) with three seta of different length; the shortest two with a row of setules, increasing moderately in size distally (Fig. 11). Inner spines on endites 1 and 2 having two and one teeth respectively on the pointed apex and one lateral spine (Figs. 12, 13).	These setae with a row of setules increasing distinctively in size distally. Both inner spines with two teeth on pointed apex and one lateral spinule.	Those setae with a row of setules increasing distinctively in size distally. Both inner spines with one tooth on pointed apex; two and one lateral spinules respectively.
Trunk limb II	Distinctive lobe carrying a stout conical seta, densely ciliated on its distal region, located near scrapers 4 and 5 (Fig. 14). Scrapers 4 and 5 with teeth of same length (Fig. 14).	No such lobe and seta. Scraper 4 and 5 with a subapical larger tooth followed by a tuft of small spinules.	No such lobe and seta. Scraper 4 and 5 with a subapical larger tooth followed by a tuft of small spinules.
Trunk limb V	Exopod with one seta (Fig. 17).	No information.	Exopod with two setae.
Postabdomen	Preanal region with rows of small spinules subequal in size (Fig. 18).	Such rows of spinules are strong increasing in size proximally.	Such rows of spinules are small and fine only the most proximal rows are relatively stronger and larger.
Postabdominal setae natatoria	Proximal segment 3.0-4.0 times as long as distal segment (Fig. 21).	Proximal segment 11.0-16.5 times as long as distal segment.	Three times as long as distal segment.

Table 1.—Continued.

Character	<i>Macrostelium smirnovi</i> , new species	Mature males	
		<i>M. superciliata</i> <sup>a</sup>	<i>M. rosea</i> <sup>a</sup>
Copulatory hook	Strong, having one crescent ridge at tip giving to this portion a spoon-like appearance (Fig. 34).	Strong, carrying three subapical transversal crests.	Slender, tapering with only one subapical lamella.
Postabdomen	Shape somewhat similar to that in female (Fig. 35).	Extending distally into tubular projection, with scale-like subapical denticulate plate and basal sensillum.	Distal end of postabdomen conical without subapical scale-like plate and without basal sensillum.
Antennula	There are no clusters of spinules instead there are a group of long hairs-like setules and three groups of spinules proximally on the inner surface (Fig. 28). Two basal sensory setae, one of which arises from a rod-like projection, and a long soft seta at the middle region (Fig. 30).	Inner side covered with heavily sclerotized clusters of strong spinules. Two basal sensory setae.	Antennular clusters of spinules not arranged in scales, less sclerotized. One basal sensory seta and a long soft seta at the middle region.
	Finely granulated with a mesh-like pattern. Heavily sclerotized. Dorsal margin with only one row of rounded papillae. Yellowish brown color (Fig. 23).	Ephippium Sculpture of rounded cells. Feebly sclerotized. Yellow color.	With thick lamellae of reticulation, surface coarsely granulated. Heavily sclerotized. Dorsal margin with one to two rows of rounded papillae. Dark brown color.

<sup>a</sup> Information on mature males and ephippium obtained from published data in Korinek (1984).

## ANEXO 4

*Spinalona anophthalma* n. gen. n. sp. (Anomopoda, Chydoridae) a blind epigean cladoceran from the Neovolcanic Province of Mexico

Revista a la que se envió: Hydrobiología

Etapas en proceso de publicación: Sometido a arbitraje.

Spinalona anophtalma, n. gen. n. sp. (Anomopoda, Chydoridae) a blind epigean cladoceran from the Neovolcanic Province of Mexico

Ciros-Pérez Jorge

&

Elias-Gutiérrez Manuel"

Departament de Microbiologia i Ecologia  
(Edifici D' Investigacio)  
Universitat de Valencia E-46100  
Burjassot (Valencia), Spain.  
e-mail: Jorge.Ciros@uv.es

\*Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala  
Laboratorio de Zoología  
AP 314 CP 54000  
Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Edo. de México  
México  
e-mail: eliasgm@servidor.unam.mx  
(Correspondence author)

Key Words: Cladocera, Chydoridae, Taxonomy, Mexico, Aloninae



## Abstract

Spinalona anophtalma n. gen. n. sp. is described on basis of parthenogenetic and ehippial females and males from material collected in a temporary lagoon located in the Neovolcanic Province from Mexico at an altitude of 2507 m above sea level. It is characterized by a strong armature of the antenna, postabdomen and postabdominal claw, the compound eye and ocellus absent and the exopod of thoracic limb III with only four setae. This new taxon has no relation with any other blind Aloninae described elsewhere from hypogean habitats.

## Introduction

Although the Aloninae have a world wide distribution, they show limited ranges at the species level, as it has been discussed for other cladocerans, mainly Chydoridae (Frey, 1986). In the case of blind Aloninae, they were recorded for the first time from caves in the old continent (Brancelj, 1990; 1992). In this paper, a rare member of the Aloninae is described. It is not related to the blind Alona diaphana species-group: A. hercegovinae Brancelj, 1990 and A. sketi Brancelj, 1992. It is the first cladocera without compound eye and ocellus found in the American Continent, and it was discovered in an stygoxenic, temporary habitat.

## Material and Methods

Samples were collected with a 50 µm plankton net attached to a handle, and fixed with 4% sucrod formaldehyde (Haney & Hall, 1973). Material was analyzed under a compound microscope and drawings were made with the aid of a camera lucida. Additional specimens were examined with a Zeiss DSM350 Scanning Electron Microscope with HV=25 kV.

Spinalona anophtalma gen. nov. sp. nov. (Figs 1-41)

Holotype: One adult parthenogenetic female in ethanol 70% and glycerol, access number USNM cat. 278143, deposited at the Smithsonian institution. Washington, D.G. 20560, USA.

Holotype: One adult male in ethanol 70% and glycerol, USNM-278144.

Paratypes: One ephippial, one parthenogenetic female and one mature male mounted in Hoyer's glass slide sealed with DePex mounting medium, deposited under catalog number USNM-278145. Four parthenogenetic females and four ephippial females preserved in 70% ethanol and glycerol (USNM-278145). Two parthenogenetic females, four ephippial females and four mature males, all of them preserved

in formaldehyde with a drop of glycerin, access number UNAM-CI 1203, 1204 and 1205, deposited in the Zooplankton Reference Collection, National Autonomous University of Mexico, Campus Iztacala.

Additional material: One parthenogenetic female, one ephippial female and one male, all of them preserved in formaldehyde with a drop of glycerin, deposited at the National Institute of Biology, Ljubljana, Slovenia. Also two parthenogenetic females, two ephippial females and two males deposited at the Laboratorium voor Ecologie der Dieren Zoogeografie en Natuurbehoud, Universiteit Gent (Belgium).

Additional material and original samples are at the National Autonomous University of Mexico, Campus Iztacala.

All the material was collected in January 28, 1994 by the authors.

#### Diagnosis

General outline of mature parthenogenetic female somewhat elongated. Series of longitudinal, weak furrows or grooves on shell. Head shield in plane view broad and relatively short, with posterior margin rounded, rostrum somewhat long (about 1/3 of head shield length) and round. Three major head pores; lateral pores located in a slight depression, about 4.6-5.0 times the IP distance. Compound eye and ocellus absent. Sensory papilla of antennule with nine aesthetascs, somewhat laterally sloping from distal quarter to the tip. Each of two proximal exopodal segments of antenna with a fan of 8-12 long needle-like strong setae inserted distally. Labral keel conspicuous and somewhat quadrangular. Exopod of trunklimb 111 with only 4 setae. Postabdomen relatively short and cuneiform; postanal region short, convex, tapering from distinct postanal angle toward claw, with a deep

depression or notch on distal portion, forming a peduncle for the claw; 5-6 clusters of marginal denticles, plus 3-4 groups of much smaller denticles around anal-groove region; lateral surface with 10-11 fascicles of setae arranged in a stripe, plus other three fascicles arranged in another inner stripe located around proximal half of anal-groove; ventral margin with three rows of long hair-like setae. Postabdominal claw large (about half the postabdominal length), provided with a long (about half length of claw), slender basal spine; with a fan of about 7-8 long needle-like setules arising from claw, lateral and proximal to base of spine and overlying it. Shell surface of ehippial female over the egg locale finely punctuate. Pigmentation over the dorsal and ehippial region brown-yellowish.

Mature male relatively lower in height than parthenogenetic female; with twelve aesthetascs on the antennule and an accessory, subterminal finger-like male seta; first trunk limb with copulatory hook long, attenuated distally, with 2 transverse, crescentic ridges at the tip; male seta large, longer than IDL setae, its distal part somewhat broad and flattened, with almost parallel edges, tapering at distal fourth. Copulatory brush seta of instar II proximally followed by a rounded, short papilla and a fine seta.

Full description of parthenogenetic female.

Shape and shell: Length 0.46-0.56 mm. Outline of mature parthenogenetic female somewhat variable, but generally elongated (Fig. 13) (length/height: 1.76-1.93), ventral margin slightly concave to almost straight; posterior margin convex and sloping forward dorsally; dorsal margin variably convex, sometimes only weakly curved from rostrum to posterior-dorsal angle, strongly curved downwards near rostral tip. Posterior-dorsal corner always

noticeable. Mean of 41 ventral setae (range 35 to 47, n = 15) in mature females arranged into three main zones (Fig. 13); anteriormost begins high up the bend, consists of 10-13 long setae; second zone with 10 to 12 short setae, each about one third the length of those of first group; last group with 17-25 setae of intermediate length, these last setae nearly submarginal. Distal part of valve, up to its curving section, armed with rows of relatively long, fine submarginal setules, extending well beyond margin of posterior-ventral angle, and becoming internal suddenly and continuing dorsally as a distinct row more or less parallel to posterior margin (Fig. 14); often with inflection of shell margin at the point in which setules become submarginal. Series of weak furrows or grooves on shell, mostly longitudinal. Essentially colorless or with weak yellowish pigmentation. Head shield: Not keeled, but laterally flattened (Fig. 13), extending upwards. In plane view broad and relatively short (Fig. 15). Posterior margin curved, rostrum somewhat large (about 1/3 of head shield length), rounded. Three major head pores, all small and close together, located about two times the IP (interpore) distance from posterior margin and connected by a distinct chitinous channel (Figs. 12 and 16). Lateral pores located on either side, in a slight depression, about 4.6- 5.0 times the IP distance. In lateral view (Figs. 12 and 16), anterior-lateral margins shape, posterior margin broadly rounded. Compound eye and ocellus not visible in all the specimens analyzed, even at oil magnification

Antennules: Elongated, tapering distally; distal end reaching tip of rostrum (Fig. 17). With a set of nine aesthetascs, two of them longer than the others; longest about 2/3 length of antennule, shorter ones about half as

long. Antennules seta inserted on distal third. All aesthetascs arise from a sensory papilla somewhat laterally sloping since about 1/4 from tip of antennule to the end.

Antenna with armature (Figs. 2, 4, 18-19): Antennal formula 0(1), 0, 3(1)1 1, 1, 3(1). External margin of coxa with several groups of long, fine setules. Small, distal spine on coxa between endo- and exopod. Spines on exopod large and stout, slightly curved, longer than middle segment of ramus; terminal spine of endopod longer than that on exopod. Each two proximal exopodal segments bearing distally a fan of 8 to 12 long needle-like stout setae, inserted on a swelling of the cuticle. Distal edge of each antennal segment provided with rows of small setae.

Labrum and mouth parts (Fig. 20): Labral keel conspicuous, somewhat quadrangular, anterior ridge notched or slightly wavy. Mandibles asymmetric, articulation located laterally at the head shield and shell joint region. Maxillule with three feathered setae.

Trunklimb I (Fig. 21): Ventral edge armed with seven rows of hair-like setae, and numerous rows of setules on both ventral and dorsal faces. Endite 1 with two bisegmented weak setae. Endite 2 with two long, stout setae. Largest one with row of short setules along distal half, proximally with scattered long setules. Shorter one with row of stout setules. Endite 3 with four strong setae, three subequal in size, accessory seta more strongly built. IDL (endite 4) with two long, unilaterally setulated setae, and a third, short, naked seta. ODL (exopod) with a single, setulated, long seta.

Trunklimb II (Fig 22): Exopod reduced, with patches of tiny setae and a small distal

spine-like seta. Endopod with 8 bisegmented, scraping spines, which increase in length from 1 to 4, 5 shorter than 4, and from 6 to 8. Scrapers 1 to 3 with long setules, 4 to 8 with relatively smaller setules. Gnathobase with a filter comb composed of 5 setae, the two closest to gnathobase much shorter than other three. With additional three short, marginal setae, different in structure; small lobe with dense patch of setae between gnathobase and first scraping spine.

Trunklimb III (Figs. 6, 23): Exopod with four setae of different length, of which the distalmost is longest, second one more strongly built. Gnathobasic plate with five subequal setae, decreasing in length distally. Outer filter plate with five setae. Inner comb with one angulated stout sensilla covered with long setules, and with four setae. Distal two scrapers elongated, with setules along distal portion. Additional two scraper-like setae between inner comb and distal scrapers.

Trunklimb IV (Fig. 24): Exopod with six setae, two longer than the rest. Gnathobase reduced, composed of a densely setulated seta and a finger-like lobe plus two additional setae. Outer filtering grid with three setae. Inner plate with four stumpy, distally setulated setae, and a stout spine-like distal seta.

Trunklimb V (Fig 25): Exopod with three feathered setae, proximalmost separated from the other two by patch of long hair-like setules with additional group of such setules between endopod and proximal exopodial seta. Endopod with a densely setulated flap and two short setae.

Postabdomen (Figs. 3, 26): Relatively short and somewhat cuneiform. Postanal region short, weakly convex, tapering from postanal angle toward claw, with deep depression or notch at distal part, setting off a peduncle for claw. Commonly with 5-6 groups of marginal denticles, of which distalmost member of each cluster is largest. Anal-groove armed with 3-4 rows of setae. Preanal angle

conspicuous. Lateral surface with 10-11 broad fascicles of setae, arranged in a stripe; with three additional fascicles arranged in another ventrally located stripe, near proximal half of anal-groove region. Distalmost member or two of each fascicle being longest. Some setae of fascicles located over the anal groove, reach beyond postabdominal margin. With some isolated spines and setules near base of distal peduncle. Ventral margin roughly straight, with three submarginal rows of long hair-like setules.

Postabdominal claw (Figs. 5, 27): Long (somewhat shorter than half the postabdominal length) slender, almost straight or weakly curved, sloping anteriorly at distal third. With long (about the half length of claw, or 3.3 times basal width of claw) slender, almost straight, basal spine, tapering distally, sharply pointed. Claw with fan of about 6-8 long (about 213 to 314 times length of basal spine) needle-like setae, lateral and proximal to base of spine and overlying it. Lateral row of claw spinules into two groups; one proximal of 10--15 spinules (size and distance between members increasing distally) and one distal of 10-14 relatively smaller spinules. Medial row with two groups, proximal with 20-24 setules, distal with 14-18 much larger broad-based and sharply pointed spinules (Fig. 27). With an additional row of fine setules arising from medial margin of dorsal edge.

#### Ehippial female and ehippium

Morphology identical to that of the parthenogenetic female except for modification of shell to form the ehippium (Figs. 1, 29-30). Dorsal profile of valves somewhat higher than in parthenogenetic female, especially on posterior region, giving the shell a roughly quadrangular appearance. Longitudinal grooves present, but often deeper on dorsal region; occasionally anastomosing to form meshes over egg locule. Surface of shell over egg locule finely punctuate,



otherwise without change in sculpturing. No marked outward expansion of valves where the resting egg will be contained. Slough line evidenced by a single scar (Fig. 30), from dorsal margin and running closely below the ephippium, so the entire ventral and posterior portions of shell are lost after molting. Portion of valve that sloughs off has no punctae, longitudinal grooves weak, and there is no pigmentation. Pigmentation over dorsal and ephippial region brown-yellowish, fainter toward the edges. Slightly longer (length 0.51-0.62 mm) than parthenogenetic females.

#### Description of Male

Shape and shell (Figs. 7, 31, 36): Length: 0.37-0.4 mm. The males go through a progressive development of secondary sex characters, with presumably two prereproductive instars, as in most Chydoridae. We could only find a premature instar (instar II) (Figs. 31-35) co-occurring with the mature instar, and a single mature instar (Figs. 7-11, 36-41). The instar II male is less different from the female than the adult male. The former is relatively lower in height than the parthenogenetic female (length/height= 1.9-2.05), Rostrum somewhat longer, slightly truncated on the tip. Longitudinal grooves or furrows roughly deeper than in females, especially along dorsal region.

Antennules (Figs. 8, 11, 32-33, 37-38): About the same shape and size than those of females; however both instar II and mature males show twelve aesthetascs instead of nine as in female. Instar II with nine long, subequal in length distal aesthetascs, plus other three very short ones (about 1/18 times the length of other aesthetascs), subapically located on inner (two of them) and posterior sides (the last one) (Fig. 32). Male seta present, relatively short, peg-like, bilaterally ornamented with spine-like outgrowths along its length (Fig. 8), subapical on

anterior surface, on distal fourth of the antennular length, and without reaching tip. Mature male with sensory papilla sloping as in female, with ten terminal aesthetascs, plus two subapical ones. Male seta is about a half of length of the shortest aesthetascs, located just slightly below the tip and somewhat tinier. Antennular seta broad, tapering distally, as long as the longest aesthetasc, borne on distal 1/3 or 1/4 as in female (Fig. 37)

Trunk limb I (Figs. 34, 39-40): With a typical instar sequence of development in the two instars found. In instar 11 copulatory hook somewhat stouter and without ornamentation at the tip (Fig. 34). Male seta (MS) small, blunt, with a distally curved projection; copulatory brush seta (CBS) is still a relatively short and thick seta, and immediately next to latter, a rounded, short papilla and a fine seta is borne, as in Celsinotum hypsilophum from Australia whose function and fate are not yet known (Frey, 1991). In instar III, copulatory hook long, attenuated distally, with 2 transverse, crescentic ridges at the tip (Fig. 40); gap narrow. Copulatory brush (CB) consists of a dense patch of stout, short, bluntly tipped setae, increasing in size distally; with other slightly longer but finer setules along edge of comb from this point to the CBS; this structure is long, somewhat slender than in instar II, and well developed. IDL setae much more reduced than in females, smallest is just a shaft, fine spine. The MS is large, longer than IDL setae, distal part somewhat broad and flattened, with almost parallel edges, tapering at its distal fourth (Fig. 39).

Postabdomen (Figs. 9, 35, 41): Postabdomen of instar II with almost the same shape and arrangement of marginal denticles as in female; genital pore located in a notch about 1/3 to 1/4 from tip. Adult male postabdomen is also similar in shape except for the lack of prominent pre- and postanal angles; genital pore is located distally (Fig. 9). Marginal denticles similar in structure but weaker. Terminal claw of

mature males relatively shorter than in females; basal spine relatively longer (about 2/3 claw length), slightly curved.

#### Discussion

Peculiarities on the armature of the antenna and postabdomen, and also the shape of the latter did not allow to allocate these specimens in any of the known genera of the subfamily Aloninae. It seems to belong the Aloninae by the arrangement of the headpores and by the number of setae on the fourth leg exopod. We recognized a close similarity with the genus Alona on the basis of body shape, headpores, postabdomen, and structure of leg 1. However, we consider that this new genus shows specialization for a particular form of life as a bottom-dweller with burrowing capabilities. As a result of these adaptations, the antenna shows a strong armature of spines and setae in all its segments, something similar to Leydigia. This kind of development has not been found in any other Alona-type species. The postabdomen has also many structural peculiarities. The postanal region is short, strong, and cuneiform. Some Alone, such as A. inermis Pesta, 1928, A. abbreviata Sars, 1896 and A. macrocopa Sars, 1895 share a short postanal region, but all of them lack a strong spinulation. Spinalona anophtalma also has a long basal spine as present in A. eximia Kiser, 1948; however, the latter lacks the long surrounding setae. This character could be interpreted as a specialization for the burrowing habits instead of a primitive character as suggested for an arrangement of some incompletely fused spinules in the base of basal spine for A. alsafadii Dumont & Brancelj, 1994. The new genus Spinalona is distinguished by the following features: strong armature on the antenna and postabdomen, postanal region of the postabdomen wedge-like and short, long basal spine in the claw, surrounded by a fan of large needle-like setae, and the

unique feature not found in any other Aloninae, is the presence of only four setae in the exopod of the third leg, instead of five to seven; also the exopod of the fifth leg has a reduced number of setae (only three), a characteristic not present in any other Aloninae.

This taxon has no relation with any other blind Alona species described from caves of the old world (Brancelj 1990, 1992 and Dumont & Brancelj, 1994) which belong to the A diaphana-group and the A. karua-group, all of them characterized by a weak spinulation of the antenna and postabdomen, and being possibly more

generalists on their habits (Brancelj, 1992). These animals also keep primitive characters as a result of a protected environment (Dumont, 1995), in contrast with S anophtalma that seems to be a true specialized bottom-dweller.

In fact, S. anophtalma was found in an epigeal habitat with a low Secchi transparency. The only system where this animal was found is a temporary, shallow lagoon located in a sedimentary endorreic basin from the Tertiary (CETENAL, 1980), located in the Neovolcanic axis of Mexico. It is flooded during the summer rainy season by the water table and some drainage coming from the surrounding hills. It coexists with other chydorids such as Alona diaphana, A. cf. setulosa and Leydigia leydigi. Diversity of the Chydoridae in this system was low, when compared with some adjacent ponds and lagoons, mainly because the extreme conditions, as described. The acyclic and intermittent presence of water in any basin contributes to the extreme isolation of cladocerans dwelling in it (Frey, 1991). It is reported for the first time, the development of three accessory aesthetascs in the male instar II, and the male seta far from the tip of the antennula, so, in the functional adult there are twelve aesthetascs and a distal male seta. Similarly to

Celsinotum hypsilophum Frey, 1991 there is a short rounded projection near the male copulatory brush seta only in the instar II, with an unknown function. All the other specialized features for burrowing of the males are shared with the females. It was surprising that no parthenogenetic females carrying eggs were found, although the ehippial females carried one. We have no explanation to this phenomenon, because food seemed to be enough at the moment of collections as long as the digestive tracts were always full.

#### Ecological remarks

This species is possibly a true bottom-dweller, well characterized by a strong armature. A summary of the main physical and chemical conditions associated to the habitat of this cladoceran during collection is presented in Table 1. The site of the lagoon is from the Tertiary (CETENAL, 1980) and it is an endorreic basin, filled only in the rainy season. There are no strong predators as fishes or other vertebrates, and the system are characterized by a brown coloration, high pH, and concentrated dissolved ions (Table 1).

#### Type locality

Los Baños temporary lagoon, in the State of Mexico, near Atlacomulco town. Coordinates of the sampling site are 19°39'59" N; 99°51'15" W at 2507 m above sea level. The system dries out in late winter to be refilled by rains during the summer rainy season.

#### Etymology

From (lat.) spina, spine; (gr.) an, without; (gr.) ophthalmos, eye. The name emphasizes the strong spinulation of the antenna and postabdomen and the absence of compound eye and ocellus.

#### Acknowledgments

This work was supported by the Comisión Nacional Para el Estudio y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO H112) and by the Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM: PAPIIT IN209696). Elias-Gutiérrez also wish to thank to El Colegio de la Frontera Sur, particularly E. Suárez-Morales, for helping to make the final manuscript during a sabbatic visit. SEM was performed kindly by Armando Zepeda in the Departamento de Biología Celular y Tisular, Medicine Faculty from the Universidad Nacional Autónoma de México.

#### References

- Brancelj, A., 1990. Alona hercegovinae n. sp. (Cladocera, Chydoridae), a blind cave-inhabiting cladoceran from Herzegovina (Yugoslavia). *Hydrobiologia* 199: 7-16.
- Brancelj, A., 1992. Alona sketi sp. n. (Cladocera: Chydoridae), the second cave-inhabiting cladoceran from former Yugoslavia. *Hydrobiologia* 248: 105-114
- Dumont H.J. & A. Brancelj, 1994. Alona alsafadii n. sp. from Yemen, a primitive groundwater-dwelling member of the A. karua-group. *Hydrobiologia* 281: 57-64
- Dumont, H.J., 1995. The evolution of groundwater Cladocera. *Hydrobiologia* 307: 69-74.
- Frey, D.G., 1986. The non-cosmopolitanism of chydorid Cladocera: implications for biogeography and evolution. In R.H. Gore & K.L. Heck (eds), *Crustacean Biogeography*. Balkema, Rotterdam: 237-256
- Frey, D.G. 1991. A new genus of aloninae chydorid cladoceran from athalassic saline waters of New South Wales, Australia. *Hydrobiologia* 224: 11-48
- Haney, J. & D. Hall. 1973. Sugar-coated Daphnia: A preservation technique for Cladocera. *Limnol. Oceanogr.* 18: 331-333.

## List of Figures

Figs 1-6. Spinalona anophtalma n. gen. n. sp. Ehippial female, 1. Lateral view; 2. Antenna; 3. Postabdomen; 4. Close view of the needle-like stout setae of the first segment of antenal exopod; 5. Postabdominal claw; 6. Exopod of leg III.

Figs 7-11 Spinalona anophtalma n. gen. n. sp. Adult male, 7. Lateral view; 8. Male seta on antennula; 9. Ventral view of distal part of postabdomen and claws; 10. Headpores; 11. Antennules in ventral view; 12. Headpores and lateral pore of the female.

Figs 13-25 Spinalona anophtalma n. gen. n. sp. Parthenogenetic female, 13. Lateral view; 14. Posterior margin of the valves, showing the spinulation pattern; 15. Dorsal view of the headshield; 16. Close view of headpores; 17. Antennula, lateral view; 18. Antenna; 19. Detail on spinulation from the first and second exopodite segments of the antenna; 20. Labral keel; 21. Right trunk limb I, medial view; 22. Left trunk limb II, medial; 23. Lateral view of left trunk limb III, showing the exopodite with four setae (arrow); 24. Left trunk limb IV, medial; 25. Right trunk limb V, medial view.

Figs 26- 41 Spinalona anophtalma n. gen. n. sp. 26. Lateral view of postabdomen, parthenogenetic female; 27. Terminal claw of postabdomen, medial view; 28. Frontal view of parthenogenetic female; 29. Frontal view of ehippial female; 30. Lateral view, ehippial female; 31. Lateral view of instar II male; 32. AI of instar II male, lateral view; 33. AI of instar II male, tip; 34. Trunk limb I of instar II male; 35. Postabdomen of instar II male, lateral view; 36. Adult male, lateral view; 37. AI of adult male, lateral view; 38. Tip of AI, adult male; 39. Trunk limb I, adult male; 40.

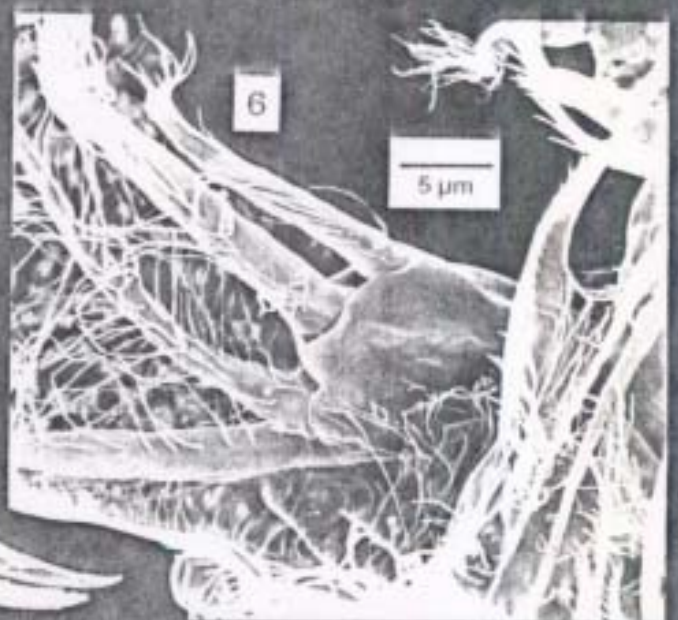
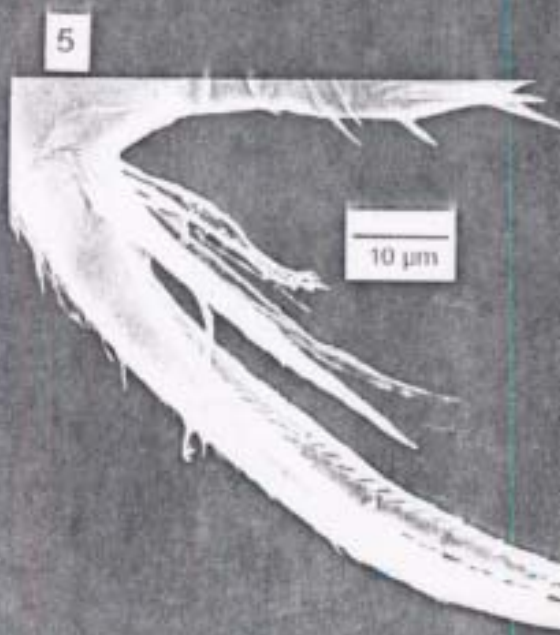
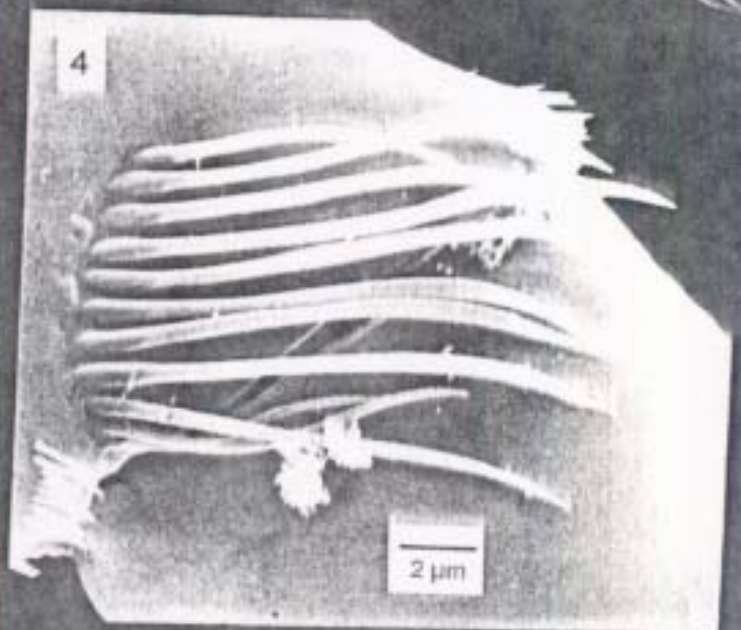
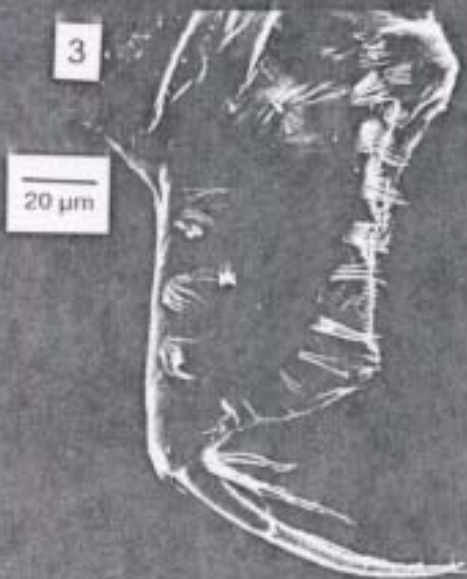
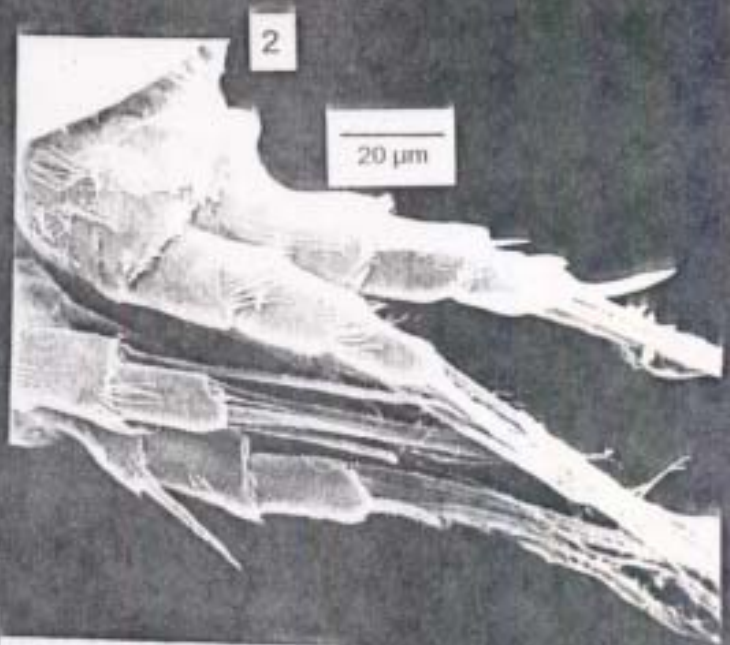
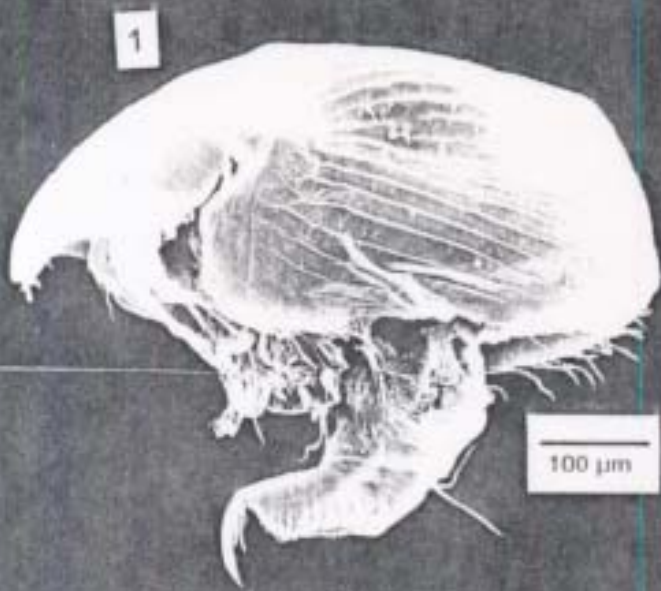
Tip of copulatory hook, adult male; 41. Lateral view of postabdomen of adult male.

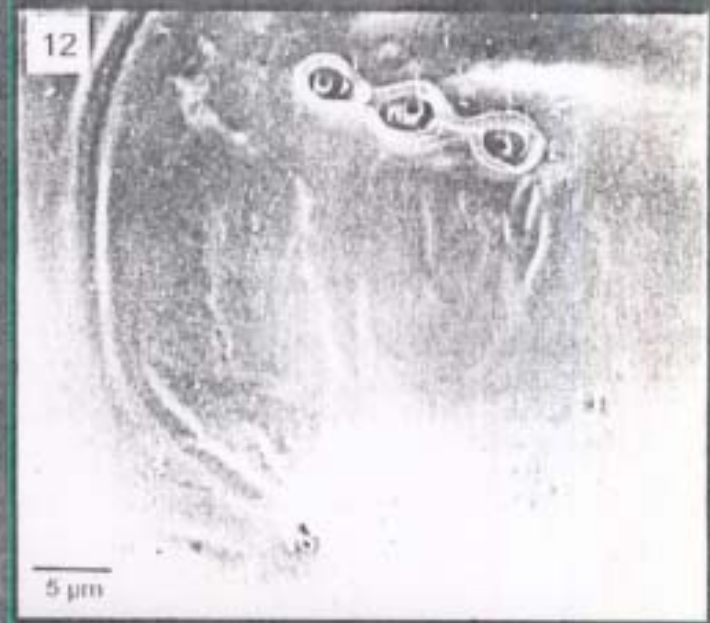
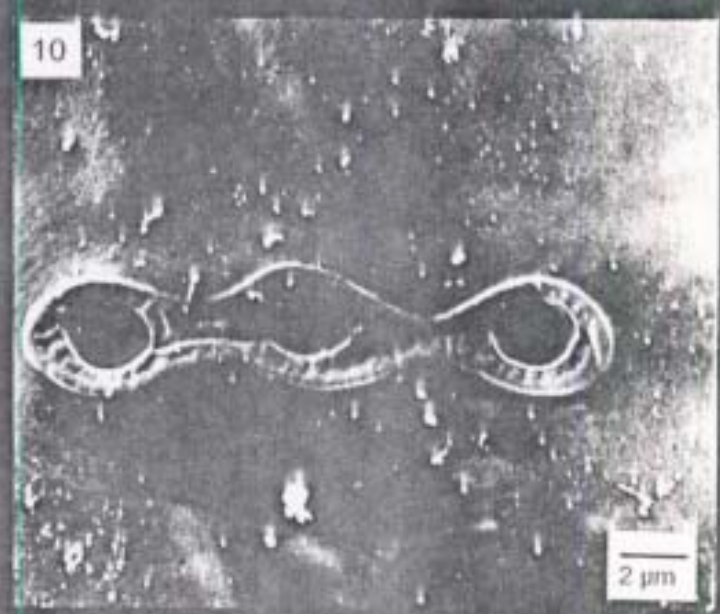
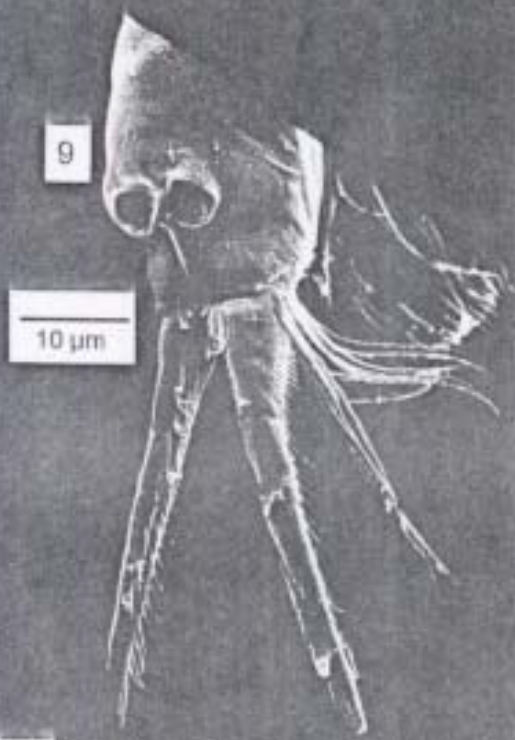
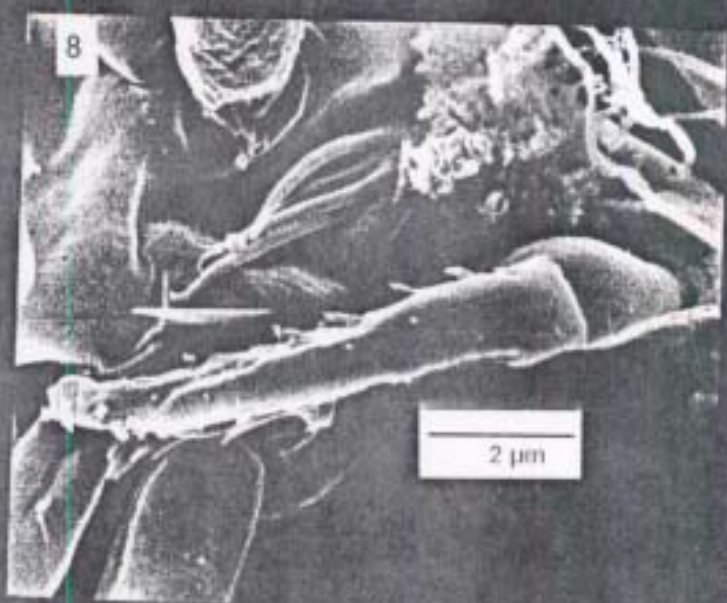
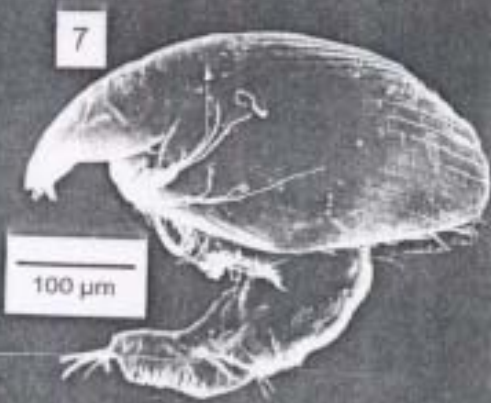


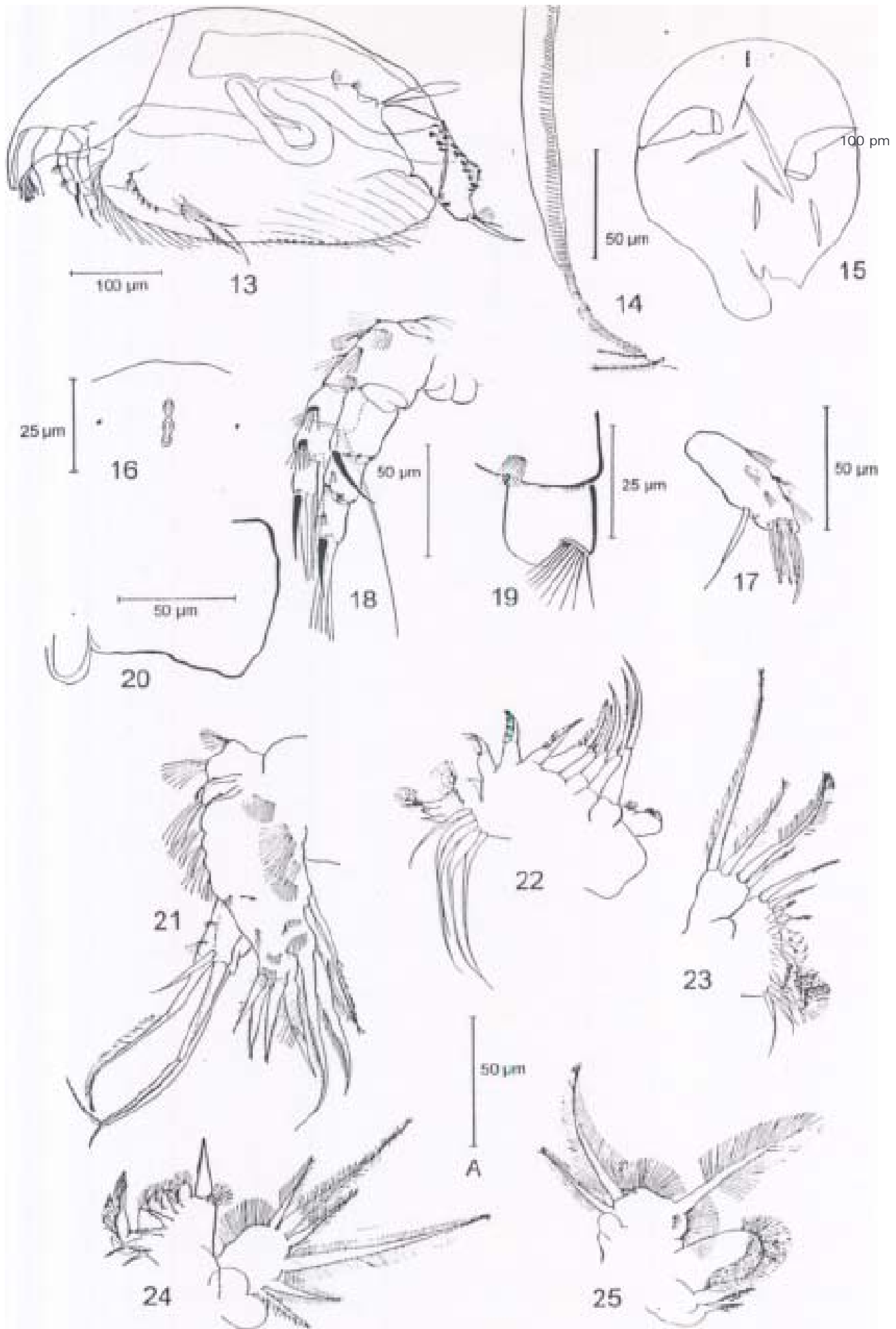
Table 1.- Main physical and chemical conditions during collections of  
Spinalona

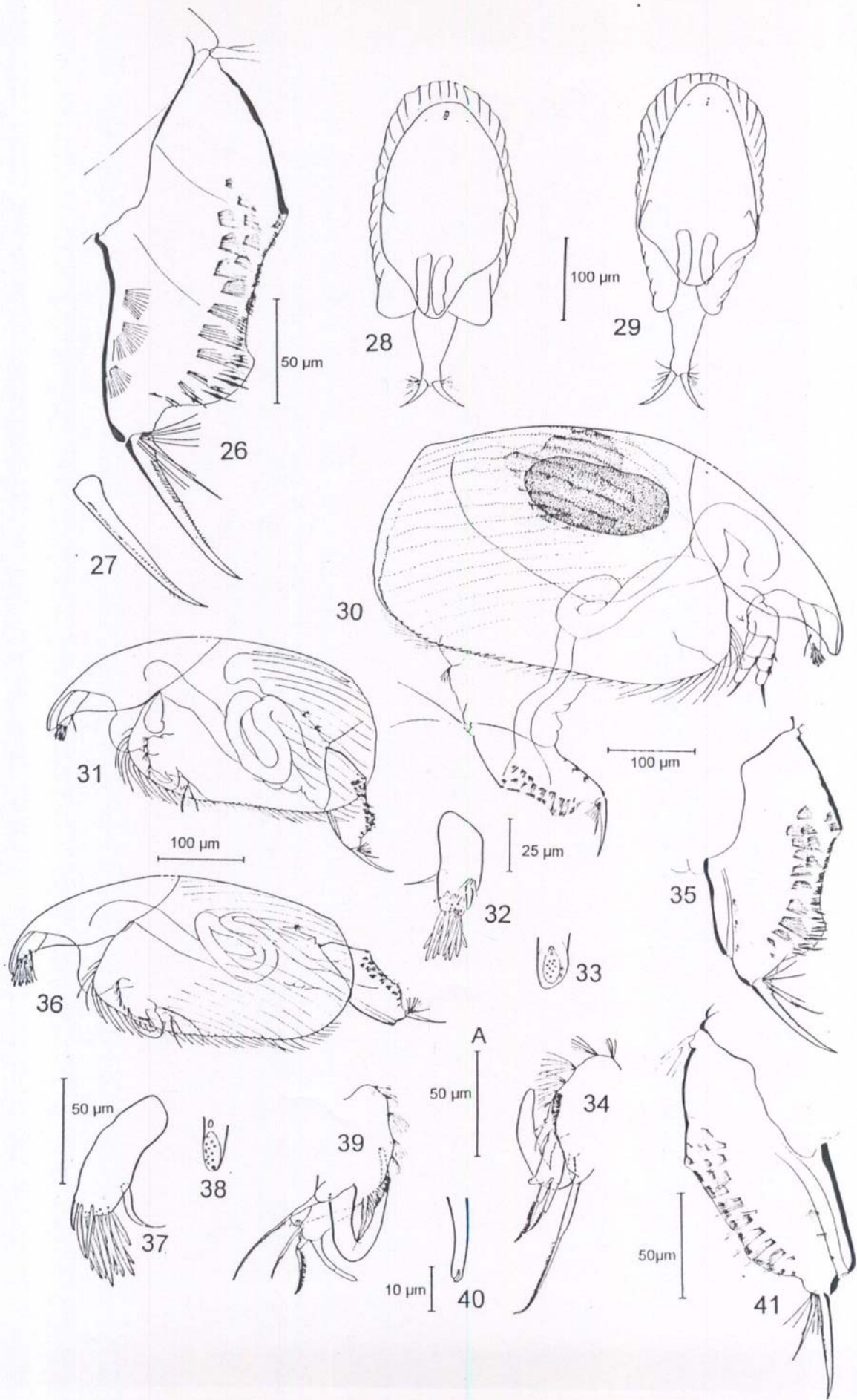
anophtalma

Temperature of water	25°C
Deep	0.09 m.
pH	9.70
Conductivity	6440 ta5μ
Dissolved Oxygen	2.0 mg/l
Alkalinity	3196 mg/l CaCO <sub>3</sub>
Hardness	141 mg/l CaCO <sub>3</sub>









## **ANEXO 5**

A checklist of the littoral cladocera from Mexico, with descriptions of five taxa recently recorded from the Neovolcanic Province

Revista: Hydrobiologia. Proceedings of the 4th International Symposium on Cladocera

Etapa en el proceso de publicación: Revisado or los árbitros y corregido

4<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
SYMPOSIUM ON  
CLADOCERA

Postojna (Slovenia) August 8-15, 1996

Elías Manuel GUTIERREZ  
Lab. de Zoología. UNAM Campus  
Iztacala AP 314, CP 54000.  
Los Reyes Iztacala,  
Tlalnepantla,  
Edo. de MEXICO

Ljubljana, 19 November 1996

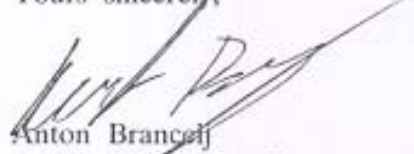
Dear Authors,

We received the referee reports concerning your manuscript SLOV08 entitled "Studies on littoral Cladocera (Anomopoda) from ....", that you submitted for publication in the Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Cladocera (Postojna, August 1996). Their remarks and suggestions are attached to this letter. We are pleased to note that both reviewers find your manuscript of interest for the proceedings, though they suggest some changes. We can therefore conditionally accept your paper for publication, provided that you revise your manuscript according to the suggestions of the referees. We ask you to pay specific attention to Ref. 2.

Please note that we would appreciate four copies of the revised manuscript as well as a version of the text on diskette (preferentially IBM formatted), using Word or WordPerfect as a word processor.

Please also note that your manuscript will now be checked again for language. It may thus be that you will be asked to make minor changes concerning language in the coming months.

Yours sincerely,



Anton Brancelj  
(editor in charge of your manuscript)

*Editors Addresses:*

Anton Brancelj  
National Institute of Biology  
Večna pot 111  
1000 Ljubljana  
Slovenia

tel.: +386 61 123 33 88

Luc De Meester  
Lab. Ecology and Aquaculture  
Katholieke Universiteit Leuven  
Naamsestraat 59  
3000 Leuven  
Belgium

+32 16 32 37 08

Piet Spaak  
Department of Limnology  
EAWAG / ETH  
Überlandstrasse 133  
8600 Dübendorf  
Switzerland

+41 1 832 5617

**A CHECKLIST OF THE LITTORAL CLADOCERA FROM MEXICO, WITH  
DESCRIPTIONS OF FIVE TAXA RECENTLY RECORDED FROM THE NEOVOLCANIC  
PROVINCE**

Elías Gutiérrez Manuel; Ciro Pérez Jorge; Gutiérrez Aguirre Martha and Cervantes  
Martínez Adrián.

Laboratorio de Zoología. UNAM Campus Iztacala AP 314, CP 54000. Los Reyes Iztacala,  
Tlalnepantla, Edo. de México, Mexico.



## Abstract

By 1996 an inventory of Mexican cladocera had recorded 48 species of which 22 belonged to Chydoridae, Macrothricidae and Ilyocryptidae. Unfortunately, most of the surveys were made before researchers knew that these crustaceans are not entirely cosmopolitan. For this reason and the lack of deposited type material, many of these records are doubtful and need detailed analyses. In this study, material from 18 water bodies located in the Neovolcanic Province of Mexico was analyzed and compared with the literature. Also, males of Camptocercus dadayi Stingelin and Leydigia leydigi (Schoedler) and the two new records Eurycercus longirostris Hann and Biapertura intermedia (Sars) were described. Half of the total number of species recorded are American endemic, representing a mixture of North and South American fauna suggesting that Mexico constitutes a transition between Nearctic and Neotropical zones.

## Introduction

Cladocerans of Mexico are little known, and no single work has been devoted to the study of the littoral fauna belonging to the Anomopoda. A summary of most cladoceran papers published from different regions is given in Table 1. Most of the surveys have been done in the pelagic zones of lakes and reservoirs where Macrothricids, Ilyocryptids and Chydorids are trapped only occasionally. By 1992, the inventory of these families recorded only 22 species. So the purpose of this review is to establish the current state of knowledge of these animals in Mexico.

## Study Area

Surveys were conducted in 18 systems including artificial reservoirs, puddles and natural lakes, located in the North (Panuco River Basin) and Central (Lerma River Basin) regions of the State of Mexico. All sampling sites are located between 98°37'-100°38' W and 18°22'- 20°17' N at more than 2000 m above sea level (Fig. 1).

## Material and Methods

Samples from each water body were collected by moving a conical mesh (50 µm pore size with a metal handle of 1.5 m long), through growths of macrophytes and over the substrates of the littoral zones. Each sample was preserved with 4% sugared-formalin. Sampling was carried out intermittently between 1993 and 1995. The animals were analyzed and dissected under a stereomicroscope and identified using a compound microscope. Standard literature (e.g. Smirnov, 1971; Smirnov, 1992) and comparison with original descriptions were used. Drawings were made with a camera lucida attached to a Nikon Labophot II compound microscope. The material was deposited in the Reference Collection at Laboratorio de Zoología Campus Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México).

## Results and discussion

An updated list of the littoral cladocera known from Mexico is given in Table 2. Total number of taxa is 48. The probable occurrence of about 15% of these taxa in Mexican waters is remote according to the standard literature. Therefore, they need a revision to establish their identity and affinities with con specific taxa . For example, Dunhevedia setigera is recorded in two old sources. One of them was based in a single specimen (Rioja, 1940) and no material is available, and actually it is considered a synonymy of D. crassa King, 1853 (Smirnov, 1971). Kurzia longirostris (Daday, 1898) was recorded by Van de Velde et al (1978) and there is no material available to check its status. The occurrence of this taxon in America is unlikely if the non-cosmopolitanism idea of Frey (1995) is taken in account. Also, about 51 % of the taxa from Mexico should be reconfirmed by revision of the extensive samples and comparison of the material.

Table 3 shows results of all the species recorded on this survey. From these, five interesting taxa were found. They are described and discussed below:

### Ilyocryptus sp. (Figs. 2-8).

Material examined: 35 parthenogenetic females from Laguna El Sol collected on June 4, 1994.

Length: 0.56-0.72 mm. Body subquadrangular with prominent postero-ventral corner. Granulate valve surface. Posterior margin almost straight. Incomplete molting with 5 to 7 previous carapaces (Fig. 2). Ventral setae feathered and posterior ones bifurcated (Figs. 6-7). First antenna bisegmented and short, distal segment with 4 rows of spines surrounding it. Second antenna robust, with spines 0-1-0-116-0-1 and setae 0-0-0-311-1-3. Seta from the second segment of the endopod with long and thin setules on the proximal segment (Fig. 5). Postabdomen large, with the ventral margin almost straight and armed with some distal spinules. Dorsal margin curved, one lobe, with strong and long marginal spines diminishing in length proximally. Lateral spines followed by a row of small spinules. Anus opening in the

distal region of postabdomen, between the first and fifth marginal spines. Postabdominal claw slightly curved, the concave margin with two long basal spines, subequal in length, and a row of three groups of very small setules. The convex margin with a proximal spine, about the half of length of the basal spines.

On the basis of these features, this taxon resembles *I. gouldeni* Williams, 1978, but after a detailed analysis, it was found to differ only in the ornamentation of the natatoria setae of the antenna, the spines on the basipod, the absence of special spinulation surrounding the anal aperture, the claw and its armature and the armature of the posterior region of shell. However, if we consider the position of the anus and associated spinulation (Stiffer, 1991), this taxon could be related to the *I. acutifrons* species-complex.

*Eurycercus longirostris* Hann, 1982 (Figs. 9-13)

Material examined: 15 juvenile females from Ignacio Ramirez reservoir collected on February 26, 1994.

Total length from 9.64 to 0.94 mm. The maximum height is 55 to 65% of the total length. Dorsal margin smooth, without keel. Head pore large (about 25  $\mu\text{m}$ ) and located on a bulb-like projection. Ventral margin almost straight, with about 100 short and plumosae setae. Posterior margin of the valve with short setules. Shell with no noticeable ornamentation. Rostrum long and attenuated. Total cephalic length 379-499  $\mu\text{m}$ . Postabdomen with a row of 76-86 marginal teeth, about 215 to 310  $\mu\text{m}$  in length. Postabdominal claw with two basal spines, concave margin armed with 21 to 31 teeth. Total length of claw 45-90  $\mu\text{m}$ . Inner distal lobe (IDL) of trunklimb I with 3 clasping hooks, the middle one strongly chitinized and fused with the IDL. The setules of this lobe are fused in the distal region forming a type of cutting membrane as described by Hann (1982); median surface of IDL carrying 4 groups of clasping setules, the distal and proximal groups with 3-5 members, the marginal group with 2-3 and the basal group with 5-7. On the second trunk limb, the teeth on the scratching setae are sharply

pointed. The gnatobase has three terminal setae, the middle one short, wide and armed with 6 denticles; the two lateral ones are larger and feathered distally. Adjacent to these setae, there is a short, stout spine narrowing distally.

E. (Bullatifrons) longirostris has been only previously recorded in eastern USA (Hann, 1982). Although only juveniles were found in this survey, the original description took the whole ontogeny of the species into account. All the characters of these juveniles match with this description. The only species of this genus recorded near Mexico City by Juday (1915) was E. (Eurycercus) lamellatus, a taxon geographically restricted to Europe (Frey, 1975). So, we suspect that Juday's specimens could be the species described here.

Camptocercus dadayi Stingelin, 1913 (Figs. 14-18).

Material examined: 10 males, 4 parthenogenetic females and 10 ephippial females from km 44 Toluca-Atlacomulco highway collected on January 28 and July 7, 1994

Male: Total length: 0.50-0.55 mm. Body elongated but smaller in comparison with parthenogenetic female. Ventral margin slightly convex or almost straight, with 60-70 feathered setae followed by a row of small submarginal setae running from the distal third to the posterior margin. Valves with parallel grooves or furrows on dorsal and ventral areas. Rostrum truncated and wide. First antenna long, with a sensory seta inserted near the middle, and with an accessory, long subapical seta. Postabdomen long (about 50% of total body length), narrowing distally. Postanal region long (postanal length/maximum height: 3.5), with 14-15 groups of marginal setae, each with 5 to 9 members; distal group of 3 small setules. Eleven lateral fascicles of setae, similar in arrangement to the marginal ones. First trunk limb with a copulatory hook bearing two small crescentic ridges near the tip. Genital pore opening in a ventral notch, close to the distal portion of postabdomen. Claw with 10 denticles on the concave margin, diminishing in length proximally, followed distally by a row of fine setules. Basal spine on claw serrated on both sides, but one of them or the two can be smooth also.

Parthenogenetic females were previously recorded and re-described by Ciro-Pérez &

Elias-Gutiérrez (1996) from an adjacent site to the pond surveyed in this study.

Ephippial female: Total length of 0.76 mm. Ephippium elongated, length is almost twice width. With longitudinal and parallel grooves, deeper on the dorsal region.

This species was first described from South America as *C. australis dadayi* Stingelin, 1913. On the basis of two parthenogenetic females Smirnov (1971) considered it a variety of *C. lilljeborgi*, also with a South American distribution. Finally Rey & Vasquez (1986) placed it as a true species and re-described the parthenogenetic female. Males were unknown until this description.

Leydigia leydigi (Schödler, 1862) (Figs. 19-22).

Material examined: 20 males and 20 ephippial females from Laguna Los Baños collected on January 28, 1994.

Male: Total length 0.45-0.55 mm. General shape of body similar to that of parthenogenetic female. Posterodorsal corner almost at level of maximum body height. Inner distal lobe of trunk limb 1 with 3 setae subequal in length. Distal seta hook-like, stronger than the others. Copulatory hook long and robust with 3 crescentic ridges near the tip. Male seta with an enlarged base and tapering distally. Postabdomen with a projection between claws resembling a penis, the vas deferens flows through it.

Smirnov (1971), pointed out that *L. leydigi* is holarctic and tropical in distribution, with records in North and South America. The first record of the species in Mexico was from a nearby reservoir (Elias, 1995; 1996), but only parthenogenetic females were described.

Biapertura intermedia (Says, 1862) (Figs. 23-29).

Material examined: Numerous parthenogenetic females from lake El Sol collected on June 4, 1994.

Total length from 0.48 to 0.5 mm. Body oval with rounded posterior margin. Maximum height is 65 -72% of total length. Ventral margin with 40 to 45 feathered setae, the first 5 to 6 longer than the remaining ones. Posterior margin of the head shield rounded with two main

pores connected with a channel. Labral keel large and smooth, with a pointed apex, Antennule with nine aesthetascs and a sensory seta arising from the distal third..

Postabdomen rounded widening distally; ventral side strongly chitinized, slightly convex, with three groups of minute denticles; preanal region somewhat longer than the postanal; marginal spines relatively small. Lateral surface with about 15 lateral fascicles, with the distalmost one or two projecting beyond the postabdominal margin. Claw with setules on concave side; basal spine 1/4 length of the claw with a group of basal spinules decreasing in size proximally. Inner distal lobe with three setae, two of them similar in length and distally setulated, the remaining one short and hook-like. Exopod with a bisegmented seta, setulated on one side of the distal margin.

This species has been found in South America (Sars, 1901) and North America (Smirnov, 1971), and is reported for the first time in Mexico.

#### Conclusions

There is a need to increase studies on littoral Cladocera from Mexico. Almost half of the already known records require re-confirmation based on detailed analyses of large gamogenetic populations (with parthenogenetic, sexual females and males in all possible developmental stages). This study shows that the Mexican cladoceran fauna is a mixture of North American and South American taxa which emphasizes the transitional biogeographical location of the country. Descriptions of males, with clear specific characters, are described for the first time in the fauna of this region.

#### Acknowledgments

To Comisión Nacional para el Estudio y Conocimiento de la Biodiversidad en México (CONABIO) for partially supporting this study (Grant H-112).

## References

- Brehm, V., 1955. Mexikanische Entomotraken Öster Zoo!. Zeitschr 6:412-420.
- Ciros-Pérez, J. & M. Elías-Gutiérrez., 1996. Nuevos registros de Cladoceros (Crustacea: Anomopoda) en México. Rev. Biol. Trop. 44: 297-304.
- Ciros-Pérez, J., M. Silva-Briano & M. Elías-Gutiérrez., 1996. A new species of Macrothrix (Anomopoda: Macrothricidae) from Central Mexico. Hydrobiologia 319: 159-166.
- Chacón TA, M.R. Pérez & I.E. Musquiz., 1991. Biología Acuática 1. Síntesis Limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Univ. Mich. San Nicolás de Hidalgo , México: 23-26.
- Dodson, S.I. & M. Silva-Briano. 1996. Crustacean zooplankton richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. Hydrobiologia 325: 163-172.
- Elías-Gutiérrez, M., 1995. Notas sobre los Cladoceros de embalses a gran altitud en el Estado de México, México. An. Esc. Cienc. Biol., Méx. 40: 184-197.
- Elías-Gutiérrez, M., 1996. Taxonomía y algunos aspectos ambientales de los grupos Ctenopoda y Anomopoda (antes Cladocera en parte) de la provincia Neovolcanense, Subprovincia Meridional de la República Mexicana. Tesis Doctoral (in spanish). Instituto Politécnico Nacional. México 185 pp.
- Frey, D. G., 1975. Subgeneric differentiation within Eurycercus (Cladocera, Chydoridae) and a new species from northern Sweden. Hydrobiologia 46: 263-300.
- Frey, D. G., 1995. Changing attitudes toward chydorid anomopods since 1769. Hydrobiologia 307: 43-55
- Hann, B.J., 1982. Two new species of Eurycercus (Bullatifrons) from Eastern North America. (Chydoridae, Cladocera) Taxonomy, Ontogeny and Biology. int. Revue. ges. Hydrobiol. 67: 585-610.
- Juday, C., 1915. Limnological studies on some lakes in Central America. Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett. 18: 214-250.



- Osorio-Tafall B.F.; 1943. Observaciones sobre la fauna acuática de las cuevas de la región de Valles, San Luis Potosí (México). Rev. Soc. mex. Hist. nat. IV: 43-71.
- Rey, J & E. Vásquez, 1986. Note Taxonomique sur Camptocercus dadayi Stingelin, 1913, comb. nov. (Crustacea, Cladocera). Ann. Limnol. 22: 177-180.
- Rioja, E., 1940. Notas acerca de las crustáceos del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. Mex. 11: 469-475.
- Rioja, E., 1942. Observaciones del Plancton de San Felipe Xochiltepec, Puebla, México. Anal Inst. Biol. Mex. 23: 503-526.
- Rodríguez-Almaraz, G & A. Leija-Tristan, 1995. Cladocerans (Branchiopoda: Anomopoda; Ctenopoda) of the Nuevo Leon State. México. S. West Nat. 40: 322-350.
- Sars, G.O. 1862. Fortsatte sit Foredrag over de af ham i Omegnen af Christiania iagttagne Crustacea. Forh. Vidensk. Selsk, Christiania, 1861: 250-302
- Sars, G.O., 1901. Contribution to the knowledge of the Freshwater Entomostraca of South America. Part I. Cladocera. Arch. Math. Naturv. 23: 1-102.
- Schödler, J.E. 1862. Die Lynceiden and Polyphemiden der Umgegend von Berlin. Jahresber. Doroth. Realsch., 1-2: 1-26
- Smirnov, N. N., 1971. Chydoridae of the World fauna. Fauna of the USSR. Crustacea. 1(2). New Series No. 101. Leningrad 531 pp (in russian). (English Trans!. A. Mercado. Israel Prog. Sol. Trans. Jerusalem. 1974), 643 pp.
- Smirnov, N. N., 1992. The Macrothricidae of the World. Guides to the identification of the microinvertebrates of the Continental waters of the World 1. SPB Acad. Pub. The Hague, 143 pp.
- Stiffer, P. 1991. A review of the genus Ilyocryptus (Crustacea: Anomopoda) from Europe. Hydrobiologia 225: 1-8.
- Stingelin, T., 1913. Cladoceren aus den Gebirge von Kolumbien. Mem.Soc. Neuch. Sci. Nat. 5: 600-638.

- Suárez-Morales, E., L. Segura & M. Fernández, 1986. Diversidad y abundancia del zooplancton en la Laguna de Catemaco, Veracruz durante un ciclo anual. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. México, 13: 313-316.
- Suárez-Morales, E & M. Elías-Gutiérrez, 1992. Cladóceros (Crustacea: Branchiopoda) de la reserva de la biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo y Zonas adyacentes. In Navarro, D. & E. Suárez-Morales (eds\_), Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Vol II CIQRO/SEDESOL, México:145-154.
- Suárez-Morales, E, A. Vázquez-Mazy & E. Solís, 1993. On the Zooplankton community of a Mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. Hidrobiológica. 3: 71-80.
- Uéno, M., 1939. Zooplancton of Lago de Pátzcuaro, México. Annot. Zool. Japon. 18:105-114.
- Van de Velde, I. H. Dumont & P. Grootaert, 1978. Report on a collection of Cladocera from Mexico and Guatemala. Arch. Hydrobiol. 83: 391 - 404.
- Williams, L., 1978. Ilyocryptus gouldeni, a new species of water flea, and the first American record of I. agilis Kurz (Crustacea: Cladocera: Macrothricidae). Proc. biol. Soc. Wash. 91: 666-680.
- Wilson, C. B., 1936. Copepods from the cenotes and caves of Yucatán Peninsula with notes on cladocerans. In: A. S. Pearce, E. P. Creaser & F. G. Hall (eds.), The cenotes of Yucatan, a zoological and hidrografic survey. Carnegie Inst. Wash. Publ.: 77-88

## Figure captions

Figure 1. Location of sampling sites in the State of Mexico. PRB=Panuco River Basin. LRB= Lerma River Basin. BRB= Balsas River Basin. Scale bar applies to large reservoirs Taxhimay, Macua, La Goleta, Los Baños, Ignacio Ramírez, Villa Victoria, La Gavia, José A. Alzate. Remaining systems are not at scale. State of Mexico is at 1: 1, 666 000 scale.

Figures 2-8 Ilyocryptus sp. parthenogenetic female. 2. Habit, lateral view; 3. Antenna 4. Natatorial seta from second segment of the exopod; 5. Natatorial seta of the first segment of the exopod; 6. Setae from posterior margin of the valve; 7. Setae from the ventral margin of the valve; 8. postabdomen, lateral view.

Figures 9-13 Eurycercus longirostris, female. 9. Habit, lateral view; 10. Head pore; 11. Trunk limb I, inner distal lobe (IDL); 12. Part of Trunk limb II; 13. Postabdomen, lateral view.

Figures 14-18 Camptocercus dadayi, male and ephippium. 14. Habit, lateral view; 15. Antennule, lateral view; 16. Postabdomen, lateral view; 17. Part of trunk limb I; 18. Ephippium.

Figures 19-22 Leydigia leydigi, male. 19. Habit, lateral view; 20. Labral plate; 21. Part of trunk limb I, IDL and ODL; 22. Distal part of postabdomen and claw, lateral view.

Figures 23-29 Biapertura intermedia parthenogenetic female. 23. Habit, lateral view; 24. Head shield, dorsal view; 25. Head pores; 26. Antennula, lateral view; 27. Labrum; 28. Part of trunk limb I, IDL and ODL; 29. Postabdomen, lateral view.

Table 1. Published data on mexican cladocera, 1915-1996. The number into parenthesis corresponds to littoral cladocerans.

<b>LOCALITIES</b>	<b>Number of species</b>	<b>Source</b>
1. 3 Localities near to México City	14 (10)	Juday, 1915
2. Some cenotes of Peninsula de Yucatán	10 (1)	Wilson, 1936
3. Lake of Pátzcuaro, Michoacán	4 (1)	Uéno, 1939
4. Lake of Pátzcuaro	9 (3)	Rioja, 1940
5. San Felipe Xochiltepec Lake, Puebla	7 (3)	Rioja 1942
6. Valles, San Luis Potosí	2 (1)	Osorio, 1943
7. 10 Localities in several places	7 (0)	Brehm, 1955
8. 6 Localities in Southeast México	25 (11)	Van de Velde <i>et al.</i> , 1978
9. Catemaco lake	2 (1)	Suárez-M. <i>et al.</i> , 1986
10. Pátzcuaro lake	6 (1)	Chacón <i>et al.</i> , 1991
11. Reserve of Sian Ka'an	12 (2)	Suárez-M. & Elías-G., 1992
12. J. A. Alzate Dam, Mexico	6(1)	Suárez-M., Vázquez-M. & Solís-M., 1993
13. 13 Reservoirs in State of Mexico	28(11)	Elías-G., 1995
14. 17 Localities in North Mexico	26(12)	Rodriguez-A. & Leija-T., 1995
15. Several localities in State of Mexico and Aguascalientes.	1 (1)	Ciros-P., Silva-B. & Elías-G., 1996
16. 10 Localities in State of Mexico	16(10)	Giros & Elías, 1996
17. 19 Reservoirs and ponds in State of Aguascalientes	31(9)	Dodson & Silva-Briano, 1996

Table 2. Littoral species known from Mexico until 1996. x= well documented species (good descriptions and deposited material available); ?= uncertain species (needs revision, lack of abundant deposited material) and 0= species difficult to find in Mexico (needs revision, no material available, according with literature geographical distribution

restricted to other regions). \* = found in State of Mexico. Source is according to Table 1.

Taxa	Source	Taxonomic Status
Family Macrothricidae		
<i>Macrothrix hirsuficomis</i> Norman & Brady, 1867	14	?
* <i>M. laticornis</i> (Fischer, 1851)	7,13,14, 17	0
* <i>M. mexicanus</i> Ciro, Silva & Elías, 1996	15,13, 17	x
<i>M. rosea</i> (Jurine, 1820)	1,14,11	?
* <i>M. triserialis</i> (Brady, 1866)	16	?
* <i>Macrothrix</i> n. sp. Ciro & Elías 1996		?
Family Ilyocryptidae		
* <i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878	13	?
* <i>I. spinifer</i> (Brady, 1886)	1,8,14	X
Family Chydoridae		
<i>Pleuroxus</i> sp.	17	?
* <i>Pleuroxus denticulatus</i> Birge, 1879	1,8	X
<i>P. aduncus</i> (Jurine, 1820)	13	?
* <i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)	16	X
* <i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)	13	X
* <i>Alonella hamata</i> (Birge, 1879)	14, 16, 17	X
* <i>Chydorus brevilabris</i> Frey, 1980	16	X
* <i>C. cf eurynotus</i>	16	?
<i>C. eurynotus</i> Sars, 1901	8	?
<i>C. sphaericus</i> O.F. Müller, 1785	1,4,5,8,10,14	0
<i>C. cf sphaericus</i>	13	?
<i>Chydorus</i> . sp.	14, 17	?
* <i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1893)	1, 17	X
* <i>Ephemeroporus acanthodes</i> Frey, 1982	16	X
* <i>E. hybridus</i> Daday 1905	16	X
<i>Dunhevedia crassa</i> King, 1853	17	X
<i>Dunhevedia setigera</i> King, 1853	1,4	0
<i>Alona circumfimbriata</i> Megard, 1967	14	?
* <i>A. cf rectangula</i>	13	?
<i>A. costata</i> Sars. 1901	1,4,5	?
* <i>A. diaphana</i> King, 1853	8	X
<i>A. eximia</i> Kiser, 1948	8	?
<i>A. guttata</i> Sars, 1872	8	?

<i>A. monocantha</i> Sars, 1901	8	?
<i>Alona</i> sp.	6, 17	?
* <i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860)	16	X
* <i>B. cf. pseudoverrucosa</i>	13	0
<i>B. karua</i> (King, 1853)	14	?
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars, 1862)	2,11	?
* <i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	13	?
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1785)	1	0
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	8	?
* <i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913	16	X
* <i>C. cf. rectirostris</i>	13	0
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1848)	1	?
* <i>Leydigia acanthocercoides</i> (Schoedler, 1862)	16,14	X
* <i>L. leydigi</i> (Schoedler, 1862)	13	X
<i>L. quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785)	14	?
* <i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1874)	1,14, 17	X
<i>K. longirostris</i> (Daday, 1898)	8	0



## ANEXO 6

Redescription of *Microdiaptomus cokeri* Osorio-Tafall, 1941 (Copepods, Diaptomidae) from caves in Central Mexico, with the proposal of a new diaptomid subfamily

Revista: Proceedings of the Washington Biological Society

Etapas en proceso de publicación: Sometido a arbitraje.



Send Proof to:  
Manuel Elías-Gutiérrez/Eduardo Suárez-Morales  
El Colegio de la Frontera Sur  
Km 2 Zona Industrial 2  
Chetumal, 77000  
Quintana Roo, Mexico  
Phone + 52 983 21666  
FAX + 52 983 20447  
Email: eliasgm@servidor.unam.mx / esuarez@xaway.cigro.conacyt.mx

Redescription of Microdiaptomus cokeri Osorio-Tafall, 1941  
(Copepoda, Diaptomidae) from caves in central Mexico, with the  
proposal of a new diaptomid subfamily

M. Elías-Gutiérrez and E. Suárez-Morales\*

Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala. Av. de los Barrios s/n. Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Edo. de México 54000, México \* El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Chetumal A.P. 424. Chetumal, Quintana Roo 77000. México

Abstract.-- Microdiaptomus cokeri, the only true troglobitic copepod known from Mexico, is here redescribed on the basis of new material, collected 'from the original type locality, the Cueva Chica cave, state of San Luis Potosí, Mexico. Main morphological features of M. cokeri are: male right antennule not modified on segments 15 to 19, female fifth leg with reduced third exopodal segment, and the absence of pigmentation and eyes. This species shows a unique combination of features not present in any other subfamily of Diaptomidae, such as legs 1-4 with two-segmented exopods, one-segmented endopods, and one seta on the inner margin of the first exopodal segment of legs 1-4, among other characters. Therefore, the creation of the new subfamily Microdiaptominae,

seems appropriate. Because of the limited distribution of this taxon in an hydrographic system related to a highly polluted basin, we propose to include M. cokeri in the list of threatened species of freshwater Copepoda.

---

The aquatic fauna of Mexican caves has been surveyed for decades, and some checklists are available (Reddell & Mitchell, 1971; Reddell, 1977); however, several groups remain practically unknown. Particularly, the troglobitic copepod fauna of Mexico needs revision, since several of the earlier identifications of these crustaceans seem to be inaccurate (Reid, 1990; Suarez et al., 1996).

The troglobitic copepod genus Microdiaptomus was originally described as a subgenus of Diaptomus by Osorio-Tafall (1942), from specimens collected at caves located in the area of Sierra de El Abra, state of San Luis Potosi, central Mexico. The genus can be separated from all other diaptomid by several features, but mainly by a female fifth leg without a third exopodal segment, a short aculeus of the second exopod of right male fifth legs, and by the presence of two distinct pads on the second exopodal segment of the male left fifth leg (Osorio-Tafall, 1942; Dussart & Defaye, 1995). The type species (by monotypy) of this genus is Microdiaptomus cokeri, which measuring around 0.7 mm, is one of the smallest diaptomids known.

This species has been collected exclusively in caves along the Sierra de El Abra mountain system (Cueva Chica, Cueva de los Sabinos, Sótano de Montecillos), San Luis Potosí, Mexico. The type locality (Cueva Chica) has not been sampled for its planktonic fauna since 1940 (Osorio-Tafall, 1943; Reddell & Mitchell, 1971). The original type material was deposited in the collection of the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas of the Mexican Instituto Politécnico Nacional, but was lost decades ago. Since this loss, specimens of M. cokeri were not available until late 1995, when Dr. Janet W. Reid identified this species from material collected by Dr. Thomas M. Iliffe (May, 1991) at Sótano de Montecillos, a non-type locality (USNM-264171). A recent survey of the type locality yielded several adult male and female specimens of Microdiaptomus cokeri. In this work the species is redescribed based on this new material. Additional morphological data, such as descriptions of mouthparts and thoracic legs, are also provided. Methods.--

Specimens of Microdiaptomus cokeri were collected during a zooplankton survey carried out in February 28, 1996 at Cueva Chica cave, state of San Luis Potosi, Mexico. Samples were collected using a plankton net with a 0.05 mm-sized mesh. The material was fixed in a 4% buffered formalin solution. Copepods were sorted from the entire sample and preserved in 70% ethanol with a drop of glycerin. Male and female specimens of Microdiaptomus cokeri were sorted from the samples under a stereomicroscope and then processed for examination. Descriptions were made based on observations of

whole and dissected specimens mounted in glycerin. Drawings were made with the aid of a camera lucida. . Descriptions of males and females were partially based on Scanlin & Reid (1994) work. A "t" student analysis was performed to detect length differences in both, males and females from the two surveyed localities.

Material examined.-- Cueva Chica: 2 adult males, 1 adult female deposited in the National Museum of Natural History at Washington, D.C., under catalog number USNM-000000; 8 adult males, 3 adult females deposited in the Zooplankton Reference Collection of UNAM, Campus Iztacala, Mexico, under catalog number XXXXX. One male and one female deposited in the Zooplankton Collection of El Colegio de la Frontera Sur, under number XXXX.

Sótano de Montecillos: 3 adult males, 3 adult females deposited at the Museum National d' Histoire Naturelle (Paris), under catalog numbers MNHN-Cp1131 and MNHN-Cp1132, respectively. Additional material at El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) and Zooplankton Reference Collection at UNAM, Campus Iztacala, México.

Family Diaptomidae G.O. Sars, 1903

Microdiaptominae, new subfamily

Diagnosis.-- Legs 1-4 with 2-segmented exopods, 1-segmented endopods, and a well-developed seta on inner margin of the first segment of exopod. One outer spine only in Expl of P1 and all Exp2. Endopod are 1-segmented in P5 of both, males and females.

Remarks.- The tendency for reduction of the segments in legs 1-3 has been described also for Speodiaptomus birsteini Borutsky,

1962 another troglobitic calanoid which is the type species of the subfamily Speodiaptominae, with a segmentation of. P1-P4 as shown in Table 1. The particular segmentation pattern of legs 1-4 showed by *M. cokeri* is shared only with *Troglodiptomus sketi* Petkovski, 1978, another hypogean member of Speodiaptominae (Dussart & Defaye, 1995), with which also has similarities in the male right antennula. The particular features of *M. cokeri*, not only in segmentation of legs but on their setation pattern and on the structure of male and female P5, diverge from the two members of Speodiaptominae (Table 1), and with the diagnosis of the Subfamily. These differences seem to be enough evidence to separate a new subfamily. Former allocation of this taxon in Diaptominae (Dussart & Defaye, 1995) was based on the structure of male and female P5, but it was supported only by the old original description, which lacks description of leg segmentation or setation patterns.

*Microdiaptomus cokeri* Osorio-Tafall, 1941

Figs 1--19

Description.-- Male. Mean body length of Cueva Chica specimens: 0.723mm; range = 0.690 -- 0.740 mm. Sótano de Montecillos, mean: 0.752 nun; range 0.700 - 0.790 mm. Body slender , with a typical diaptomid shape (Fig. 1). Eyes or eye-related structures absent or quite reduced, body unpigmented. Rostral filaments absent, rostrum represented by two rounded, heavily chitinized projections (Fig.1) Pediger 4 slightly wider than pediger 5, which tapers posteriorly. Pediger 5 (sixth thoracic somite) asymmetrical, right side with

rounded process reaching half length of first urosomite (Fig. 1), without dorsal ornamentation. Urosome {Fig. I} symmetrical, five-segmented, relative lengths of urosomal somites being: 26.6:21.6:16.8:15:20=100. Urosomite 1 (genital somite) asymmetrical, posterior half of left lateral margin slightly protuberant. Dorsal surface of urosomites unornamented, posterior margins smooth. Caudal rami as described for the female. Inner and outer margins of caudal rami naked.

Antennules relatively shorter than in female, last antennular segment almost reaching anterior margin of caudal rami. Right antennule 22-segmented (Fig. 15), with one large seta on segment 7; segment 8 with two short subequal spines; 9 with one long seta plus one spine; 10-13 each with one short and one long spine; 14 with one long setae and one spine; segment 15 with one long and one short spine; 16 with three setae; 17 with one spiniform seta; 20 with three setae, penultimate segment with one long seta; last segment with three terminal setae. Setation of left antennule as in female. Antennae and mouthparts as in female.

Left leg 5 (Fig. 11) reaching proximal 3/5 of inner margin of right second exopodal segment. Coxa with small rounded process tipped with short sensillum near outer anterodistal margin. Basis with short lateral seta on outer margin. First exopodal segment almost as long as segment 2, in some specimens with short hairs on distal portion of inner margin. Second exopodal segment ending in acute distal process with a stout, smooth subterminal spiniform structure. Inner margin of exopod 2 with several rows of 8-10 small

vesicle-like structures each, along distal half of inner margin. Endopod reaching 1/3 of exopod 2, one-segmented, asymmetrical, narrowing abruptly at distal 1/3. Tip of endopod with short hairs. Right leg (Fig. 11): Coxa with small rounded process on lateral margin tipped with short. Basis larger than that of the left leg; basis 1.2 times as long as succeeding first exopodal segment. Outer margin of exopod 1 almost straight, inner margin smooth. Exopod 2 slightly less than 1.7 times the length of exopod 1. Lateral spine borne at distal 2/3 of segment slightly curved, about half as thick as endopod, almost 0.7 the length of exopod 2, and about the same length as exopod 1, almost straight, naked, distal end acute. Terminal claw relatively slender, curved, tapering gradually from enlarged base, about 1.4 times longer than exopod. I and 2 combined, inner margin smooth. Right endopod reaching about 1/3 beyond distal margin of first exopodal segment, endopod tapering to a rounded end; with terminal group of tiny hairs.

Female. Cueva Chica, mean length 0.723 mm; range= 0.640 - 0.780 mm. Sótano de Montecillos, mean 0.814 mm; range 0.140 - 0.890 mm. Prosome relatively wide, symmetrical, first thoracic somite separated from cephalic area (Fig. 2). Pedigers 4 and 5 separated, pediger 5 with rounded posterolateral margins, smooth. Urosome with three somites, relative lengths of each being:

61.5:13.4:25.1=100. Genital double somite about I . 6 L times as long as remaining urosomites together, slightly asymmetrical, with lateral rounded protuberances. Genital somite ventrally expanded, with genital openings as shown in Fig. 5; posterior margin slender. Postgenital somite very short, partially telescoped into the genital somite. Anal somite large. Caudal rami about two times

(1.9) long as wide, inner and outer margins smooth. With 5 terminal caudal setae subequal in length and breadth, plus one subterminal on outer margin. Caudal setae lightly plumose, non-articulated, relatively short, about 2.5 times the length of caudal rami. Rostral points represented by two strong, rounded projections (Fig. 3).

Antennules relatively longer than in male (Fig. 16,}, 26-segmented, reaching beyond posterior margin of caudal rami. Segment 13 with three tiny structures aligned on distal margin. Seta on segment 1 short, reaching distal margin of segment 2. Largest setae on segments 7, 9, 15, 19, and 22. Appendages per segment as follows (Roman numerals = segment, Arabic numerals = number of setae, a = aesthetasc, sp = spine) : 1 ( 1 ) , II(4+a), III ( 1 ) , I V ( 1 ) , V ( 1+a ) , VI(1), VII(1), VIII(1), IX(2), X(sp), XI (1), XII (sp), XIII(4), XIV(1), XV(2), XVI(1), XVII(1), XVIII(1), XIX(1), XX(1), XXI(1), XXII (1) , XXIII (2) , XXIV (1), XXV (2), XXVI (31-a) .

Second antenna with exopod slightly longer than endopod. Coxa with one seta, basis with two long setae. Endopod reduced, with two segments, distal portion of terminal endopodal segment with two



lobes, the internal with six anterior setae; external lobe with one short, two medium-sized, and five long setae. Exopod 6-segmented, with 4 setae on first segment (fused segments 1}2), one seta on segments 2-5, and terminal segment with two setae on proximal 1/3 plus 3 terminal (Fig. 13). Mandible with 6-7 teeth on gnathobase; ventral outermost tooth relatively high. Basis with 3 subequal setae, two of them feathered; endopod with 2 segments, proximal segment with protuberance on outer margin, with four setae, two medium-sized, and two long; distal segment short, as long as wide, with 7 anterior and one posterior setae. Exopod 5-segmented, with a 1, 1, 1, 1, 2 setation pattern (Fig. 18). First maxilla with 2 and 3 setae on coxal and first basal endites, respectively. Praecoxal arthrite with 12 spiniform setae, 7 of which are apical, plus 5 posterior setae. Coxal epipodite with 8 spiniform setae, the two proximal shorter than the others. Endopod 2-segmented, articulating with the basis. Exopod with 6 long setae (Fig. 17). Second maxilla with two praecoxal and two coxal lobes and a well developed basal lobe. Setation pattern of the lobes as: praecoxal, 5, 3; coxal, 3, 3; basal 3. Endopod 2-segmented, with two setae on first and 3 on distal segments (Fig. 10). Maxilliped well developed. Coxa with three coxal endites, proximal and medial with three subequal setae, third endite represented by an anterior protuberance produced well over the next segment, with short hairs on the tip and 4 simple setae inserted along the process. Basis with a group of three setae increasing in length distally, inserted on distal half of inner margin; proximal half hairy. Endopod 6-segmented, with first segment

partially fused to basis, bearing 2 subequal setae. Second endopodal segment with 3 subequal setae, third and fourth with 2, fifth naked; terminal segment with one short and four long setae (Fig. 14). Legs 1-4 all with 1-segmented endopods and 2-segmented exopods, coxa and basis without setae (Figs. 6-9). Armament formula for swimming legs as:

	<b>coxa</b>	<b>basis</b>	<b>exopod</b>	<b>endopod</b>
<b>leg1</b>	0-0	0-0	I-1;I-1,3	0-1,3
<b>leg2</b>	0-0	0-0	0-1;I-1,3	0-2,2
<b>leg3</b>	0-0	0-0	0-1;1-1,3	0-2,2
<b>leg4</b>	0-0	0-0	0-1;1-1,3	0-2,2

Leg 5 (Fig. 12): Coxa with small protuberance tipped with short spine-like structure on inner posterior margin. Basis with inner margin slightly rounded. Endopod one-segmented, relatively wide, reaching half length or first exopodal segment, lip protruding in a relatively acute process, partly covered with short hairs. First exopodal segment about 2 times shorter than exopod 2, with smooth, straight margins. Inner margin of claw armed with short row of hairs along distal half of both margins. Exopod 3 absent, represented by two short, strong, subequal spiniform in processes.

Habitat.-- The Cueva Chica (21°51'35" N; 98°56'07" W) cave is located within a private farm near El Pujal town, north of Ciudad Valles, state of San Luis Potosí, central Mexico. Access to the cave is limited, but the system is well preserved, considering

that it was first surveyed by Hubbs & Innes (1936), who described the blind fish currently known as Astyanax jordani, more than 60 years ago. Breder (1942) published a detailed synthesis of the ecology, geology, hydrology, and physiography of this cave, with than explicit account of the blind fish. A shallow description of the cave is given as follows: the main entrance is a low opening which leads into a large chamber originating a partially flooded passage that opens into a small chamber with a pool; access into this secondary chamber is wide and about 1m high. There is another larger pool at the bottom of the cave, which was not surveyed because the access was covered by excretes of the several bat species (Atribeus jamaicensis yucatanicus Allen, Desmodus rotundus murinus Wagner, Mormoops megalophylla megalophylla Peters, Pteronotus davyi fulvus (Thomas), P. parnellii (Gray), Natalus stramineus Gray) (Reddell & Mitchell, 1971) dwelling in the cave. Therefore, all sampling was made only in the first pool and flooded passage. Microdiaptomus cokeri was present only at the pool. The pool water is clear, with abundant blind fishes. It is a vase--shaped water body; its main physical and chemical characteristics are summarized in Table 2. Several cyclopoid copepods were also collected. Sótano de Montecillos is also part of Sierra de El Abra System, located North of Ciudad Valles.

Remarks.-- This species has been found in at least three different caves of the Sierra de El Abra system, which contains 39 caves (Reddell & Mitchell, 1971). Its occurrence in several other caves from this mountain system should be expected, since it could follow

a similar distributional pattern as that of other local troglobionts, such as the blind fish Astyanax jordani, widely distributed in this zone (Wiley & Mitchell, 1971).

Specimens from Sótano de Montecillos were statistically larger ( $p > 0.95$ ) than those collected from Cueva Chica. This observation is similar to the differences reported by Osorio-Tafall (1942, 1943) from comparison between material from los Sabinos Cave and Cueva Chica. This author stated that space limitation and temperature were factors associated to this size-difference. It is possible that predation, mainly from the blind-fish, could be included with these factors, but further analysis should be carried to support this statement.

The feeding habits of M. cokeri are still unknown, but the type of mandibular blade, the development- of its other mouthparts, and the slender aspect of its thoracic appendages suggests that it is an epibenthic, omnivorous species feeding upon particles deposited on the walls of the pool. On the other hand, most of the specimens were collected by littoral surface hauls.

Due to the restricted distributional range of this species, and the fragility of the caves associated to the Sierra de El Abra system, which is hydrologically related to the highly polluted Panuco Basin (Vázquez-Gutiérrez, 1994), it is likely that M. cokeri

might be incorporated into the IUCN list of threatened copepod species. In 1996 the red list included 37 diaptomid copepod species, of which several are cavernicole (Baillie & Groombridge, 1996).

#### Acknowledgements

We want to thank T. Iliffe for providing material from Sótano de Montecillos. Field work was supported by Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) H-112 , Mexico). This research also was funded in part by Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica from the National Autonomous University of Mexico (PAPIIT 1N209696). This work was finished at El Colegio de la Frontera Sur as part of a sabbatic stay given to M. Elias-Gutiérrez,

#### Literature Cited

- Baillie, J. & B. Groombridge (eds.). 1996. IUCN red list of threatened animals 1996. The IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland.
- Breder, COMM. 1942. Descriptive ecology of La Cueva Chica, with special reference to the blind fish Anoptichthys. Zoologica 37:5-15.
- Borutzky, E.V. 1962. First discovery of a troglobiontic calanoid (Crustacea, Copepoda) in underground waters (in Russian, English summ.). Zoologicheskiy Zhurnal 41: 1106-1107.
- Dussart, B.H. & D. Defaye. 1995. Introduction to the Copepoda. Pp. 1-277 in H.J.F. Dumont, ed., Guides to the identification of the macroinvertebrates of the continental waters of the world.

7.SP.B Academic Publishing. Amsterdam.

Hubbs, C.L. & W.T. Innes. 1936. The first known blind fish of the family Characidae: a new genus from Mexico. Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan (1936).

Osorio-Tafall, B. 1942. Diaptomus (Microdiaptomus) cokeri, nuevos subgénero y especie de diaptómido de las cuevas de la región de Valles (San Luis Potosí, México). (Copee. , Calan.). Ciencia 3:206-210.

Osorio-Tafall, B. 1943. Observaciones sobre la fauna acuática de las cuevas de la región de valles, San Luis Potosí. (México). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 4:43-71.

Petkovski, T.K. 1978. Troglodiptomus sketi, n.gen et n. sp., ein neuer Hölen-Calanoide vom Karstgelände Istriens (Crustacea, Copepoda). Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium 15:151-165.

Reid, J.W. 1990, Continental and coastal tree-living Copepoda (Crustacea) of Mexico, Central America and the Caribbean region. Pp. 175-213 in D. Navarro & J. (. Robinson, eds., Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CARO/Univ. of Florida.

Redell, J.R. 1977. A preliminary survey of the caves of the Yucatan Peninsula. Pp. 215-296 in J.R. Redell, ed., Studies on the caves and cave fauna of the Yucatan Peninsula. Association for Mexican Cave Studies, 6. The Speleo Press. Texas, U.S.A.

Reddell, J.R. & R.W. Mitchell. 1971. A checklist of the cave fauna of Mexico. I. Sierra de El Abra, Tamaulipas and in Luis

Potosí. Pp. 137-180 in J.R. Reddell & R.W. Mitchell, eds.,  
Studies on the cavernicole fauna of Mexico. Association for  
Mexican Cave Studies, 4. The Speleo Press. Texas, U.S.A.

Scanlin, M. & J.W. Reid. 1996. A new copepod species frota  
California, U.S.A.:Hesperodiaptomus californiensis (Crustacea:  
Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). Proceedings of the  
Biological Society of Washington 109:103-111.

Suárez-Morales, E., J.W. Reid, T.M. Iliffe & F. Fiers. 1996.  
Catálogo de los copépodos (Crustacea) continentales ce la  
Península de Yucatán, México. CONABIO/ECOSUR.Mexico. 296 p.

Vázquez-Gutiérrez, F. 1994. Desarrollo urbano e industrial de las  
cuencas de México. Gaceta del Lerma Comunicaciones (C.N.A.,  
México). Noviembre:34-39.

Wiley, S. & R.W. Mitchell. 1971. A bibliography of the Mexican  
eyeless characine fishes of the genus *Astyanax*. Pp. 231-239  
in J.R. Reddell & R.W. Mitchell, eds., Studies on the  
cavernicole fauna of Mexico. Association for Mexican Cave  
Studies, 4. The Speleo Press. Texas, U.S.A.

Figure legends

Figs. 1-12. Microdiaptomus cokeri Osorio-Tafall, 1942. 1. Habitus, male. 2. Habitus, female. 3. Rostral area, male. 4. Rostral area, female. 5. Genital opening, female. 6. First leg. 7. Second leg. 8. Third leg. 9. Fourth leg. 10. Second maxilla. 11. Male fifth leg, anterior. 12. Female fifth leg, anterior.

Figs. 13-19. Microdiaptomus cokeri Osorio-Tafall, 1942. 13. Antenna. 14. Maxilliped. 15. Male right antennule, segments VII-XXII. 16. Female antennule. 17. First maxilla. 18. Mandible and pale. 19. Mandibular blade.



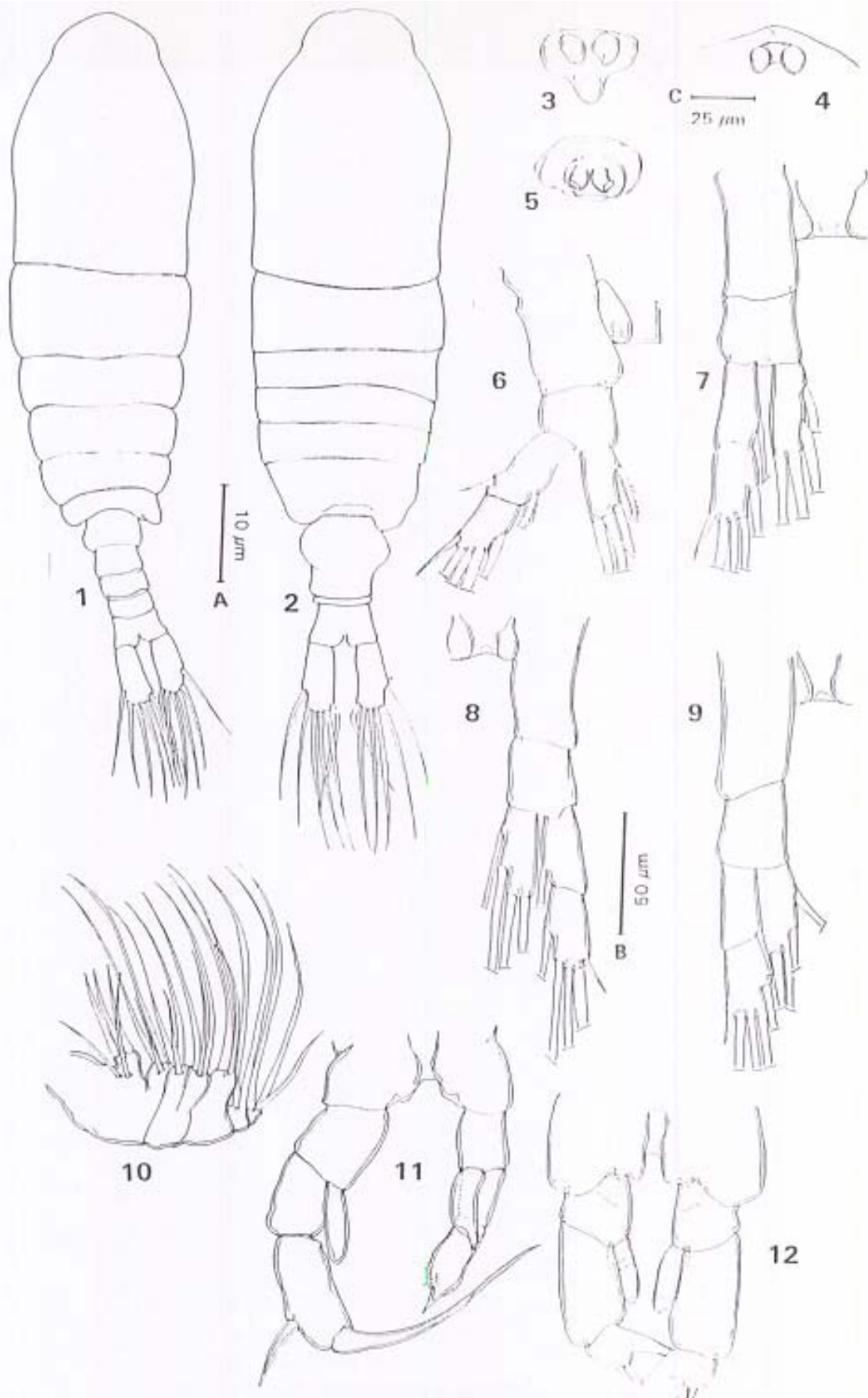
Table 1.- Comparison between *M. cokeri*, *S. birsteini* and *T. sketi*. 1=Internal; 0=Outer;

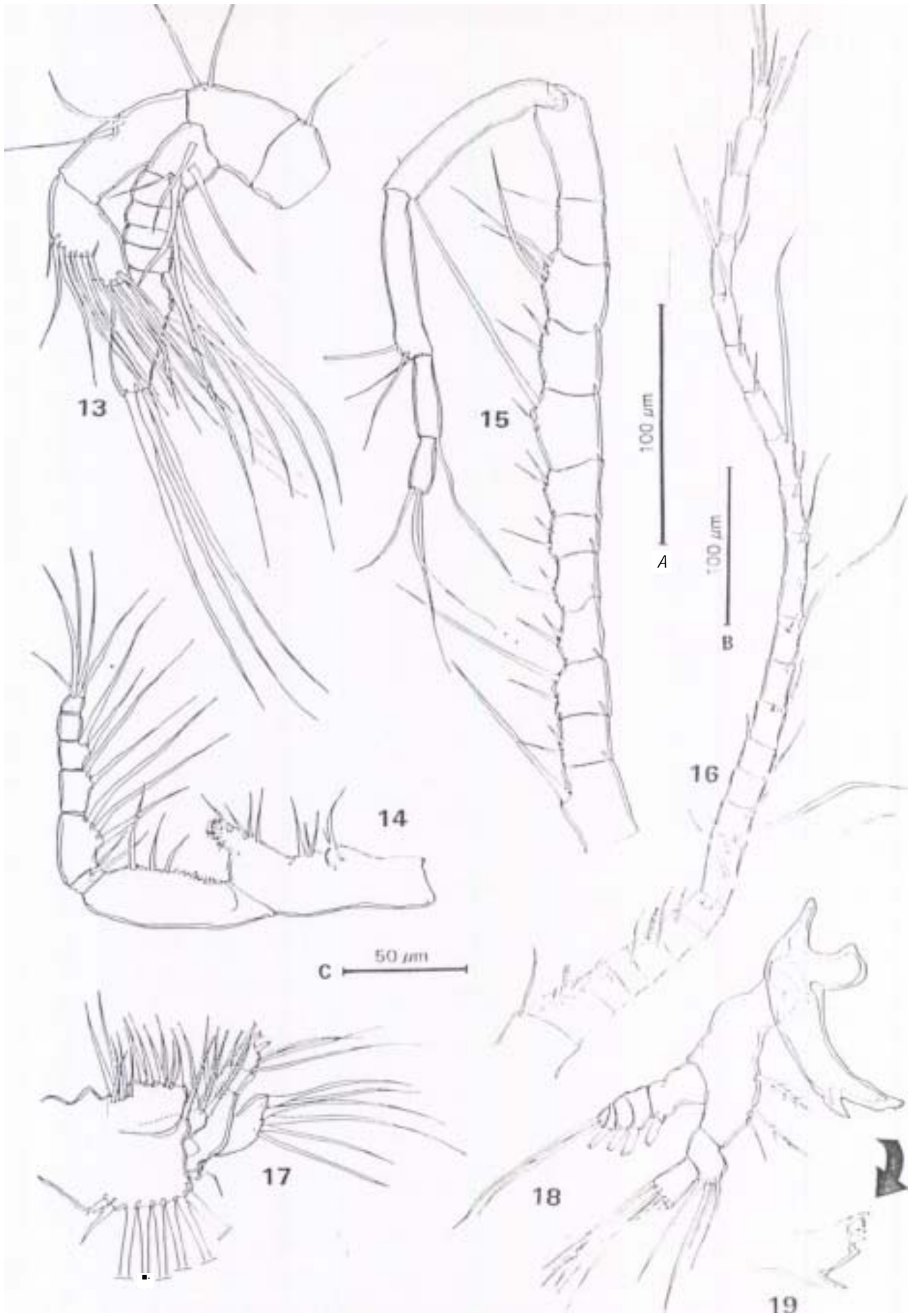
?=Data not available.\*Data from Petkovski, 1962; \*\* Data from Dussart & Defaye, 1995

Character	<i>M. cokeri</i>	<i>S. birsteini</i> *	<i>T. sketi</i>
Serments in P1-P4	2/1;2/1;2/1;2/1	2/1;2/2;2/2;3/2	2/1;2/1;2/1;2/1
Seta on inner margin of basipodite 1	0	0	0
Seta on Exp 1 P1-P4	I-1;I-1;I-1;I-1	I-0;I-0;I-0;I-0	I-0;I-0;I-0;I-1
Spine on Exp 1 P1-P4	0-1;0-0;0-0;0-0	0-1;0-1;0-?;0-1	0-?;0-?;0-?;0-0
Spine on Exp 2 P1-P4	I-1,A-3,I-1,A-3; I-1, A-3;I-1, A-3	I-2,A-3;I-2,A-3;I-2,A-3;I-1	I-?,A-?;I-?,A-?;I-?, A-?; I-2,A-3
Spine on Exp 2 P1-P4	0-1; 0-1;0-1; 0-1	0-1;0-1;0-1;0-1	0-?;0-?;0-?;0-1
Seta on Terminal segment of endopod P1-P4	I-1,A-3;I-2,A-3;I-2,A-2;I-1,A-2	I-1,A-3; I-2, A-3; I-2,A-3	I-?,A-?;I-?,A-?;I-?, A-?;I-0,A-3
Bisegmented endopod(s) in Male P5	No	Yes	Yes
Bi Segmented endopod(s) in Female P5	No	Yes	No
Reduce endopod in Female P5	No	No	No

Table 2.- Main physical and chemical variables from the surveyed 1  
 pool in Cueva Chica. For comparison, data of Breger (1942) are  
 shown.\*Measurements were taken in March 11, 1940.\*\*Data from  
 the adjacent pool, possibly connected to the one surveyed in  
 this work. NA= Data not available.

Variable	Data from November 28, 1996	Data from Breder (1942)*
Depth [m)	4.5	NA
Temperature (°C)	26	26.7.-27
Dissolved Oxygen (mg/i)	1.2	NA
pH	6.88	8.0
Conductivity { S )	700	NA
Alkalinity (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	343	282**
Hardness (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	205.8	310**
Altitude above sea level (m)	195	NA





## ANEXO 7

Additions to Mexican freshwater copepods with the description of the female  
*Leptodiptomus mexicanus* (Marsh)

Revista: Proceedings of the Sixth International Conference on Copepoda

Etapas en proceso de publicación: Sometido a arbitraje

-----Forwarded message -----  
Date: Wed, 2 Apr 1997 14:55:23 MG -- 1MESZ  
From: Hans-Uwe Dahms FB7 <[HUDAHMS@hrzl.uni-oldenburg.de](mailto:HUDAHMS@hrzl.uni-oldenburg.de)> o: [eliasgm@servidor.unam.mx](mailto:eliasgm@servidor.unam.mx)  
Subject: WAC contribution

Dear colleagues,

concerning your request to Dr. S. Schiel at the AWI we would like to tell you that your MS is accepted so far with minor revision and has been sent out 2 weeks ago. Please, contact us (!!!) again if you do not receive it in due course.

Sincerely  
, Hans-U.  
Dahms

ADDITIONS TO MEXICAN FRESHWATER COPEPODS WITH THE DESCRIPTION OF THE  
FEMALE Leptodiaptomus mexicanus (MARSH)

Grimaldo Ortega Diana, Elías Gutiérrez Manuel, Carnacho Lemus Marina & Giros Pérez Jorge.

UNAM Iztacala. AP 314 CP 54000. Los Reyes, Iztacala, Tlalnepantla Edo. de México, México

## Abstract

A survey on 10 temporary and permanent water-bodies, located at more than 2000 m above the sea level in the central part of the country resulted in the presence of 17 cyclopoid and five calanoid copepods. From the total taxa found, six are new to Mexico: Leptodiptomus assiniboiaensis (Anderson), Microcyclops dubitabilis Kiefer, Ectocyclops rubescens Brady, Eucyclops cf. prionophorus Kiefer, Eucyclops pseudoensifer Dussart and Eucyclops cf. solitarius. Also for the first time a description of the female Leptodiptomus mexicanus, a species known only by a sole male found near Mexico City in 1929. Copepod fauna for each of the systems was highly diverse, with up to 12 species coexisting in temporary ponds. This study revealed the existence of a mixture of north and south American taxa in the region surveyed.

## Introduction

Although in Mexico there are many natural and artificial water bodies, surveys on copepods are scarce and non-continuous; part of the material is lost and some synonymies appeared. Valid species of freshwater calanoids from this region are *Microdiaptomus cokeri* (Osorio, 1942) *Mastigodiptomus montezumae* (Brehm, 1955), recently re-described by Dos Santos-Silva *et al.* (1996) and *Leptodiptomus mexicanus* (Marsh, 1929). Valid cyclopoids are *Eucyclops festivus* Lindberg, 1955; *Tropocyclops prasinus mexicanus* Kiefer, 1938 and *Tropocyclops prasinus aztequei* Lindberg, 1955. Recent studies have clarified the status of some species recorded earlier (Reid 1990, 1993; Suárez-Morales *et al.*, 1996) but an extensive taxonomic revision from the country is needed.

## Study Area

In total 10 permanent and temporary water bodies from the State of Mexico were surveyed. All of them are located at more than 2000 m above sea level between 18°30' - 20°00' N and 98°35' - 100°35' W (Figure 43), at Neovolcanense province. Permanent reservoirs



surveyed were Taxhimay, Encinillas, Ignacio Ramirez, Ojo de Agua and El Sol. Temporary systems were the small ponds located behind highway Ixtlahuaca-Jilotepec at kms 6, 28 and 41. Also km 44 from the highway Toluca-Atzacomulco and a small puddle behind Ignacio Ramirez dam.

## Material and Methods

Samples were taken intermittently from summer of 1993 to summer of 1994, with a cloth mesh of 60 µm by filtering at least 200 l of water from the littoral and limnetic zones of the systems. All samples were preserved in 5% formalin. Adult copepods were dissected under a stereomicroscope using tungsten needles and later identified under a compound microscope Nikon Labophot II. Drawings were made using a calibrated camera lucida attached to the microscope.

Species identification was made using standard literature (Wilson, 1959; Reid, 1985). Comparison with original descriptions was also made mainly for new records.

## Results

This report added 6 taxa new to the fauna from this zone. Species list is included in Table 1.

### Leptoaiaptomus mexicanus Marsh, 1929

Material examined: 10 females and 8 males collected in the pond of km 44 (Highway Toluca-Atzacomulco) on July 30, 1993 and July 7, 1994. All specimens are deposited in the Reference Collection at the Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala.

Female. (Figs. 2-3, 5-8, 10-11 and 12) Length 1.52 mm including caudal setae. Body wider in the first pediger. Metasomal wings slightly asymmetric with internal lobes moderately developed, left one bigger than right, each with a sensilla. Abdomen with three segments, in dorsal view the second segment incompletely divided. Genital segment with a middle

protuberance on each side, the left one slightly bigger than the right. Furca with hairs on internal and external margins. Legs 1-4 (P1-P4) as in figures 7, 8, 10 and 11. Schmeil's organ present on posterior surface of segment 2 on endopod 2. Leg 5, coxopodite with a sensilla on a papilar protuberance on each side, the left one bigger. Each basipodites with a single seta on the external side. Exopod, segments one and two subequal in length, the second one armed with two lateral setae of different length and a row of spinulae on the distal half of the internal margin. Endopods longer than the first segment of the exopod, densely ciliated on the tips; each one with two long setae, strongly curved at the distal position, inserted subterminally.

Male (Figs. 1, 4, 9, 13): Length 1.22 mm, including caudal setae. Cephalothorax, wider at first pediger. Metasomal wings asymmetric with two small sensilla on each side. Abdomen with five segments. First segment with a small spine on right side and a small lobe on left side. Segments two and three with small spinulae aligned on the posterior margin. Fourth segment with a projection directed posteriorly on right side. Internal margin of furca hairy. Right antennula with small spines on segments 8 and 12. Spine on segment 13 larger than those on segments 10 and 11. A characteristic spine for the species present on segment 15. Leg 5 asymmetric, with a coxal sensilla on each side, left smaller than the right one. Basipodite in both sides with proximal internal protuberances. A small external seta on left basipod also present. In right exopod, first segment subrectangular; second segment elongated, curved inwardly, with lateral spine small, and the terminal one with 1.5 times the length of the segment. Left exopod, segment 1 longer than segment 2, densely ciliated in the distal margin. Second segment with a lobe on the internal proximal margin, covered by hairs; distal part with small spinuies and the two characteristic digitiform projections of the genus.

Ecological remarks: This species appeared only in one pond of the surveyed area just in the month of July, neither before nor later. Main physical and chemical parameters of the water when

collection (July 7, 1994) was made were: Temperature 25°C; maximum depth 0.41m; secchi transparency 0.41m; dissolved oxygen 7.8 mg l<sup>-1</sup> pH 7.68; alkalinity 80 mg l<sup>-1</sup>; hardness (Ca+Mg) 93.1 mg l<sup>-1</sup>.

From the new records, L. assiniboianesis (Anderson, 1971) was described from Canada. Original description of this species resembled very closely to that of Diaptomus cuauhtemoci Osorio-Tafall, 1941 found in Morelos, an adjacent state of the surveyed area. Since, the original description of D. cuauhtemoci was not complete and the deposited type material in Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Mexico) is believed to be lost, we could not establish synonymy or lack of synonymy between these taxa. The type locality was also affected by introduction of exotic fishes and human activities. Description of L. assiniboianesis agrees with the material examined, so this name was assigned for the time being. Drawings of the male and female are shown in figs 14-21.

Among cyclopoids, Microcyclops dubitabilis (Figs. 39-42) and Ectocyclops rubescens (Figs. 35-38) have been recorded in South and Central America, including Guatemala (Reid, 1985; 1990). These are the northernmost records for both species.

Regarding Eucyclops cf. bondi (Figs. 22-23), it is similar to material described by Collado *et al.* (1984) from Costa Rica but differs from descriptions by Suárez-Morales *et al.* (1996) based on material from Quintana Roo (Mexico). Suárez-Morales *et al.* (op. cit.) believe that this could be a species complex with wide range of geographical distribution. We agree with this view.

Eucyclops cf. prionophorus (Figs. 24-27) had slight differences with E. prionophorus sensu stricto, mainly in the length/wide of the third segment of the fourth endopod and in the hyaline membrane of the last three segments of the antennula, that is finely denticulated and not flat as in Reid (1985).

E. pseudoensifer (Figs. 32-34) was previously found in lakes from Venezuela and E. solitarius was originally described from Brazil. Description of the latter species had differences with the material from Mexico (Figs. 28-31), mainly on the length of the furca and the medial seta of the fifth leg.

Mexico represents the two main biogeographical regions of the continent. In the present work, a mixture of northern with southern species was found possibly due to the passive dispersal by migratory birds (Reid, 1994), but the role of human activities in this context cannot be excluded.

#### Conclusions

*Leptodiaptomus mexicanus* is a well defined species, clearly distinguishable from other *Leptodiaptomus*. It is rare with restricted distribution in the surveyed area.

From the total number of species, 33.3% are new records. A mixture of South and North American species was found. This is explained on the basis of the analyzed systems being in transition between nearctic and neotropic regions.

The study indicated the possibility of the existence of higher species diversity than previously thought. We found 21 species in limited sampling sites from ten high-altitude systems.

#### Acknowledgments

Comisión Nacional Para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO-Mexico) supported part of this work (Grant H-112). Financial support to EGM for attending this conference was provided by UNAM campus Iztacala.

#### Literature cited

Anderson, R.S. & G.L. Fabris. 1970. A new species of diaptomid copepod from Saskatchewan with notes on the crustacean community of the pond. *Can. J. Zool.*, 48: 49-54.

- Brehm, V. 1955. Mexicanische Entomostraken. Osterr. Zool. Zeitschr., 6:412-420.
- Collado, C., D. Defaye, B.H. Dussart & C.H. Fernando. 1984. The freshwater copepoda (Crustacea) of the Costa Rica with notes on some species. Hydrobiologia, 119:89-99
- Dos Santos-Silva, N., M. Elías-Gutiérrez & M. Silva-Briano. Redescription and distribution of Mastigodiaotom montezumae (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) in Mexico. Hydrobiologia, (In press).
- Kiefer, F. 1938. Ruderfußkrebse (Crust. Cop.) aus Mexiko. Zoologischer Anzeiger., 15.9. Bd.123:274-279.
- Lindberg, K. 1955. Cyclopoides (Crustacés copépodes) du Mexique. Arkiv for Zoologi., 7(23):459-489.
- Marsh, C.D. 1929. Distribution and key of the North American copepods of the genus Diaptomus with the description of new species. Proc. U.S. Nat. Mus., 75(14):1-27.
- Osorio-Tafall, B.F. 1941. Diaptomus cuauhtemoci nov. sp. de la Mesa Central de México (Copepoda Diaptomidae). Ciencia, 2 (8-9): 296-298.
- Osorio-Tafall, B.F. 1942. Diaptomus (Microdiaptomus) cokeri nuevo subgénero y especie de diatómido de las cuevas de la región de Valles, San Luis Potosí (Copepoda, Calanoida). Ciencia, 3:206-210.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação e lista de referencias bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Balm. Zool., Univ. S. Paulo., 9:17-143.
- Reid, J.W. 1990. Continental and Coastal free-living Copepoda (CRUSTACEA) of México, Central América and the Caribbean Region. In: Navarro. D. & J.G. Robinson (Editors) Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo. CIQRO, México, p.175-213.

Reid, J. 1993. New records and redescrptions of American species of Mesocyclops and of Diacyclops bernardi (Petrovski, 1986) (Copepoda: Cyclopoida). *Bijdr. Dierk.*, 63(3):173-191.

Suárez-Morales, E., J.W. Reid, T.M. Iliffe & F. Fiers. 1996. Catálogo de los copéodos (Crustacea) continentales de la Península de Yucatán, México. ECOSUR-CONABIO, México, 296 pp.

Wilson, M.S. 1959. Free-living copepoda Calanoida. In: W. T. Edmonson (Editor), *Ward & Whipple's Freshwater Biology*. 2nd. ed. John Wiley & Sons Inc. New York, pp. 738-794.

**Table 1.-** Calanoids and cyclopoids found in 10 water bodies from Mexico. A. Charco Negro; B. Km 28; C. Km 6; D Km 41; E. Km 44; F. Taxhimay; G. Encinillas; H. Ignacio Ramírez; I. Ojo de Agua; J. El Sol. \* Are new records.

TAXA	A		E	F	H	I	J
CALANOIDA							
<u>Leptodiaptomus assiniboiaensis</u> (Anderson, 1971)*	x	x	x				x
<u>Leptodiaptomus mexicanus</u> (Marsh, 1929)				x			
<u>Leotodiaptomus novamexicanus</u> (Herrick, 1895)	x	x	x	x		x	x
<u>Mastigodiaptomus albuquerquensis</u> (Herrick, 1895)	x	x	x	x	x	x	x
<u>Mastigodiaptomus montezumae</u> (Brehm, 1955)		x	x	x	x		x
CYCLOPDIDA							
<u>Acanthocyclops robustos</u> (Bars, 1863)	x	x	x	x	x	x	x
<u>Ectocyclops rubescens</u> Brady, 1904*	x						
<u>Eucyclops</u> cf. <u>bondi</u> Kiefer, 1934*			x			x	x
<u>Eucyclops festivus</u> Lindberg, 1955					x	x	x
<u>Eucyclops</u> cf. <u>prionophorus</u> *	x	x	x				
<u>Eucyclops pseudoensifer</u> Dussart, 1984*		x			x		
<u>Eucyclops serrulatus</u> (Fischer, 1851)		x					
<u>Eucyclops</u> cf. <u>solitarius</u> Herbst, 1959*	x	x					
<u>Macrocyclus albidus</u> (Jurine, 1820)	x	x	x	x			
<u>Macrocyclus fuscus</u> (Jurine, 1820)		x					
<u>Megacyclus viridis</u> (Jurine, 1820)		x	x	x			
<u>Mesocyclops longisetus</u> (Thiébaud, 1914)	x						
<u>Microcyclops dubitabilis</u> Kiefer, 1934*	x	x	x			x	
<u>Paracyclus fimbriatus</u> (Fischer, 1853)						x	x
<u>Paracyclus poppei</u> (Rehberg, 1880)			x				
<u>Termocyclops inversus</u> Kiefer, 1936					x		
<u>Tropocyclops prasinus</u> (Fischer, 1860)	x	x	x				

List of figures:

Figs. 1-13 Leptodiaptomus mexicanus from km 44. Collected on 07107194. 1. male, right antennula; 2. female, antennula; 3. female, habitus, dorsal; 4. male, habitus, dorsal; 5. female, pediger 5 and urosome, ventral; 6. female, pedigers 5 and 6 and urosome, dorsal; 7. female, leg 1; 8. female, leg 2; 9. male, pedigers 4, 5 and urosome; 10. female, leg 3; 11. female, leg 4; 12. female, leg 5, posterior; 13. male, leg 5, anterior.

Figs. 14-21 Leptodiaptomus assiniboiaensis from km 44. Collected on 11110193. 14. male, pedigers 4 and 5 and urosome; 15. male, habitus, dorsal; 16. female, habitus, dorsal, 17. urosome, dorsal; 18. male, right antennula, segments 8-18; 19. male, right antennula, segments 20-22; 20. female, leg 5, anterior; 21. male, leg 5, anterior and detail of left side.

Figs. 22-23 Eucyclops cf. Bondi, female from km 6. Collected on 03/12/93. 22. Pediger 5 and urosome, ventral; 23. Leg 4, anterior. Figs. 24-27 Eucyclops cf. prionophorus from KM6. Collected on 03112193. 24. Leg 5; 25. Leg4, endopod, segment 3; 26. furca, ventral. Figs. 28-31 Eucyclops cf. solitarius, female from Charco Negro. Collected on 30107/93. 28. leg 4, connecting plate, posterior; 29. furca, ventral; 30. leg 5; 31. leg4, endopod, segment 3. Figs. 32-34 Eucyclops pseudoensifer, female from km 28. Collected on 03112193. 32. pediger 5 and genital segment; 33. furca, ventral; 34. leg 4, endopodite and connecting plate, posterior.

Figs. 35-38 Ectocyclops rubescens, female from Charco Negro. Collected on 08/07/94. 35. leg 1; 36. leg 4; 37. leg 3, connecting plate, posterior. 38. pediger 5 and urosome, ventral. Figs.



39-42 Microcylops dubitabilis, female from Charco Negro. Collected on 30107193. 39. furca, ventral; 40. pediger 5 and genital segment, ventral; 41. leg 1; 42. leg 4.

Fig. 43 Study Area, with the approximate location of each sampled system. Scale bar is for the big reservoirs: Ignacio Ramírez, Taxhimay and Encinillas. Scale of the State is 1:1 600 000

